

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE -ALGER**



**MEMOIRE DE MAGISTERE  
EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES VETERINAIRES**

**OPTION : HYGIENE ET SECURITE ALIMENTAIRE**

**THEME**

**Impact de l'alimentation sur la qualité  
physicochimique du lait de vache au niveau  
d'une exploitation de la région  
du centre : ITELV**

**Présenté par : Melle ABDELLAOUI Lynda**

**Le jury**

<b>President</b>	: Mr KHELEF D.	Maître de conférences
<b>Promoteur</b>	: Mr GUEZLANE L.	Professeur
<b>Examineur</b>	: Mr HAMDY TM.	Maître de conférences
<b>Examineur</b>	: Mr GHOZLANE F.	Maître de conférences
<b>Examinatrice</b>	: Mme CHORFI N.	Maître de conférences
<b>Examinatrice</b>	: Mme GAOUAS Y.	Maître assistante « Classe A »

**Année universitaire : 2008/2009**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU, tout puissant et miséricordieux, de nous avoir donné la santé et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

A monsieur KHELEF D Maître de conférence à l'ENSV d'Alger Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury. Hommages respectueux.

Mes remerciements particuliers s'adressent à mon promoteur le professeur GUEZLANE L directeur de L'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, pour m'avoir dirigé et orienté, pour sa disponibilité permanente et ses précieux conseils prodigués tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier particulièrement, monsieur HAMDI TM Maître de conférences à l'ENSV d'Alger, monsieur GUOZLANE F Maître de conférences à L'INA d'Alger, madame GAOUAS Y chargée de cours à l'ENSV d'Alger et

à madame CHORFI N Maître de conférences à l'ENSV d'Alger, d'avoir accepté très aimablement de juger ce travail. Nous vous remercions pour le jugement objectif que vous porterez sur notre travail de recherches.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mr GUOZLANE F, Mr ZIKI, Mme LONGO et Mr YEKHLEF, enseignants à l'INA d'Alger et Mme GAOUAS Y, BERNAOUI R, enseignantes à l'ENSV d'Alger de nous avoir aidé à réaliser ce travail.

Je tiens également à témoigner ma profonde reconnaissance à tout le personnel de l'ITELV, pour avoir mis à notre entière disposition tout le matériel nécessaire quant à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens aussi à remercier les employés de l'ENSV, pour leur sympathie et générosité.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail

## DEDICACES

Je dédie ce travail en signe de reconnaissance,

A celle à qui je dois ma réussite. A la personne la plus chère dans ce monde, à ma mère, pour son amour, son dévouement et son soutien tout au long de ces longues années d'étude. Qu'elle trouve ici l'expression de ma gratitude.

A la mémoire de mon père, de mes grands parents maternels et de mon oncle, que Dieu les accueille en son vaste paradis

A mon grand père paternel pour lequel je dois reconnaître qu'au fil des années il m'a appris le sérieux, la rigueur et la patience, qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements.

A mes frères : Abdellah, Zakaria et Zohir.

A toute ma famille et spécialement à : Houhou et Chaima.

A mes amis (es) : Zakia, Zineb, Djou, Nadia, Farida, Nassima, Abdou...et tous ceux que je n'ai pas cité, tous ceux qui par leur présence à mes cotés ont été d'une valeur inestimable, ils se reconnaîtront, qu'ils trouvent et je l'espère, ici l'expression de mon immense estime et affection.

Lynda.

## Liste des abréviations

AG : Acides Gras  
C 2 : Acide Acétique  
AFNOR : Association Française de Normalisation  
C3 : Acide Propionique  
N : Azote  
Ca : Calcium  
CB : Cellulose Brute  
°C : degré celcius  
°D : degré dornic  
DL : Début Lactation  
ESD : Extrait Sec Dégraissé  
EST : Extrait Sec Total  
g/cm<sup>3</sup> : Gramme/centimètre cube  
ha : hectare  
NaOH : Hydroxide de sodium  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
ITELV : Institut Technique des Elevages  
Kg : Kilogramme  
L : Litre  
Mg : Magnesium  
MAD : Matières Azotées Digestives  
MAT : Matière Azotée Totale  
MG : Matière grasse  
MM : Matière Minérale  
MP : Matière protéique  
MS : Matière Sèche  
ml : millilitre  
P : Phosphore  
PV : Poids Vif  
PDI : Protéines Digestives Intestinales  
PDIA : Protéines Digestives Intestinales d'origine Alimentaire  
PDIM : Protéines Digestives Intestinales d'origine Microbienne  
TB : Taux butyreux  
TP : Taux protéique  
Se : Sélénium  
SFT : Superficie Fourragère Totale  
S.T : Surface Totale  
UF : Unité Fourragère  
UFL : Unité Fourragère Lait  
UI : Unité Internationale  
VL : Vache Laitière  
VLB 17 : complément de production vache laitière B17

## Liste des tableaux et des figures relatifs à la partie bibliographique

<b>Tableau 1 :</b> Constituants majeurs de la caséine de vache exprimés en g pour 100g de caséine totale.....	4
<b>Tableau 2 :</b> Protéines dites solubles exprimées en g/l.....	4
<b>Tableau 3 :</b> Composition du lait en sels minéraux.....	6
<b>Tableau 4 :</b> Teneurs du lait en cendres et en matières salines.....	6
<b>Tableau 5 :</b> Vitamines du lait de vache.....	7
<b>Tableau 6 :</b> Répartition des enzymes du lait et leur teneurs exprimées en mg/l.....	8
<b>Tableau 7 :</b> Hormones dans le lait de vache.....	8
<b>Tableau 8 :</b> Influence du régime alimentaire sur la composition du mélange d'acides gras volatils dans le rumen des vaches laitières.....	11
<b>Tableau 8 :</b> Ingestion de matière sèche par vache en seconde moitié de lactation .....	15
<b>Tableau 9 :</b> Variation de la consommation approximative de la MS pour des vaches laitières de 600 Kg en fonction du niveau de production.....	16
<b>Tableau 10 :</b> Besoins de production et capacité d'ingestion en fonction de la qualité et quantité du lait produit.....	18
<b>Tableau 11 :</b> Besoins énergétiques et azotés chez la vache laitière.....	20
<b>Tableau 12 :</b> Besoins journaliers en éléments minéraux majeurs.....	20
<b>Tableau 13 :</b> Besoins journaliers en vitamines (enUI/animal/jour).....	21
<b>Tableau 14 :</b> Influence de la ration sur la production des vaches laitières.....	25
<b>Figure 1 :</b> Synthèse du lactose.....	12
<b>Figure 2 :</b> Objectifs principaux en fonction du stade de lactation.....	21
<b>Figure 3 :</b> Problèmes du début de lactation.....	24
<b>Figure 4 :</b> Rôle différencié de l'alimentation à l'égard des taux protéique et butyreux.....	29

## Liste des tableaux et des figures relatifs à la partie expérimentale

<b>Tableau 1 :</b> Calendrier d'exploitation campagne 2007-2008 (ferme Baba Ali).....	46
<b>Tableau 2 :</b> Importance relative des fourrages selon l'espèce et la surface occupée dans l'exploitation (ferme Baba Ali).....	46
<b>Tableau 3 :</b> Planning alimentaire par ration.....	50
<b>Tableau 4 :</b> Formule du concentré VLB 17 (ITELV).....	51
<b>Tableau 5 :</b> Taux d'apport en MS, UF et MAD par le concentré et les fourrages.....	54
<b>Tableau 6 :</b> Balance énergétique et azotée de l'apport de la ration de base par jour et par vache et par type de ration.....	58
<b>Tableau 7 :</b> Caractérisation de la production laitière permise par la ration de base en fonction de type de ration.....	60
<b>Tableau 8 :</b> Comparaison entre la production laitière théorique et réelle en fonction de type de la ration.....	61
<b>Tableau 9 :</b> Rapport TP/TB en fonction de type de ration.....	62
<b>Tableau 10 :</b> Part de concentré dans la production laitière théorique et réelle (exprimée en %)......	64
<b>Tableau 11 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de lait – Groupes homogènes.....	65
<b>Tableau 12 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur le TB du lait.....	67
<b>Tableau 13 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de la matière grasse du lait– Groupes homogènes.....	69
<b>Tableau 14 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur le TP du lait – Groupes homogènes.....	71
<b>Tableau 15 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de la matière azotée du lait– Groupes homogènes.....	73
<b>Tableau 16 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur l'extrait sec dégraissé du lait – groupes homogènes.....	74
<b>Tableau 17 :</b> Analyse de la variance : Effet de la ration sur le rapport TP/TB du lait.....	75
<b>Tableau 18 :</b> Analyse de la variance : Effet du stade de lactation sur la production de lait, les quantités de matières grasses et les quantités de matières protéiques.....	77

<b>Tableau 19</b> : Analyse de la variance : Effet du stade de lactation sur le TB, TP et le rapport TP/TB.....	79
<b>Tableau 20</b> : Efficacité de la sélection (en KG par génération) (Wolter, 1994).....	82
<b>Tableau 21</b> : Analyse de la variance : variation intra race et composants physicochimiques du lait.....	83
<b>Figure 1</b> : Composition raciale de l'effectif des vaches en production.....	40
<b>Figure 2</b> : Superficie des différentes cultures fourragères.....	48
<b>Figure 3</b> : Importance de l'irrigation des fourrages.....	48
<b>Figure 4</b> : Représentation graphique de la quantité de matière sèche journalière ingérée par vache en fonction de type de ration.....	52
<b>Figure 5</b> : Formule du concentré VLB17.....	53
<b>Figure 6</b> : Part de concentré et des fourrages dans la ration totale en % de MS en fonction de type de la ration.....	55
<b>Figure 7</b> : Variation des quantités de MS ingérées par vache et par jour apportées par le concentré et les fourrages en fonction de type de ration.....	56
<b>Figure 8</b> : Part de UF apportée par le concentré en fonction de type de ration.....	57
<b>Figure 9</b> : Part des MAD apportée par le concentré en fonction de type de ration.....	57
<b>Figure 10</b> : Balance azotée par jour et par vache en fonction de type de ration.....	59
<b>Figure 11</b> : Balance énergétique par jour et par vache en fonction de type de ration.....	59
<b>Figure 12</b> : Quantité de lait permise par la ration globale distribuée et la moyenne de production laitière réelle en fonction de type de ration.....	62
<b>Figure 13</b> : Valeurs moyennes du paramètre « production du lait », pour les différentes rations.....	66
<b>Figure 14</b> : Valeurs moyennes du paramètre « taux butyreux », pour les différentes rations.....	69
<b>Figure 15</b> : Valeurs moyennes du paramètre « quantité de matières grasses », pour les différentes rations.....	70
<b>Figure 16</b> : Valeurs moyennes du paramètre « taux protéique », pour les différentes rations.....	72
<b>Figure 17</b> : Valeurs moyennes du paramètre « quantité de matières azotées », pour les différentes rations.....	73

<b>Figure 18 :</b> Valeurs moyennes du paramètre « ESD », pour les différentes rations.....	75
<b>Figure 19 :</b> Valeurs moyennes du paramètre «TP/TB», pour les différentes rations.....	76
<b>Figures 20 :</b> Valeurs moyennes des paramètres « production du lait », « production de MG » « production de MP »pour les différents stades de lactation .....	78
<b>Figure 21 :</b> Valeurs moyennes des paramètres « Taux Protéique », « Taux Butyreux » et « rapport TP/TB » pour les différents stades de lactation .....	80
<b>Figure 22 :</b> Paramètres physicochimiques du lait en fonction des vaches.....	85

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

## PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I: LE LAIT

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

4.4.1. Constituants salins majeurs (macro-éléments) .....	12
4.4.2. Constituants salins mineurs (oligo-éléments) .....	12

## **CHAPITRE II : ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIÈRE**

1. Consommation volontaire de matière sèche chez la vache laitière .....	14
1.1. Définition .....	14
1.2. Facteurs de variation.....	14
1.2.1. Facteurs liés à l'animal .....	14
1.2.1.1. Appétit et besoins physiologiques .....	14
1.2.1.2. Influence du poids de la vache .....	14
1.2.1.3. Influence de l'âge .....	15
1.2.1.4. Capacité d'ingestion et potentiel de production .....	15
1.2.2. Facteurs liés à la ration .....	16
1.2.2.1. Composition de la ration .....	16
1.2.2.2. Diversité de la ration .....	16
1.2.3. Influence du facteur social .....	17
2. Besoins alimentaires de la vache laitière .....	17
2.1. Définition des besoins .....	17
2.1.1. Besoins énergétiques et azotés .....	17
2.1.1.1. Besoins d'entretien .....	17
2.1.1.2. Besoins de croissance .....	17
2.1.1.3. Besoins de gestation .....	17
2.1.1.4. Besoins de production laitière .....	18
2.1.2. Besoins en minéraux et en vitamines .....	19
2.1.2.1. Minéraux (Ca, P) .....	19
2.1.2.2. Les vitamines .....	19
2.1.3. Besoins hydriques : Abreuvement .....	19
2.2. Estimation des besoins journaliers de la vache laitière :.....	20
2.2.1. Besoins énergétiques et azotés .....	20
2.2.2. Minéraux et les vitamines .....	20
3. Périodes critiques de l'alimentation de la vache laitière.....	21
3.1. Durant le tarissement .....	21
3.2. Début de lactation.....	22

4. Influence de la nature du régime alimentaire sur la production laitière à l'égard du taux protéique et du taux butyreux.....	25
4.1. Effet des fourrages .....	25
4.1.1. Effet de l'ensilage .....	26
4.1.2. Effet de l'herbe .....	26
4.1.3. Effet des Foins.....	27
4.2. Effet des prairies fertilisées ou de légumineuses .....	27
4.3. Effet des prairies de graminées peu ou pas fertilisées .....	27
4.4. Effet des rations riches en glucides solubles .....	28
4.5. Effet des concentrés .....	28

### **CHAPITRE III : FACTEURS DE VARIATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT**

1. Matières azotées .....	30
1.1. Influence des facteurs génétiques .....	30
1.2. Stade de lactation .....	30
1.3. Durée de tarissement.....	31
1.3. Effet de la saison .....	31
1.4. Etat sanitaire de la vache .....	31
1.5. Age .....	32
1.6. Effet des facteurs alimentaires .....	32
2. Matières grasses .....	33
2.1. Stade de lactation .....	33
2.2. Durée de tarissement.....	33
2.3. Etat sanitaire des animaux .....	34
2.4. Effet des facteurs alimentaires .....	34
3. Lactose .....	36
4.1. Constituants salins majeurs .....	36
4.2. Constituants salins mineurs :.....	37
I.5. Vitamines du lait .....	37

## **DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE**

### **OBJECTIFS ET METHODOLOGIE**

1. Objectifs de l'étude.....	38
2. Présentation de la région d'étude et du laboratoire Baba Ali .....	38
2.1. Région d'étude.....	38
2.2. Ferme Baba Ali.....	39
2.3. Laboratoire de la station.....	39
2.3.1. L'unité fourrage .....	39
2.3.2. Unité lait .....	39
3. Matériel et méthodes d'analyses.....	40
3.1. Matériels.....	40
3.1.1. Le matériel animal .....	40
3.1.2. Le matériel lait.....	40
3.1.3. Le matériel rations alimentaires.....	40
3.2. Méthodes d'analyses.....	41
3.2.1. Techniques d'échantillonnage.....	41
3.2.1.1. Le lait.....	41
3.2.1.2. Les aliments.....	41
3.2.2. L'analyse physicochimique du lait.....	41
3.2.2.1. Taux butyreux (TB).....	41
3.2.2.2. Taux protéique (TP).....	42
3.2.2.3 Densité (D).....	42
3.2.2.4. Extrait sec total (E S T).....	42
3.2.2.5. Extrait sec dégraissé (E S D).....	42
3.2.3. Analyses fourragères .....	42
3.2.3.1. Détermination de la matière sèche.....	42
3.2.3. 2. Détermination des matières minérales (cendres).....	43
3.2.3..3. Détermination des matières azotées totales (MAT).....	43
3.2.3.4. Détermination de la cellulose brute (CB).....	43
3.2.4. Mesure de la quantité de lait.....	44
3.2.5. Calcul des besoins.....	44
3.2.6. Etude statistique.....	45

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

4. Résultats et discussions.....	46
4.1. Paramètres alimentaires.....	46
4.1.1. Différentes cultures fourragères.....	46
4.1.2. Analyse du calendrier fourrager.....	48
4.1.3. Analyse critique du système d'alimentation.....	49
4.1.3.1. Qualité du concentré distribué.....	52
4.1.3.2. Apports alimentaires distribués par jour et par type de rations.....	54
4.1.3.2.1. Taux d'apport en MS par le concentré et les fourrages.....	54
4.1.3.2.2. Taux d'apport en UF et en MAD par le concentré et les fourrages.....	56
4.2. Paramètres de production laitière et pratiques alimentaires.....	58
4.2.1. Balance alimentaire.....	58
4.2.2. Production laitière permise par la ration de base.....	60
4.2.3. Production permise par la ration globale.....	60
4.2.4. Part de concentré dans la production laitière théorique et réelle.....	63
4.3. Analyse des composants physico-chimiques du lait en fonction de type de ration .....	65
4.3.1. Production de lait.....	65
4.3.2. Taux butyreux et quantités de matières grasses.....	67
4.3.3. Taux protéique et quantités de matières protéiques .....	70
4.3.4. Extrait sec dégraissé.....	74
4.3.5. Rapport TP/TB.....	75
4.4. Analyse des composants physico-chimiques du lait en fonction du stade de lactation....	76
4.4.1. Production de lait, quantités de matières grasses et quantités de matières protéiques.....	76
4.4.2. Taux butyreux, taux protéique et rapport TP/TB.....	79
4.5. Composants physicochimiques et variations individuelles.....	81

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....86**

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....90**

## **RESUME.....101**

## **INTRODUCTION**

Le secteur laitier revêt un caractère stratégique eu égard à son impact sur la sécurité alimentaire et à sa place sur le plan socio-économique.

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire du citoyen. Il contribue pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement les viandes (22,4 %) et les oeufs (12,1 %). Face à cette situation, la production laitière en Algérie ne permet pas l'autosuffisance. L'accroissement du cheptel arrive à peine à suivre l'évolution de la population dont la consommation de produits laitiers est couverte aux 2/3 par des importations. L'Algérie se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de lait et produits laitiers, après l'Italie et le Mexique (Ferrah, 2005). Le flux des importations joue, en conséquence, un rôle important dans la régulation du marché national du lait et des produits laitiers. Les entreprises laitières fonctionnent globalement sur la base de produits importés à l'instar de la poudre de lait et de la matière grasse de lait anhydre. Ces derniers sont entièrement importés ce qui pose le problème de la facture alimentaire importante de devises pour leurs achats. En conséquence, la production du lait en Algérie est largement dépendante de la disponibilité de ces produits sur le marché international et des fluctuations de leurs cours mondiaux. Quant au lait cru produit localement, il n'entre que pour une très faible part dans l'activité des laiteries. Ainsi, en l'espace d'une décennie, la production locale n'a contribué qu'avec une proportion de 6 % dans la production industrielle. Il convient, par ailleurs, de préciser que la production de lait cru a augmenté entre 1967 et 1994, passant de 350 millions à 850 millions de litres (+ 142,8 %) (Amellal 2000). Mais cet accroissement de la production est surtout le fait d'une augmentation des effectifs de vaches laitières et non des rendements des exploitations. Ce qui traduit le caractère peu productif du cheptel laitier mené essentiellement en extensif au niveau des exploitations.

Plusieurs facteurs interviennent dans la détermination de la composition chimique du lait. Ces facteurs sont soit liés à l'animal (facteurs génétiques, stade physiologique, état sanitaire,...), soit au milieu (alimentation, saison, traite). Ainsi, la modification de la composition du lait nous interpelle à considérer les facteurs dans leur globalité. Le présent travail met l'accent sur les différents facteurs alimentaires intervenant dans la variation de la qualité physico-chimique du lait.

Dans ce cadre général, nous nous sommes intéressés aux questions suivantes

- Ø Est ce que l'importation de vaches à haut potentiel génétique a contribué à une amélioration de la production laitière en Algérie?
- Ø Est-il souhaitable que le développement quantitatif de la production soit accompagné d'un développement qualitatif afin de satisfaire les exigences des consommateurs et des transformateurs ?
- Ø L'alimentation a-t-elle des conséquences sur les caractéristiques physicochimiques du lait ?

Pour répondre à cette problématique ; nous avons décomposé notre travail en trois parties :

- 1- La première partie traitera des éléments bibliographiques pour faire le point sur la composition analytique du lait, les principales notions de l'alimentation de la vache laitière et les facteurs affectant la production laitière notamment ceux qui sont liés à l'alimentation.
- 2- La seconde partie résume la méthodologie en décrivant le matériel d'étude et les différentes méthodes d'analyse.
- 3- En fin la troisième partie sera consacrée à l'étude des paramètres alimentaires et à ceux liés à la production laitière d'une part et d'autre part aux composants physicochimiques du lait en fonction du type de ration expérimenté.

Première partie

Etude bibliographique

# *Chapitre I*

## Le lait

## **1. Définition :**

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

## **2. Composition chimique :**

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

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

### **2.1. Composés azotés :**

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

#### **2.1.1. Protéines du lait :**

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

##### **2.1.1.1. Caséines :**

Ce sont les protéines majeures du lait qui précipitent à pH 4.6 et sous l'action de la présure (Adrian, 1973). Elles constituent 27g /l et se présentent sous forme de micelles de phosphocaseinate de calcium ( Luquet, 1986) formant des agrégats de centaines voire de milliers de

molécules d'un diamètre de 30 à 300 nanomètres. Les caséines se composent de 4 constituants majeurs et de plusieurs constituants mineurs (Tableau 1).

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

Constituants	g/100g de caséine totale
•s1	37
•s2	11
•	34
•	12
•	4
constituants mineurs	2

### 2.1.1.2. Protéines solubles (sériques):

Le tableau 2 rapporte la teneur du lait en différentes protéines dites solubles.

Elles sont nettement moins abondantes que les caséines. Elles représentent 15 à 20% des protéines du lait de vache et environ 17% de ses matières azotées totales.

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

Fractions de protéines dites solubles	Teneurs exprimées : g.l	Proportions relatives en % des protéines dites solubles
Total protéines solubles	5.5	100
• Albumines	4.3	78
- •-lactoglobuline	2.8	51
- •- lactoglobuline	1.2	22
-serumalbumine	0.3	5
• Globulines immunes	0.6	11
• Protéoses-peptones	0.6	11

### 2.1.1.3. Protéines dites « mineurs » :

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

- ü La lactoferrine ou lactotransferrine qui fixe des ions  $Fe^{3+}$  ce qui lui confère une coloration rose plus ou moins intense d'où le nom de protéine rouge ;
- ü La ceruloplasmine qui fixe le cuivre ;
- ü La lactolline, ne retient pas les métaux ;
- ü Les enzymes, telles que : lysozyme, lactoperoxydase, protéase alcaline... ;
- ü Les protéines de la membrane des globules gras.

### **2.1.2. Azote non protéique :**

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

## **2.2. Composés lipidiques :**

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

Sur le plan biochimique les lipides de lait se composent selon Adrian, (1973) de :

-99% de triglycérides ;

-0.03 à 1.0% de phospholipides ;

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

Mathieu, (1998) relève que de nombreuses substances présentes en faibles quantités dans le lait sont dissoutes dans les lipides : acides gras libres et les constituants insaponifiables.

La matière grasse du lait se caractérise aussi par sa forte teneur en acides gras volatils, en particulier ceux qui le sont dans l'eau (Rochaix et al., 1942 )

Luquet, (1986) les ont repartis en acides gras,

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

\*fixes : C14-C20

- insaturés : 35%

Parmi ces acides gras, les plus abondants sont en nombre de deux: l'acide palmitique (25-30% des acides gras totaux) et l'acide oléique (23% des acides gras totaux) (Mathieu, 1998).

Par contre les lipides complexes ou polaires qui sont présents en faible quantité, sont soit accompagnés à la matière grasse ou bien sont en combinaison intime (Rochaix et al., 1942)

## **2.3. Composés glucidiques :**

### **2.3.1. Lactose :**

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

### 2.3.2. Oligosaccharides :

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

### 2.4. Eléments minéraux :

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

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

matières salines	en mg /100ml
<u>Macro-éléments :</u>	
-calcium ;	100-140
-phosphore ;	80-100
-magnésium ;	13
-potassium ;	140-175
-sodium ;	40-60
-chlore ;	115-150
<u>Oligo-éléments :</u>	
-fer ;	0,2
-zinc ;	150-400
-iode.	2-10

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

**Tableau 4** : Teneurs du lait en cendres et en matières salines

Les sels, les minéraux et les cendres	
Teneurs exprimées en g.l <sup>-1</sup>	
-sels ou matières salines	8,5-9,5
-minéraux ou matières minérales	7-8
-cendres	7-8

## 2.5. Constituants du lait à activité biologique :

### 2.5.1. Vitamines :

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

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

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

### 2.5.2. Enzymes du lait :

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

lipases facteurs de rancissement. La quantité de quelques enzymes comme la catalase constitue un indicateur de niveau d'hygiène du lait.

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

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

### 2.5.3. Hormones :

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

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

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

### **3. Caractéristiques physicochimiques du lait :**

#### **3.1. pH :**

Le pH du lait des différentes espèces varie généralement entre 6,5 et 6,8 (Lemens, 1985). Pour un lait frais et normal de vache, il est de l'ordre de 6,7 et varie en fonction de sa richesse en phosphates, citrates et en caséines (Mathieu, 1998). Les travaux de Singh, (1972) portant sur les caractéristiques du lait, montrent que le pH du lait diminue vers le dernier stade de lactation suite à l'augmentation du taux de la caséine et du phosphate.

#### **3.2. Acidité titrable :**

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

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

L'acidité d'un lait frais dont le lactose n'a pas été transformé en acide lactique est de l'ordre de 16°D (Mathieu, 1998).

Le pH et l'acidité évoluent avec la composition, ainsi une teneur élevée en composants acides (protéines, anions phosphate, citrate ou acide lactique) s'accompagne d'un pH faible contrairement à l'acidité de titration qui est élevée (Mathieu, 1998).

#### **3.3. Densité :**

La densité du lait est le rapport des poids du même volume du lait et d'eau à une même température. Le thermo-lactodensimètre étalonné à 20° C est un outil de détermination rapide de la densité (Essalhi, 2002).

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

#### **3.4. Point de congélation :**

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

#### **4. Origine des constituants du lait de vache**

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

##### **4.1. Matières azotées :**

En raison du rôle primordial de la glande mammaire dans les synthèses des protéines du lait, l'alimentation ne peut jouer dans ce domaine un rôle très important (Adrian, 1973). Mais d'après les théories modernes, les protéines du sang sont dégradées dans la mamelle en peptides et acides aminés à partir desquels cet organe construit les molécules azotées spécifiques du lait (Zelter, 1973). Par conséquent il existe une relation entre le taux d'azote ingéré et la richesse du lait en protéines. En effet si les besoins en azote de la vache ne sont pas couverts, le lait s'appauvrit en protéines, les fractions  $\alpha$  et  $\beta$  de la caséine restent les plus sensibles (Adrian, 1973). L'édification des caséines  $\alpha$  et  $\beta$  et la lactoglobuline se fait dans la mamelle à partir des acides aminés apportés par le courant sanguin. Par contre, les protéines plasmatiques, immunoglobulines et albumines sériques passeraient directement du sang au lait sans remaniements dans la mamelle (Zelter, 1973).

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

##### **4.2. Matière grasse :**

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

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

Concernant les AG courts et une partie des moyens, sont synthétisés dans la glande mammaire à partir du  $\beta$ -hydroxybutyrate et de l'acétate issu de la fermentation ruminale des glucides parietaux (Paccard, 2006).

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

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

<b>Nature du régime</b>	<b>Acide acétique (C<sub>2</sub>)</b>	<b>Acide propionique (C<sub>3</sub>)</b>	<b>Acide butyrique (C<sub>4</sub>)</b>	<b>C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub></b>	<b>pH</b>
<b>Foin de luzerne en bourgeons</b>	70%	18%	8%	3,9	6,5
<b>aliment concentré (orge + tourteau) à volonté + foin</b>	47%	28%	18%	1,7	6,1

La cellulose ingérée par la vache subit dans le rumen une fermentation qui produit les acides acétiques ou éthanoïque  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  et butyrique ou butanoïque  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ . Ces acides sont transportés par le sang à la mamelle où ils sont additionnés, soudés dans les cellules des acini et donnent des acides gras plus ou moins longs de 4 à 16 atomes de carbone (Mathieu, 1998).

C'est pourquoi l'action de la flore du rumen et de la glande mammaire est difficilement séparable puisque les produits formés par l'un étant repris par l'autre à des fins de synthèse (Smith et Dastur, 1965)

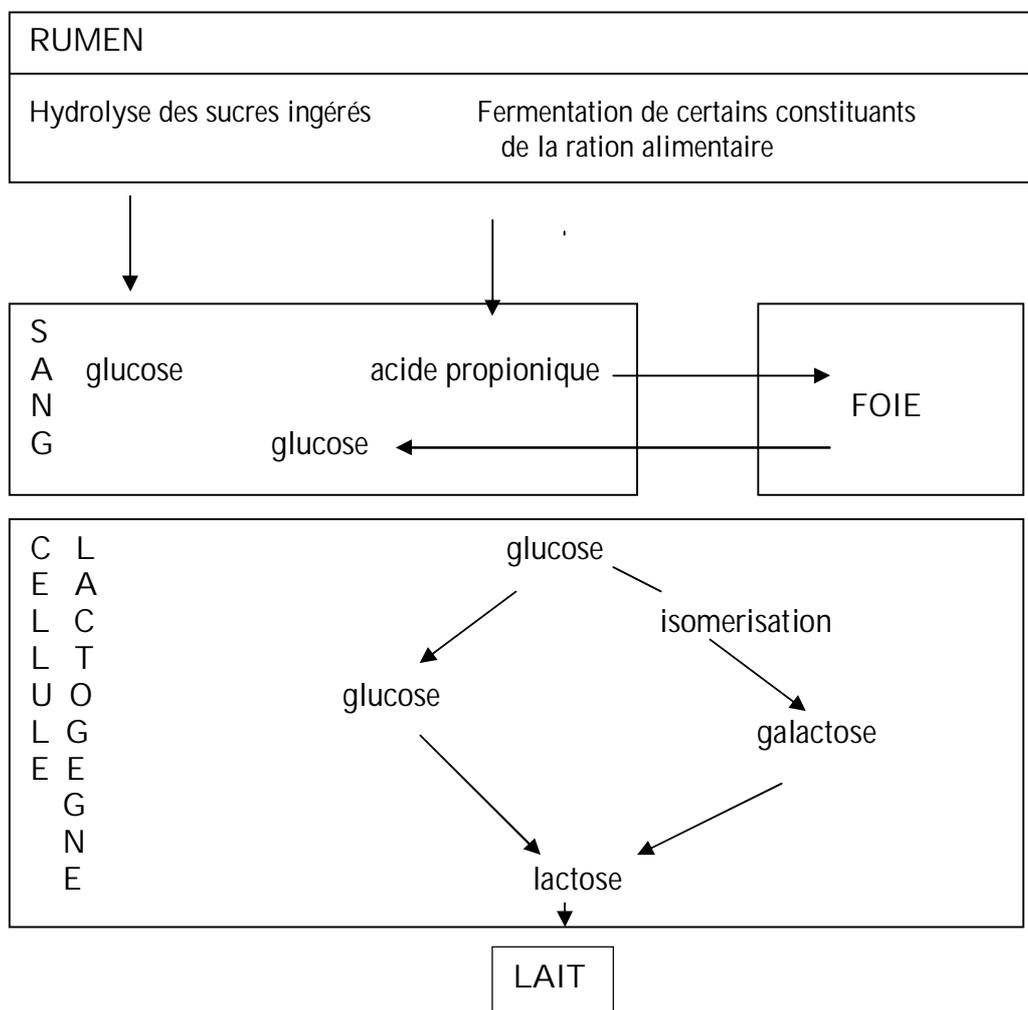
La glande mammaire utilise les acides gras volatils formés dans le rumen et il semble que c'est l'acide acétique qui est utilisé de préférence pour la lipogenèse (Linzel, 1967).

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

### 4.3. Lactose :

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

Les acini effectuent la synthèse du lactose (figure 1) à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie qui utilise à son tour une partie de l'acide propionique résultant des fermentations dans le rumen, de certains constituants des repas de la vache comme l'amidon. Il provient aussi pour une faible part de l'hydrolyse des sucres ingérés, saccharose par exemple, qui passent dans le sang au travers de la paroi intestinale. Les cellules lactogènes ont la faculté de transformer, une partie du glucose prélevé en galactose, d'unir leurs molécules et ainsi de produire du lactose (Mathieu, 1998)



**Figure 1** : Synthèse du lactose (Mathieu, 1998).

#### **4.4. Constituants salins du lait :**

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

##### **4.4.1. Constituants salins majeurs (macro-éléments) :**

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

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

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

## *Chapitre II*

### Alimentation de la vache laitière

La production de lait dépend à la fois de la capacité de synthèse de la mamelle d'une part et de la disponibilité en nutriments d'autre part. Or cette capacité de synthèse par la mamelle semble peu affecté par l'alimentation de la vache durant la lactation. A l'inverse, la synthèse du lait est fortement conditionnée de la quantité de nutriments disponibles liée aux quantités ingérées et à la composition de la ration (Faverdin et al., 2007).

## **1. Consommation volontaire de matière sèche chez la vache laitière :**

### **1.1. Définition :**

La consommation volontaire est appelée aussi capacité d'ingestion ou indigestibilité (improprement dénommé «appétit » (Wolter, 1997). La capacité d'ingestion s'exprime en unité d'encombrement et traduit l'aptitude et la motivation d'un animal à ingérer des aliments (Faverdin et al., 2007).

### **1.2. Facteurs de variation**

La quantité de matière sèche ingérée est déterminée par de nombreux facteurs qui peuvent être repartis en trois catégories selon qu'ils sont associés aux caractéristiques de l'animal, à celle de la ration ou de l'environnement physique et social (Lensink et al., 2006).

#### **1.2.1. Facteurs liés à l'animal :**

##### **1.2.1.1. Appétit et besoins physiologiques :**

La consommation volontaire d'aliment suit les besoins énergétiques de l'animal mais avec des décalages et des anomalies à certaines périodes, notamment pendant la période sèche et le début de lactation. (Serieys, 1997).

Soltner (1999), suggère que la capacité d'ingestion d'une vache en début de lactation augmente régulièrement pour atteindre son maximum vers le 2<sup>e</sup> mois, se stabilise puis diminue en fin de lactation. Donc l'appétit de la vache varie au sens contraire des besoins qui augmentent d'une manière exponentielle en fin de gestation d'une part avec le développement rapide du fœtus (Serieys, 1997) et d'autre part au début de lactation d'où la nécessité d'une matière sèche dont la valeur nutritive soit la plus élevée (Craplet, 1973).

##### **1.2.1.2. Influence du poids de la vache :**

L'augmentation de la consommation après le vêlage est plus réduite et moins rapide chez les vaches grasses que chez les vaches maigres (Serieys, 1997), ainsi la capacité d'ingestion diminue lorsque la note d'état corporel augmente (Faverdin et al., 2007). Toutefois, une

augmentation de 100 Kg de poids vif (format de l'animal) d'une vache permet une absorption supplémentaire de 2,5 Kg de matière sèche selon Craplet, (1973). Alors que pour Wheeler, (1996) la quantité de MS supplémentaire est de 1 Kg (tableau 8).

**Tableau 8 :** Ingestion de matière sèche par vache en seconde moitié de lactation (Wheeler, 1996)

Production laitière (Kg)	Poids vif de la vache (Kg)					
	450		550		650	
	%	Kg	%	Kg	%	Kg
<b>10</b>	2,6	11,7	2,3	12,7	2,1	13,7
<b>20</b>	3,4	15,3	3,0	16,5	2,8	18,2
<b>30</b>	4,2	18,9	3,7	20,4	3,4	22,1
<b>40</b>	5,0	22,5	4,3	23,7	3,8	24,7
<b>50</b>	5,6	25,2	5,0	27,5	4,4	28,6

#### 1.2.1.3. Influence de l'âge :

La capacité d'ingestion est modulée par l'âge de la vache (Faverdin et al., 2007). Avec un même poids vif et un même niveau de production les primipares consommeraient moins que les vaches adultes avec une différence de 0,5 Kg de matière sèche (ITEB, 1989), ceci est d'autant plus important que l'âge au premier vêlage est précoce (Faverdin et al., 2007).

#### 1.2.1.4. Capacité d'ingestion et potentiel de production :

La capacité d'ingestion s'accroît avec la production du lait potentiel qui correspond à la quantité du lait synthétisé par la mamelle lorsque la disponibilité en nutriments n'est pas limitée et pour une lactation sans problème sanitaire (Faverdin et al., 2007)..

Peyraud et al., (2005) considèrent que les vaches à haut niveau de production ont des besoins en nutriments plus élevés, et qui se traduisent au pâturage par un accroissement des quantités d'herbe ingérées. En outre, Alujevic (1978) note que la quantité de matière sèche ingérée augmente de 200 (au moins) à 400 g par Kg de lait à 4% de matière grasse selon la composition de la ration (rapport fourrage/concentré), la qualité de fourrage offert à volonté, le niveau d'apport azoté principalement en début de lactation (Tableau 9).

**Tableau 9 :** Variation de la consommation approximative de la MS pour des vaches laitières de 600 Kg en fonction du niveau de production

<b>Production laitières en Kg</b>	<b>Consommation approximative de MS en Kg</b>
0	12
5	14
10	15
15	16
20	17
25	18
30	19

### **1.2.2. Facteurs liés à la ration :**

#### **1.2.2.1. Composition de la ration :**

La composition botanique de la prairie peut contribuer à accroître la disponibilité et la qualité de l'herbe pâturée (Peyraud et al., 2005) ce qui explique le comportement des animaux à l'herbage où ils cherchent des plantes en croissance active et très feuillus, succulents et riches en minéraux et constituants solubles (Craplet, 1973). Concernant les fourrages, leur ingestibilité se trouve modifiée par l'addition d'aliments concentrés (Soltner, 1999)

Selon Rico-Gomez et Faverdin, (2001) l'amélioration de la nutrition protéique (+14 g PDIE/UFL en moyenne) des vaches laitières entraîne une augmentation significative des quantités ingérées (en moyenne 1 kg MS/jour), lorsqu'il n'y a pas simultanément une baisse importante de la quantité d'azote dégradable dans le rumen.

D'après Thenard et al., (2002) la ration de luzerne entraîne une forte ingestion sans modification de la production laitière ni du taux butyreux, mais une élévation du taux protéique sans celui de la caséine.

#### **1.2.2.1. Diversité de la ration :**

Selon Craplet, (1973) un animal consommant toujours la même ration de foin se fatiguera à la longue et si on lui distribue des betteraves il les mangera avec gourmandise, ce qui lui permet de couvrir ces besoins et assurer une production élevée. D'après Munyan, (2001), la consommation volontaire de MS se trouve augmenté par la distribution de plusieurs petits

repas de concentré, cela permet de réduire les troubles métaboliques et d'améliorer la reproduction et la vie productive.

### **1.2.3. Influence du facteur social :**

Des bovins isolés ingèrent moins que ceux conduits en groupe, ceci est dû au fait que les animaux en groupe synchronisent leurs prises alimentaires. Ce comportement rend les phases d'alimentation plus continues et stables et par conséquent il conduit à une augmentation de la quantité d'aliments ingérés (Lensink et al., 2006). Aussi la présence humaine stimule également la prise de nourriture (Vagneur, 2001).

## **2. Besoins alimentaires de la vache laitière :**

Les besoins nutritionnels de la vache laitière sont fonction de l'ensemble de ses dépenses d'entretien, de production (lait) et de gestation. Ces besoins sont d'ordre énergétique (UFL), azotés (PDI), vitaminiques et minéraux (Faverdin et al., 2007).

### **2.1. Définition des besoins :**

#### **2.1.1. Besoins énergétiques et azotés**

##### **2.1.1.1. Besoins d'entretien :**

Ce sont les besoins d'un animal qui ne produit ni du lait, ni fœtus, ni graisse et ni travail. Cet animal doit manger uniquement pour garder son poids (Soltner, 1978).

Ces besoins varient en fonction du poids de l'animal et de l'activité physique. Cependant ils ne sont pas modulés par le stade physiologique (Serieys, 1997).

##### **2.1.1.2. Besoins de croissance :**

Bien que la croissance des vaches laitières se prolonge à plusieurs lactations, les besoins de croissance ne sont importants que chez les primipares d'autant plus que le vêlage aura lieu à 24 mois. Cependant chez les multipares, la croissance est faible et les besoins correspondants sont considérés comme négligeables (Serieys, 1997).

##### **2.1.1.3. Besoins de gestation :**

Ils correspondent aux dépenses du fonctionnement du fœtus et du placenta, à la croissance des enveloppes, des liquides fœtaux, de la paroi utérine et enfin de la mamelle dans les dernières semaines de gestation. Ces besoins sont négligeables durant les six premiers mois de gestation en raison d'une croissance lente du fœtus. Les dépenses deviennent sensibles à partir

du 7<sup>ème</sup> mois de gestation, augmentant avec le poids du veau à la naissance. Au 9<sup>ème</sup> mois ils représentent presque la moitié des besoins d'entretien, ainsi ces besoins augmentent significativement entre le début et la fin du dernier mois de gestation (Serieys, 1997).

#### 2.1.1.4. Besoins de production laitière :

Ils correspondent aux synthèses et aux prélèvements de la mamelle pour la production du lait en fonction de sa composition (Serieys, 1997). En effet pour déterminer les besoins de lactation d'une femelle, on doit calculer l'énergie du lait selon sa composition chimique (tableau 10), or les teneurs en énergie brute et en protéines du lait de vache varient en moyenne dans le même sens avec celle de la matière grasse, raison pour laquelle on préfère exprimer la quantité du lait produit en Kg de lait standard à 4% de matières grasses, en tenant compte du TB, à l'aide de la relation de Gaines ( Jarrige, 1988)

$$\text{Quantité du lait standard (Kg)} = \text{lait produit (Kg)} \times (0,4 + 0,15 \times \text{Teneur en matières grasses})$$

Les besoins de lactation sont très élevés chez les fortes productrices laitières notamment en début de lactation ( Jarrige, 1988)

Le tableau 10 montre les variations des besoins nutritifs totaux et de la capacité d'ingestion chez la vache en fonction de la quantité et de la qualité du lait produit.

**Tableau 10 :** Besoins de production et capacité d'ingestion en fonction de la qualité et quantité du lait produit (Faverdin et al., 2007)

Entretien = A Poids vif (kg)	UFL			PDI (g)				MSI (kg/j)	Ca <sub>abs</sub> <sup>d</sup>	P <sub>abs</sub> <sup>d</sup>		
	A1 <sup>a</sup>	A2 <sup>b</sup>	A3 <sup>c</sup>	Toutes conditions								
500	4,4	4,8	5,3	345				10	11,4	9,5		
550	4,7	5,2	5,6	370				13	13,4	12,0		
600	5,0	5,5	6,0	395				16	15,4	14,5		
650	5,3	5,8	6,4	420				19	17,4	17,0		
700	5,6	6,2	6,7	445				22	19,4	19,5		
750	5,9	6,5	7,1	470				25	21,4	22,0		
Production lait = B Lait (kg)	TIB (g/kg)					TP (g/kg)				Lait (kg)		
	32	36	40	44	48	28	30	32	34			
10	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	438	469	500	531	10	12,5	9,0
15	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	656	703	750	797	15	18,8	13,5
20	7,7	8,3	8,8	9,3	9,9	875	938	1 000	1 063	20	25,0	18,0
25	9,7	10,3	11,0	11,7	12,3	1 094	1 172	1 250	1 328	25	31,3	22,5
30	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	1 313	1 406	1 500	1 594	30	37,5	27,0
35	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	1 531	1 641	1 750	1 859	35	43,8	31,5
40	15,5	16,5	17,6	18,7	19,7	1 750	1 875	2 000	2 125	40	50,0	36,0
45	17,4	18,6	19,8	21,0	22,2	1 969	2 109	2 250	2 391	45	56,3	40,5
50	19,4	20,7	22,0	23,3	24,6	2 188	2 344	2 500	2 656	50	62,5	45,0
55	21,3	22,7	24,2	25,7	27,1	2 406	2 578	2 750	2 922	55	68,8	49,5
60	23,2	24,8	26,4	28,0	29,6	2 625	2 813	3 000	3 188	60	75,0	54,0
Gestation = C Stade	Poids veau (kg)			Poids veau (kg)			Stade					
	35	45	55	35	45	55						
6 <sup>ème</sup> mois	0,4	0,6	0,7	36	47	59	6 <sup>ème</sup> mois	1,9	1,5			
7 <sup>ème</sup> mois	0,8	1,1	1,3	68	88	109	7 <sup>ème</sup> mois	3,8	2,8			
8 <sup>ème</sup> mois	1,4	1,8	2,7	116	148	180	8 <sup>ème</sup> mois	6,7	4,2			
9 <sup>ème</sup> mois	2,3	2,9	3,5	179	227	274	9 <sup>ème</sup> mois	9,7	5,3			

## **2.1.2. Besoins en minéraux et en vitamines :**

### **2.1.2.1. Minéraux (Ca, P) :**

Les besoins d'entretien sont fonction du poids vif de la vache et surtout des quantités totales ingérées. Les besoins de production sont liés aux exportations de Ca et de P dans le lait et les besoins de gestation sont calculés à partir de la semaine de gestation (Faverdin et al., 2007). En effet pour la gestation il faut au moins 20 g de Ca et 15 g de P mais, en raison du déficit minéral du début de lactation, il est préconisé de donner un maximum de minéraux pendant toute la gestation, période où sont facilement retenus (Craplet, 1973).

### **2.1.2.2. Les vitamines :**

Il est admis que, chez les ruminants, les besoins en vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamine C) et en vitamine K sont couverts grâce à leur synthèse par la flore du rumen. Les apports concernent donc les vitamines A, D et E (INRA, 1992).

- **Vitamine A :**

Les besoins peuvent être estimés à 0,1 mg de carotène par Kg du poids vif et par jour. A la fin de la gestation il faut doubler ce chiffre pour augmenter les réserves du nouveau-né et d'enrichir le colostrum par la vitamine A. (Craplet, 1973).

- **Vitamine D :**

Elle doit être apportée à la dose de 5.000 unités internationales pour couvrir les besoins d'entretien et de lactation mais cette dose ne permet pas de rendre positif le rapport phospho-calcique en début de la lactation car les dépenses sont plus fortes que les apports (Craplet, 1973).

- **Vitamine E :**

Dans les conditions courantes le déficit en vitamine E est très improbable car elle est largement répandue dans les aliments habituels (Craplet, 1973).

## **2.1.3. Besoins hydriques : Abreuvement**

L'eau est utilisée comme véhicule des nutriments vers les tissus, support de la digestion, véhicule de l'excrétion, moyen de rafraîchissement, source de minéraux et comme constituant de base du lait (Chesworth, 1996). Il semble selon Wolter, (1994) que tout sous-abreuvement entraîne une diminution de la consommation alimentaire et de la production laitière. Il faut

permettre une ingestion régulière mais sans sur abreuvement qui expose l'animal aux coliques mais sans aucun risque de dilution du lait car il n'existe pas de « mouillage au ventre ».

Pour Craplet, (1973) Les besoins en eau varient en fonction de plusieurs facteurs à savoir :

- le poids vif de la vache ;
- La production laitière : 3,4 à 5,5 Kg d'eau par Kg de lait produit ;
- La teneur des aliments en eau, en protides absorbés et en sels diurétiques comme l'ion potassium ;
- la température ambiante et le degré d'humidité atmosphérique.

## 2.2. Estimation des besoins journaliers de la vache laitière :

### 2.2.1. Besoins énergétiques et azotés :

Le tableau 11 rapporte les besoins énergétiques et azotés d'entretien, de gestation et de lactation.

**Tableau 11** : Besoins énergétiques et azotés chez la vache laitière (INRA, 1988)

	<b>UFL</b>	<b>PDI</b>
<b>Entretien :</b> (PV : poids vif en Kg Soit pour 600Kg	$1.4+0.6 \times 10^{-2} PV$ 5.0	$100+0.5PV$ 400
<b>Gestation (/jour) :</b>		
• 7 <sup>ème</sup> mois	+0.9	+75
• 8 <sup>ème</sup> mois	+1.6	+135
• 9 <sup>ème</sup> mois	+2.6	+205
<b>Lactation :</b> Par Kg de lait Standard à 4%de MG	0.44	48

### 2.2.2. Minéraux et les vitamines :

Les tableaux 12 et 13 rapportent successivement l'estimation des besoins en minéraux essentiels (macroéléments) et en vitamines.

**Tableau 12** : Besoins journaliers en éléments minéraux majeurs (INRA, 1988).

		P	Mg	K	Na
Entretien (en mg/Kg PV)	18	25	5	-	-
Croissance (g/kg de gain de poids)	10-15	5-8	0,4	1,6-1,8	0,9-1,4

**Tableau 13 :** Besoins journaliers en vitamines (enUI/animal/jour) (INRA, 1988)

	Vit A	Vit D
Vaches à l'entretien Poids 600 Kg	45000	18000
Vaches en fin de gestation (8 <sup>eme</sup> -9 <sup>eme</sup> mois)	45000	18000
Génisses en croissance Poids=360Kg croît 0.7Kg/j	15400	2400

### 3. Périodes critiques de l'alimentation de la vache laitière

Le rationnement d'une vache en production dépend des stades de lactation. Ainsi, la conduite de l'alimentation de la vache laitière comporte deux phases critiques qui se succèdent avec des niveaux des besoins très opposés et cumulent les effets néfastes des erreurs de rationnement (figure 2)

	Alimentation	Traite	Reproduction	Santé	
<b>Tarissement</b>	++			++	← Equilibre alimentaire + Hygiène
<b>Début lactation</b>	+++	+++	+++	+++	← Niveau alimentaire
<b>Milieu lactation</b>	+	++			← Reconstitution des réserves
<b>Fin lactation</b>		+			← Reconstitution des réserves

**Figure 2 :** Objectifs principaux en fonction du stade de lactation (Wolter, 1997)

#### 3.1. Durant le tarissement :

Cette période sert au bon démarrage de la lactation. Elle se distingue par des besoins quantitatifs relativement faibles, mais par des exigences qualitatives particulières liées à la gestation (Wolter, 1997)

La vache ne devrait ni s'engraisser, ni maigrir si elle était en bon état de chair avant le tarissement, cependant la capacité d'ingestion dépasse 10 à 12Kg de MS, ce qui implique d'apporter un régime fibreux comportant plus de 30% de lignocellulose tel que un pâturage moyen, du foin à volonté, du foin en complément d'ensilage d'herbe (rationné à 5 Kg de MS) ou d'ensilage de maïs (rationné à 3 Kg de MS) , couvrant ainsi les besoins d'entretien et de gestation (Serieys, 1997)et favorise une forte rumination (Vespra, 1986). Ce type de régime d'après Wolter, (1997) évite le sur engraissement et permet le développement de la panse.

Concernant les vaches maigres, Serieys, (1997) recommande l'utilisation de manière plus libérale des fourrages plus énergétiques comme l'ensilage de maïs, donc il faut adapter ce rationnement à chaque cas puisque la vache doit vêler en état mais non grasse.

Selon Vespra, (1986) la phase d'adaptation au régime alimentaire correspond à la préparation de la lactation. Sa durée est de 30 jours pour les génisses et 15 jours pour les vaches. Par contre Wolter, (1997) il l'estime à 3 semaines avant le vêlage et préconise à ce que les fourrages comme les concentrés qui sont introduits en cette période soient de même nature avant et après vêlage pour constituer un même « fond de cuve » pour la microflore.

Le complément de production doit être incorporé selon ce même auteur progressivement au cours des trois dernières semaines de gestation « steaming-up », en moyenne :

- ü 1 Kg/VL/j : 3 semaines avant vêlage ;
- ü 2 Kg/VL/j : 2 semaines avant vêlage ;
- ü 2 à 3 Kg/VL/j : 1 semaines avant vêlage.

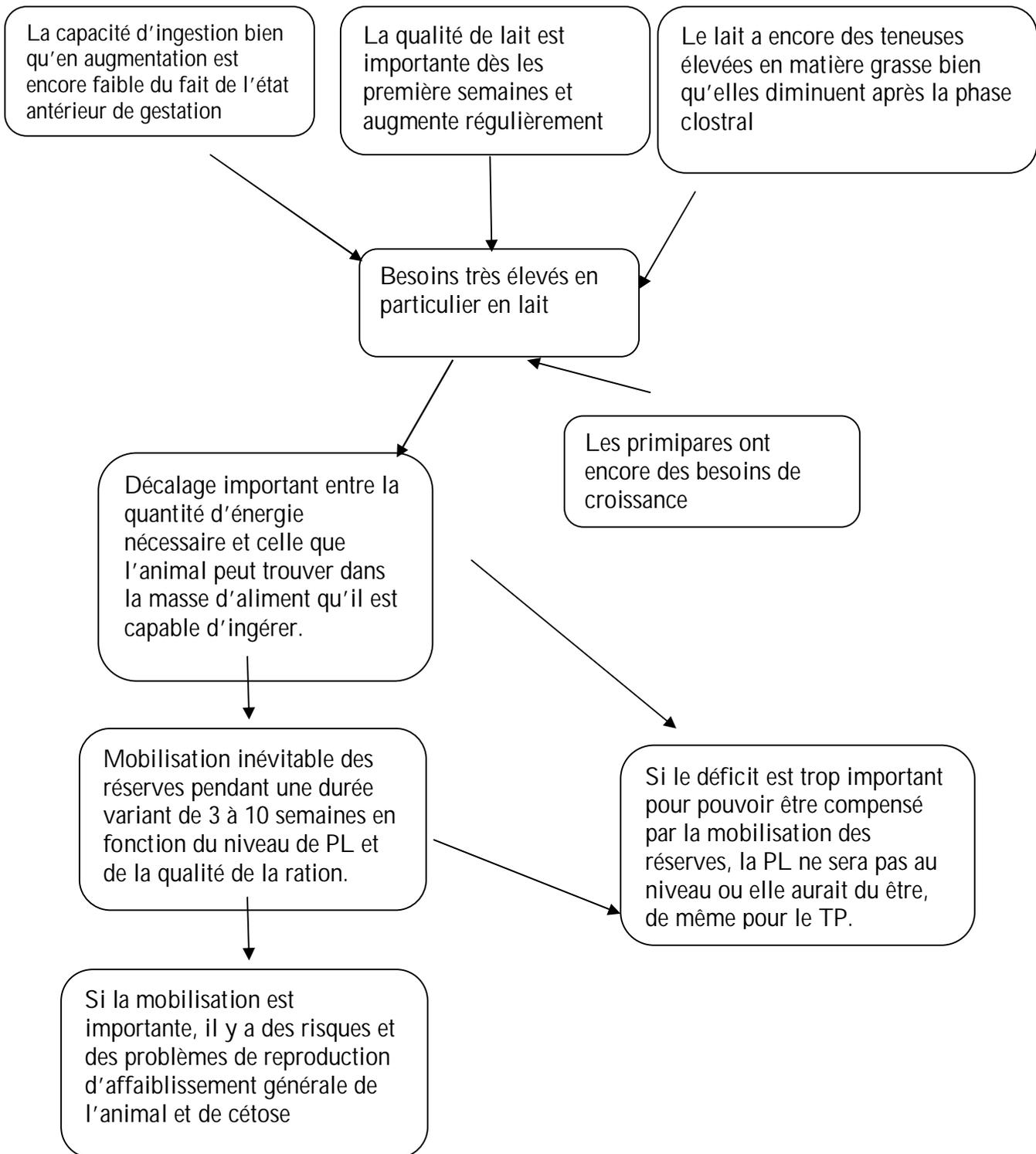
Mais ces quantités doivent être modulées en fonction de l'état corporel individuel qui devrait se situer vers une note de 3,5 à 4 au moment du vêlage

### **3.2. Début de lactation**

La période alimentaire la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le pic de lactation. En effet, les besoins augmentent en flèche suite à l'augmentation de la production laitière. Paradoxalement la capacité d'ingestion de la vache est faible et évolue moins vite que les besoins (Araba, 2006). D'après Seryes (1997) et Jarrige (1988) l'appétit augmente brutalement juste après le vêlage de 3 à 4 Kg de MS et représente 60 à 85 % du maximum qui est atteint au cours du 3<sup>eme</sup> mois, par conséquent le déficit énergétique est inévitable. Parallèlement à l'augmentation du niveau de production, le lait du début de lactation est riche en protéines et en matières grasses, ainsi les besoins azotés sont pratiquement maximum dès la première semaine de lactation et ceux en énergie dès la fin de la deuxième (Jarrige, 1988). En effet la vache doit ingérer une ration théorique très concentrée

en éléments nutritifs (Serieys, 1997). Ainsi la vache mobilise ses réserves corporelles pour couvrir ses besoins en énergie d'autant plus que son niveau de production est plus élevé, par contre, la sous-alimentation azotée en début de lactation doit être limitée en raison des faibles capacités de mobilisation des réserves protéiques (Jarrige, 1988). Il est à noter par Serieys, (1997) que les sources endogènes en calcium et en phosphore sont particulièrement importantes (demineralisation osseuse). Pour remédier aux problèmes alimentaires rencontrés en début de lactation, résumés au niveau de la figure 3, Jarrige (1988) recommande de remplacer une partie de l'aliment concentré (1 à 2Kg voire 3 Kg selon le potentiel des vaches) par des aliments riches en matières azotées (> 35%) et dont la valeur en PDI est > 250g/Kg. Il prévoit l'utilisation des tourteaux de soja ou de soja-colza protégés dans le but de satisfaire en mieux les besoins en acides aminés limitants.

En conclusion, le déphasage et la disproportion entre le pic des besoins et celui de l'appétit engendre un déficit énergétique et un amaigrissement, d'où la nécessité d'une complémentation concentrée, progressive, suffisamment libérale et soutenue (Cauty et Perreau, 2003)



**Figure 3 :** Problèmes du début de lactation (Cauty et Perreau, 2003)

#### 4. Influence de la nature du régime alimentaire sur la production laitière à l'égard du taux protéique et du taux butyreux

Il est présenté dans le tableau 14 les aliments les plus courants susceptibles de constituer la ration de la vache laitière. Nous étudierons l'influence qu'ils peuvent présenter sur la production laitière.

**Tableau 14 :** Influence de la ration sur la production des vaches laitières. Mathieu, (1971)

Ration de base	Caractéristique de la ration	Conséquences		
		Production laitière	Taux azoté	Taux butyreux
Foin et ensilage de l'herbe	Riche en cellulose (pas de sucres solubles)	favorable	Peu favorable	Favorable
Ensilage de maïs et foin	Riche en cellulose sucres solubles et amidon	Moyennement favorable	favorable	Favorable
Herbe jeune durant la saison de pâturage	Riche en sucres solubles, pauvre en cellulose et matière sèche	Favorable grâce à l'herbe disponible	favorable	Peu favorable
Part importante du concentré et produit déshydraté	Riche en amidon	Moyennement favorable	favorable	Peu favorable

#### 4.1. Effet des fourrages :

Les quantités de fourrages dans la ration et leur structure ont un effet très marqué sur la synthèse des matières grasses laitières (Jarrige, 1988). Ainsi les fourrages entraînent les libérations d'acides gras volatiles, associées à un pH intraruminal proche de 7 et privilégie la fermentation acétique, donc profitable au taux butyreux (figure 4) puisque l'acide acétique est le précurseur majeur des AG courts et moyens qui sont abondants dans le lait des ruminants. Cependant les fourrages comprimés, dont la cellulose est finement broyée, donc facilement (rapidement) fermentescibles doivent être considérés comme des aliments semi-concentrés (Wolter, 1971)

##### 4.1.1. Effet de l'ensilage :

D'après Jarrige, (1988) et Mathieu, (1971) l'utilisation de l'ensilage de maïs permet de produire un lait riche en matières grasses (3 à 4 g par Kg) et en protéines (1 à 2 g par Kg) que

lors de distribution de rations à base de foin et d'ensilage d'herbe (tableau 14), néanmoins Chénais *et al* (1997) ne confirme pas cet intérêt attribué à l'ensilage de maïs puisque en moyenne lors de neuf essais, l'apport journalier de 5 kg de MS d'ensilage de maïs n'a varié ni la production laitière, ni le taux protéique. Un seul effet significatif a été signalé et qui consiste en une augmentation du taux butyreux (+ 1,2 g/kg). Dans le même sens Coulon et Hoden (1991) estiment que l'ensilage de maïs semble plus favorable au TB, car il est relativement bien pourvu en MG (environ 4% MS). Par contre Araba (2006) estime que l'apport d'ensilage de maïs est souvent associé à un TP élevé, en raison de sa valeur énergétique élevée.

L'effet positif de l'ensilage de maïs sur le TB est observé particulièrement lors d'utilisation de rations mixtes, ainsi l'introduction de 1 à 2 Kg de foin dans une ration d'ensilage de maïs distribuée comme plat unique permet d'augmenter la fibrosité et donc le TB (Labarre, 1994).

Quant à l'utilisation des autres ensilages Essalhi (2002) affirme que le TB du lait produit par des vaches qui ont reçu un régime à base d'ensilage de pois ou d'orge est inférieur à celui des vaches ayant reçues l'ensilage de luzerne.

En conclusion et si on compare les différents régimes classiques, les rations à base d'ensilage de maïs conduisent à la production d'un lait riche en matières grasses mais normales en protéines.

#### **4.1.2. Effet de l'herbe :**

L'herbe très répandue en Algérie, est largement utilisée dans les rations notamment de février à avril. L'approvisionnement en herbe peut avoir une influence sur la qualité du lait. L'importance de cette influence dépend d'une part de la valeur alimentaire de cette herbe qui varie en fonction du stade d'exploitation. En effet Wolter (1971) suggère que l'herbe trop jeune contient trop peu de fibres et dont la cellulose peu polymérisée se dégrade très rapidement, engendrant une diminution des sécrétions salivaires, par conséquent il y a une baisse du pH du rumen et une stimulation des fermentations propioniques par rapport aux fermentations acétiques. Cette situation augmente la tendance à l'engraissement et réduit la production laitière et celle du TB. Ces fermentations engendrées par ces fourrages sont semblables à celles dues à l'utilisation excessive des concentrés (Agabriel et al., 1999)

D'autre part l'influence de l'approvisionnement en herbe dépend des conditions d'utilisation, ainsi Jarrige, (1988) suggère que la mise à l'herbe peut influencer positivement (de 2 à 3 g par Kg pour les TB et TP) la composition du lait notamment lorsque elle fait suite aux régimes d'hiver (foin, ensilage d'herbe) peu favorables à la richesse du lait puisque ils

n'apportent que peu d'énergie. Aussi Essalhi (2002) estime que le passage progressif aux régimes d'herbe augmente la teneur du lait en matières grasses et protéiques. Par conséquent la mise à l'herbe brutale sur des pâturages très jeunes peut entraîner une baisse du TB.

#### **4.1.3. Effet des Foins**

Le foin reste très fréquemment l'aliment principal des ruminants durant les périodes « creuses » de l'affouragement. L'influence de l'ingestion du foin sur la qualité du lait est extrêmement variable, elle varie, dans le même sens que la digestibilité et la valeur énergétique. En ce sens et d'après Mathieu, (1971) le foin d'herbe qui est riche en éléments celluloses est favorable à la production laitière et au taux butyreux (tableau 14). En comparant entre ensilages et foins Araba (2006) suggère que le foin est plus efficace dans l'élaboration d'un TB élevé par rapport aux mêmes fourrages ensilés, même s'il présente la même quantité de fibres.

#### **4.2. Effet des prairies fertilisées ou de légumineuses :**

Sur prairies fertilisées ou de légumineuses (trèfle blanc) la teneur en PDI est rarement le principal facteur limitant de la production laitière au pâturage. L'apport croissant de tourteaux tannés (de 0 à 100 %) dans un concentré à base de céréales permet d'augmenter la production de 0,18 kg de lait et 3,5 g de protéines permises par tout apport supplémentaire de 100 g de PDIE (Delaby et al 1996). Par conséquent l'excès d'azote provenant de l'introduction de tourteaux dans le concentré n'est pas valorisée et est éliminé dans l'urine (Astigarra et al., 1994 ; Delagarde et al., 1999 ; Vérité et Delaby, 1997)

#### **4.3. Effet des prairies de graminées peu ou pas fertilisées :**

La faible teneur en MAT de l'herbe de ce type de prairies (parfois inférieure à 120 g/kg MS) peut avoir comme conséquence une réduction de l'ingestion (Delagarde *et al.*, 1999) et des apports en PDI, dans ce cas la supplémentation du concentré avec de tourteaux tannés permet de combler le déficit en azote (Delaby et al ., 2003).

Cependant ces situations ont une durée limitée ce qui ne justifie pas l'utilisation constante systématique des concentrés riches en protéines (Stockdale *et al.*, 1997), puisque l'apport d'un complément à base de céréales ou dont la teneur en MAT est inférieure à 140 g/kg MS s'avère aussi efficace

#### **4.4. Effet des rations riches en glucides solubles :**

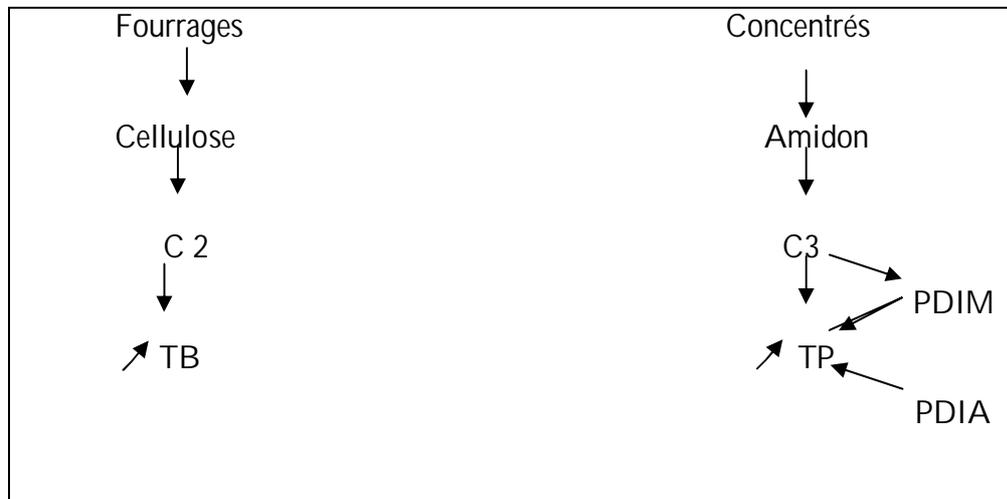
D'après Soltner (1999), la richesse des betteraves fourragères en saccharose favorise la production de l'acide butyrique, alors qu'elle diminue celle de l'acide acétique. Cette orientation butyrique est favorable à la synthèse des matières grasses du lait, qui au contraire est réduite par l'orientation propionique des rations à base d'amidon.

#### **4.5. Effet des concentrés :**

L'effet de l'apport des concentrés sur la composition du lait dépend d'une part de leur niveau d'apport, et d'autre part de leur nature. En effet, le type de concentré utilisé reflète la nature des glucides de la ration (Araba 2006). D'après Jarrige, (1988) l'utilisation de certains compléments alimentaires (pulpes de betteraves, son, betteraves, lactosérum...) comme aliment concentré ou en association aux fourrages de base, ont un effet favorable sur la composition du lait (de 1 à 3g du complément par Kg).

Les concentrés amylicés (figure 4) privilégient la production de l'acide propionique favorables aux taux protéiques (Wolter, 1994). Dans le même sens Mathieu, (1971) suggère que la part importante du concentré et des produits déshydratés dans la ration favorise davantage le taux azoté sur le taux butyreux (Tableau 14), cela peut être expliqué selon Soltner, (1999) par le fait qu'une ration riche en aliments concentré apporte des quantités élevées d'amidon rapidement fermenté, engendrant une baisse du pH, cet abaissement provoque une acidose et une diminution de la production d'acide acétique au profit des acides propioniques et butyrique. Quant au maïs dont la dégradabilité de l'amidon est plus lente, et aux aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasses), Araba (2006) montre que l'apport de ces derniers est favorable à des TB élevés par l'augmentation de la production ruminale du butyrate.

D'après Bedouet (1990) un TB bas enregistré chez toutes les vaches en début de lactation signifie que l'augmentation du concentré n'est pas assez progressive, de ce fait il faut faire respecter un maximum de 300g/j



**Figure 4 :** Rôle différencié de l'alimentation à l'égard des taux protéique et butyreux (Wolter, 1994).

## *Chapitre III*

Facteurs de variation de la composition  
chimique du lait

De par sa composition chimique, le lait contient à lui seul tous les éléments nécessaires à la vie de l'homme. Il demeure irremplaçable comme aliment de sécurité dans la ration des adultes; c'est aussi l'aliment spécifique de croissance pour les nourrissons et les enfants.

La plupart des constituants du lait ont pour origine d'une part les aliments ingérés par la vache et d'autres part des mécanismes de synthèse des ruminants.

## **1. Matières azotées :**

Les protéines sont les constituants les plus recherchés du lait. Les facteurs de variation de leur concentration, d'origine physiologique, génétique ou alimentaire sont bien connus et ont fait l'objet de nombreuses revues de synthèse (Remond, (1985) ; Sutton, (1989) ; Coulon et Remond, (1991) ; Rulquin *et al.*, (1994) ; Coulon *et al.*, (1995))

### **1.1. Influence des facteurs génétiques :**

Il fut admis pendant longtemps que les facteurs génétiques demeuraient à peu près sans effet sur les protéines lactiques. Les facteurs raciaux ne déterminent pas les pourcentages des diverses fractions protéiques du lait (Rolleri *et al.*, 1956). Cependant les travaux menés par Zelter (1973) montrent que l'influence la plus marquée sur la teneur azotée du lait chez le ruminant est d'origine génétique. Il s'appuie sur les résultats des chercheurs qui estiment qu'une sous- nutrition azotée prolongée peut abaisser la richesse protéique du lait, en revanche une suralimentation azotée ne permet pas d'enrichir un lait en protéines, lorsque la teneur a atteint le seuil maximal compatible avec le potentiel génétique du sujet.

A cet effet, Coulon *et al.* (1998) nous rapportent les résultats de recherche de certains auteurs. Lesquels ont observé des différences significatives entre races, à l'avantage de vaches Jersiaises (+3 points) ou Brunnes (+3,5 points) comparativement à des vaches Holstein. Cependant ces différences ne sont pas systématiques, puisque Coulon *et Binet* 1987 observent un rapport légèrement plus faible (-0,3 point) chez des vaches Brunnes que chez des Holstein.

Agabriel *et al.*, (2001) suggèrent que les facteurs génétiques expliquent les différences de taux protéique (3,2 g/kg) entre la classe composée essentiellement de troupeaux Montbéliards et la classe composée à 50 % de troupeaux Prim'Holstein).

### **1.2. Stade de lactation :**

Plusieurs auteurs (Bedouet (1994) ; Ennuyer (1994) ; Martinot (2006)) ont montré que le TP est élevé la première semaine puis décroît pour atteindre son minimum vers le deuxième mois de lactation (phénomène de dilution au pic) et remonte progressivement jusqu'au 10<sup>ème</sup> mois

de lactation d'environ 1 g/kg/mois. La raison pour laquelle il faut penser à estimer les taux en fonction du mois moyen de lactation. Dans le même sens Remond et al., (1992) cité par Seryes (1997) estime que le TP augmente de plus de 20 points au cours des 9 dernières semaines précédant le vêlage

### **1.3. Durée de tarissement**

Seryes (1997) suggère que le non tarissement et dans une moindre mesure, un tarissement court contribuent à une augmentation du taux protéique, notamment pour les deux premières lactations. L'augmentation du TP est due d'une part à un effet de concentration de la matière utile dans un petit volume de lait puisque le tarissement court affecte négativement la quantité de lait produite, d'autre part l'amélioration du TB résulte d'un métabolisme mammaire plus efficace pour la synthèse des protéines lactées suite à une balance énergétique plus équilibrée en début de lactation.

### **1.3. Effet de la saison :**

La saison agit sur la composition du lait par le biais de l'alimentation. En effet le régime alimentaire d'hiver est à base de fourrages conservés. Celui de printemps et d'été accorde la première place au pâturage. La mise à l'herbe, entraîne, si elle est progressive, une augmentation de la teneur du lait en matières azotées totale et singulièrement de l'urée, mais une diminution de la proportion des caséines dont l'augmentation de leur taux est moindre à celui des matières azotées non protéiques. L'accroissement de la quantité de protéines est dû à l'élévation du niveau énergétique (Mathieu, 1998).

En effet plusieurs auteurs (Peters et al., (1981) ;Tucher, (1985) ;Boquier, (1985) ;Stanisiewski et al., (1985) ;Phillips et Schofield, (1989) cité par Essalhi, 2002) ont montré que l'augmentation du temps d'éclaircissement expérimental (15 à 16 heures) entraîne une élévation des quantités produites et parfois une diminution de la teneur du lait en matières utiles (TB et TP).

L'accroissement de la production est due à l'augmentation des quantités ingérées, par contre la chute du TB et du TP sont liées aux modifications des équilibres hormonaux notamment à l'augmentation de la prolactinémie (Essalhi, 2002).

### **1.4. Etat sanitaire de la vache :**

L'altération de la capacité de filtration lors d'infection de la mamelle conduit à un passage accru des éléments d'origine sanguine dans l'organe en question. Ainsi il y a une

augmentation de la teneur du lait en protéines solubles et en minéraux (sodium et chlorure) (Mathieu, 1998)

### **1.5. Age :**

Lorsque la vache avance dans l'âge il y a une détérioration des capacités de synthèse du tissu mammaire avec une augmentation de la perméabilité tissulaire. Les conséquences des mammites survenant au cours des lactations précédentes. Cette situation a une influence positive sur la richesse du lait en protéines et négative sur le rapport caséines/protéines, notamment après la 4<sup>ème</sup> lactation et lorsque la numération cellulaire dépasse 200 000 cellules/ml (Coulon et al., 1998)

### **1.6. Effet des facteurs alimentaires**

La composition chimique du lait, en particulier le taux protéique peut varier fortement sous l'effet des facteurs alimentaires (Sutton, 1989)

Selon Rook (1976), la teneur du lait en protéines est sensible au taux alimentaire en énergie et à moindre degré aux protéines de la ration. Aussi (Coulon et Remond, 1991 ; Dawson et Rook, 1972) suggèrent que le taux protéique évolue dans le même sens que les apports énergétiques. Mais d'après Doreau et Chilliard, (1992) l'augmentation de ces apports ne doit pas être réalisée par adjonction de matières grasses qui, au contraire présente un effet dépressif sur le TP.

Armstrong (1968), nous précise que les modifications du contenu protéique du lait sont beaucoup plus importantes lorsque le régime énergétique est bas. C'est-à-dire qu'une sous-alimentation de 80% des besoins diminue la teneur en azote de deux à cinq points, alors qu'une sur-alimentation énergétique de 125% n'a qu'un effet moindre sur le taux azoté (Dawson et Rook, 1972).

Enfin, l'effet de la nature de l'énergie sur le taux protéique fait l'objet de résultats contradictoires, même si il est admis que des rations riches en amidon conduisent en général à une élévation du taux protéique, au moins dans les cas extrêmes (Coulon *et al.*, 1989 ; Sutton, 1989). C'est ce que l'on observe quand on introduit, dans la ration, des aliments riches en énergie comme les céréales. Il se passe comme si l'animal utilisait mieux l'azote qu'il ingère parce qu'il dispose de plus d'énergie (Mathieu, 1998)

Concernant l'impact des apports azotés dans la ration Rémond , (1985) nous montre que l'accroissement de leur niveau d'apport entraîne une augmentation conjointe des quantités de lait et de protéines sécrétées, donc le taux protéique est peu modifié. Aussi l'augmentation de

ces apports entraîne une élévation de la teneur en urée du lait, mais ceci n'affecte que très peu la teneur en MAT totale du lait (+ 0,1 g/l). D'après Mathieu (1998) un apport azoté croissant avec l'énergie de la ration maintenue constante, n'a pas d'effets sur la teneur en protéines du lait mais entraîne une augmentation du taux d'urée et donc celui des MAT.

Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier (Rulquin *et al.*, 1993), donc de la nature des compléments azotés distribués aux animaux (Coulon, 1998). Par exemple l'apport de Smartamine<sup>®</sup> (méthionine protégée) entraîne toujours une amélioration du TP mais qui varie en fonction du régime alimentaire. L'apport journalier recommandé est de 12 g par vache avec des régimes maïs à volonté et bien équilibrés. L'augmentation du TP peut être constatée en moins d'une semaine si la méthionine est le facteur limitant principal de la production des protéines du lait (Bedouet, 1994 et Enjalbert, 1994)

Une augmentation du TP peut être due au phénomène de concentration si la production laitière est faible. Si la production laitière est moyenne, on est très souvent en présence d'un déficit en PDIA : la panse fonctionne bien, fabrique des protéines microbiennes (PDIM) mais le relais n'est pas pris par les protéines d'origine alimentaire pour assurer une production laitière suffisante (Bedouet, 1994)

## **2. Matières grasses :**

La matière grasse du lait varie selon les conditions zootechniques (race, individu, stade de lactation et l'alimentation) (Jeness et Loan, 1970)

### **2.1. Stade de lactation :**

Les teneurs en matières grasses, au cours de la lactation évoluent en sens inverse de la quantité du lait (Bickerstaffe et al, 1974).

Le TB est élevé durant le 1er mois de lactation (1er contrôle) puis décroît au 2<sup>ème</sup> contrôle et remonte après le 3ème ou 4ème mois de lactation. Une non remontée du TB peut être expliquée par un état acidotique. Les taux butyreux suivent un cours à peu près réciproque à la courbe de lactation, en grande partie du fait du phénomène de dilution (OTZ, 2006).

### **2.2. Durée de tarissement**

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

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

### **2.3. Etat sanitaire des animaux :**

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

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

### **2.4. Effet des facteurs alimentaires :**

Nous avons vu la double origine des matières grasses du lait :

- l'une étant la synthèse des acides gras à courte chaîne à partir des acides gras volatils.
- l'autre étant le simple passage des lipides alimentaires du sang dans le lait.

En conséquence le régime doit assurer :

- Ø une production appropriée d'acide acétique et butyrique dans le rumen
- Ø une quantité minimale de graisse.

Hawkins et al (1963) ont montré l'existence d'une corrélation entre le taux butyreux et le pourcentage molaire de l'acide acétique et butyrique du rumen ( $r = 0,753$ ). Par conséquent ces deux acides révèlent une importance majeure pour la synthèse de la matière grasse du lait. Cependant la formation de ces deux acides, ainsi que celle de l'acide propionique, dépend de la dégradation microbienne de la cellulose dans le rumen. Donc, il est nécessaire d'avoir une certaine proportion de la cellulose dans la ration. Ainsi des relations ont pu être établies entre l'indice de fibrosité et le TB, ainsi Sauvart et al (1990) ont enregistré une baisse de 3g/Kg quand l'indice diminue de 10 min du temps de mastication/Kg de MS, et entre la granulométrie des aliments et TB où Sauvart (2000) a obtenu une baisse 2g/Kg quand le diamètre médian des particules diminue de 1mm au-dessous de 5 mm. Wolter, (1978) estime

que la teneur en cellulose devrait être d'environ 20% ou au minimum de 16-17% par rapport à la matière sèche. En effet, si la ration manque de structure, la vache la mâchera peu et le temps de rumination diminuera, ce qui réduit la production de salive, substance riche en tampon. Ainsi, avec l'herbe jeune, il conviendrait de compléter la ration avec un peu de foin grossier (ou un peu de paille) pour améliorer sa structure (Araba, 2006)

Selon Coubronne (1980), il est certain que l'alimentation autre que cellulosique est impliquée dans la production du lait dans son ensemble et donc dans celle de la matière grasse, or La teneur du lait en MG est relativement peu sensible aux apports globaux de la ration. Une augmentation des apports énergétiques entraîne une baisse limitée (0.3g/Kg par UFL) et très variable du taux butyreux (TB) (Coulon et Remond, 1991), avec une légère augmentation de la matière grasse (Courveur et al., 2003). Ainsi, la baisse fréquente du taux butyreux lorsque l'apport de concentré augmente semble être d'abord un effet de dilution, dans la mesure où l'apport de concentré accroît la production de matières grasses (Delaby et al., 2003). Coubronne (1980), a montré que c'est principalement la nature de la ration qui engendre des variations du TB comme l'indiquent les coefficients de corrélation TB-%UF de son étude qui montrent que le TB varie fortement avec la teneur en cellulose de la ration. Journet et Chilliard, (1985) suggèrent que les effets sur la MG du lait sont plus marqués lors de réductions brutales des apports, ou lors de bilans énergétiques négatifs en début de lactation, la sous-alimentation entraîne une élévation du TB, les conséquences sur la quantité de matières grasses produite étant fonction de la variation de la production du lait.

Concernant la matière azotée de la ration, l'augmentation de son niveau d'apport engendre une baisse, souvent non significative du TB mais une augmentation de la quantité de matière grasse due à l'accroissement du niveau de production laitière (Brunchwing et al., (1996); Brunchwing et Lamy, (2004); Faverdin et al., (1998)

Quant aux lipides alimentaires Wolter (1994) suggère que leur rôle est secondaire. Ils doivent représenter au minimum 0,5 g/Kg PV chez la vache. Cependant l'excès de lipides (>6-8 p. 100) a un effet négatif sur la cellulolyse ruminale et par conséquent déprime le TB. Or les comparaisons faites par Araba (2006) entre différents types de matière grasse, montrent que le taux butyreux est plus élevé avec les matières grasses pauvres en acides gras polyinsaturés qu'avec celles qui en sont riches.

Une influence positive sur le taux butyreux est liée à tout l'équilibre alimentaire, particulièrement (notamment) en protéines (azote dégradable), en minéraux (Ca, P, Mg, S, oligo-éléments) et en vitamines. Cet équilibre active la cellulolyse (Wolter, 1994).

### **3. Lactose :**

L'influence du régime alimentaire est très modeste sur la teneur du lait en lactose, en minéraux majeurs et sur les vitamines hydrosolubles (complexes B et vitamine C) (Wolter, 1994)

D'après Coubronne, (1980) l'extrait sec dégraissé englobe la matière azotée, le lactose et les minéraux. Cependant l'augmentation de cet ESD lors d'un apport énergétique alimentaire élevé est due selon Huber et al., (1966); Zetler, (1973) principalement à la matière azotée du lait et dans une moindre mesure au lactose.

Ainsi l'alimentation énergétique a une influence sur le taux de lactose mais les variations sont faibles.

Concernant l'influence de l'alimentation azotée sur le taux de lactose Huber et al., (1966) montrent qu'un excès d'apport n'entraîne qu'une très faible variation de la matière azotée et de l'ESD du lait.

En conclusion de son étude sur le lactose Coubronne, (1980) confirme les résultats de Wolter, (1978) que l'évaluation de l'ESD serait un bon signe de l'alimentation énergétique puisque cet ESD est formé en dehors des minéraux, de deux composants qui sont sensibles à l'apport de la ration en énergie : la MA et le lactose.

### **4. Constituants salins du lait :**

Comme pour le lactose la composition analytique du lait en minéraux est relativement stable (Wolter, 1994).

#### **4.1. Constituants salins majeurs :**

Les teneurs, de l'ordre du gramme par litre, dépendent de facteurs divers ; à titre d'exemple elles évoluent selon Mathieu, (1998):

- ü pendant la lactation ; le colostrum, plus riche en caséines, contient deux fois plus de calcium et de phosphate que le lait normal. La teneur en potassium diminue pendant la lactation ; celle du sodium évolue en sens inverse.

ù sous l'influence d'infections de la mamelle ; les mammites s'accompagnent d'une élévation des teneurs en sodium et chlorures tandis que les concentrations en calcium et potassium diminuent.

Gueguen et Journet, (1961) estiment que les facteurs raciaux n'offrent qu'un intérêt limité dans ce domaine et tous les laits ont des taux sensiblement équivalents

En conclusion, chez l'animal sain, les macroéléments minéraux sont constants pour une espèce déterminée et aucun facteur n'est capable d'en modifier significativement les concentrations.

#### **4.2. Constituants salins mineurs :**

La teneur en oligoéléments varie avec la composition de la ration alimentaire et les contaminations qu'elle a pu subir. D'après Mathieu, (1998) les taux d'iode de molybdène, de brome sont d'autant plus élevés que les aliments ingérés par la vache sont plus riches en ces éléments. En revanche les concentrations de plusieurs d'entre eux (zinc, silicium et nickel), évoluent indépendamment des repas ingérés. Leur quantité dans le lait augmente à la suite de sa contamination après la traite.

#### **I.5. Vitamines du lait :**

D'après Wolter, (1994) :

- ù Les vitamines B et K sont présentes dans le lait à des teneurs élevées quels que soit la saison et le type du régime alimentaire. Cela est dû à l'activité de la microflore prégastrique qui permet une meilleure résorption intestinales de ces vitamines B
- ù Aussi la teneur du lait en vitamine C est assez stable par rapport aux apports alimentaires puisque cette vitamine est synthétisée par la vache.
- ù La richesse du lait en vitamines liposolubles (A, D, E) est cependant tributaire des apports alimentaires qui varient fortement en fonction de la saison et du type de la ration

Ainsi, la composition du lait varie peu avec les conditions du milieu dans les situations normales. L'alimentation possède la part prépondérante dans ces variations dues au milieu.

L'animal possède un grand pouvoir d'adaptation, ce qui est important c'est de ne pas apporter de brusques variations, mais d'aménager des transitions alimentaires et d'adapter chaque ration aux différentes périodes de production de l'animal.

Deuxième partie

Etude expérimentale



# Objectifs et méthodologie

## **1. Objectifs de l'étude**

Conséquence de plusieurs facteurs, dont principalement la baisse de l'offre du lait en poudre et la flambée des prix sur le marché international, la hausse des prix du lait en poudre sur le marché algérien est inévitable. L'Algérie est considérée comme étant le premier consommateur du lait au Maghreb et le deuxième importateur de ce produit et de ces dérivés au monde. Et comme l'alimentation est considérée comme le facteur limitant majeur de la rentabilité de l'élevage bovin laitier par la maîtrise du coût alimentaire du kilogramme de lait et à l'expression totale du potentiel génétique. Cette situation nous a incité à l'élaboration de cette étude.

En ce sens le présent travail consiste à évaluer les variations de la production du lait de vache à l'égard de quelques paramètres physicochimiques (TB, TP, ESD...) afin d'établir des corrélations entre les modes d'alimentation (calendrier fourrager) et les variations mises en œuvre (constatées). L'objectif, à travers cette étude, est de proposer et de projeter des perspectives en terme d'alimentation pour produire un lait de qualité répondant aux exigences du consommateur ainsi qu'à la demande des transformateurs.

## **2. Présentation de la région d'étude et du laboratoire Baba Ali**

### **2.1. Région d'étude**

L'étude a été réalisée au cours de la campagne agricole 2007/2008. Elle a démarré le 1<sup>er</sup> octobre 2007 et s'est achevée le 31 septembre 2008. Cette campagne a été davantage pluvieuse durant les trois premiers mois (octobre, novembre et décembre), générant une production fourragère très importante et une poussée remarquable de prairies naturelles. Cependant durant les mois de janvier et février la pluviométrie était presque nulle, imposant l'irrigation artificielle des superficies fourragères. Quant aux mois de Mars et Avril, la région a connu un changement climatique brusque avec une pluviométrie importante, permettant un bon approvisionnement en fourrages. Au cours des derniers mois de l'étude, le recours à l'irrigation est inévitable pour assurer la poussée des fourrages d'été.

Cette région d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen, très frais et humide en hiver, chaud et sec en été. Elle se caractérise également par des sols fertiles de nature argilo limoneux battante difficile à travailler.

## **2.2. Ferme Baba Ali**

Le choix de l'exploitation a été fait de manière à refléter les principales situations alimentaires de nos élevages du centre puisque la station pratique la culture de plusieurs espèces fourragères.

## **2.3. Laboratoire de la station**

Le laboratoire de l'ITELV renferme plusieurs unités fonctionnelles à savoir

- Ø Unité d'analyse fourragère
- Ø Unité d'analyse du lait
- Ø Unité d'analyse du miel
- Ø Unité d'analyse microbiologique

L'étude a été menée au niveau des unités d'analyse fourragère et du lait.

### **2.2.1. L'unité fourrage :**

A fin de déterminer la valeur nutritive de l'alimentation et de voir son impact sur la composition du lait. Nous avons analysés tous les éléments rentrants dans les rations au cours de notre étude : les fourrages en vert et conservés et les concentrés.

### **2.2.2. Unité lait :**

L'unité lait du laboratoire dispose de tous les appareils permettant l'application des méthodes classiques de détermination des caractères physicochimiques du lait. Il dispose également d'un analyseur du lait « EKOMILK » avec lequel nous avons réalisé toute les analyses des prélèvements individuels du lait tout au long de notre expérimentation.

- **Conditions de travail :**

- température de l'air : 15-30C°
- température du lait : 15-30C°
- humidité relative du lait : 30-80%

- **Paramètres de base :**

- teneur en matières grasses du lait : 0,5-9% ± 0,1%
- teneur en ESD du lait : 6-12% ± 0,2%
- densité du lait : 1,026-1,330 g/cm<sup>3</sup> ± 0.0005 g/cm<sup>3</sup>
- teneur en protéines du lait : 2-6% ± 0, 2%

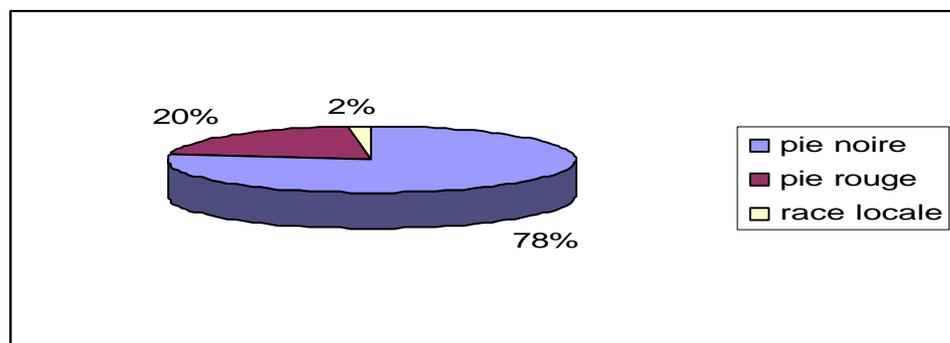
### 3. Matériel et méthodes d'analyses

#### 3.1. Matériels d'étude

##### 3.1.1. L'animal

L'étude expérimentale a été conduite au niveau du département ruminant (ferme de Baba Ali). Durant la période expérimentale les vaches présentes se composent de trois races : locale et améliorée « pie noire et pie rouge ».

Afin de constituer un lot homogène et d'éviter l'effet de la race et du numéro de lactation, nous avons orienté le travail sur le choix des vaches pie noire en deuxième lactation et plus. Cette race choisie était prédominante soit 78% des vaches en production (figure 1), situation qui nous a permis de cerner un effectif moyen de 27 vaches pour chaque période du calendrier fourrager.



**Figure 1 : composition raciale de l'effectif des vaches en production**

##### 3.1.2. Le lait

Le lait est prélevé une fois par semaine de toutes les vaches pie noire en deuxième lactation et plus. La fréquence des prélèvements a été choisie pour avoir au moins trois échantillons des laits individuels pour chaque ration.

##### 3.1.3. Les rations alimentaires

La station couvre les besoins alimentaires des vaches par la mise en place des cultures d'hiver et d'été. Comme fourrages d'hiver (distribués de octobre à juin) on trouve l'avoine, l'orge et le bersim, et en tant que fourrages d'été (distribués de juin à octobre) on retrouve la luzerne et le sorgho irrigués. Chaque ration de base est complétée par un concentré acheté de type VLB 17.

Les vaches sont conduites en stabulation libre avec 2 heures de pâturage par jour. Le complément de production est distribué en salle de traite. Des minéraux sous forme de pierre à lécher sont également disponibles.

les rations alimentaires sur lesquelles a porté notre expérimentation étaient au nombre sept.

## **3.2. Méthodes d'analyses**

### **3.2.1. Techniques d'échantillonnage**

#### **3.2.1.1. Le lait**

La collecte des échantillons se faisait juste après la traite du matin. Avant le prélèvement nous procédons à une homogénéisation des laits, ensuite les échantillons sont prélevés dans des flacons propres de 125 ml. Chaque flacon porte le numéro d'identification de la vache prélevée.

Les échantillons sont placés dans une enceinte réfrigérée afin d'éviter l'effet de la température ambiante lors du déplacement au laboratoire.

#### **3.2.1.2. Les aliments**

Au cours de notre expérimentation des contrôles alimentaires ont été effectués, avec prélèvements d'échantillons pour mesurer les teneurs en matière sèche et les valeurs alimentaires des différents fourrages et concentrés distribués.

Des échantillons représentatifs ont été préparés à partir de chaque type d'aliment conformément à ce qui est préconisé dans le recueil de normes françaises AFNOR (1985). Puis les échantillons sont transportés au laboratoire pour en déterminer la valeur nutritive (matière sèche, matières azotées totales, matière grasse, cendres et cellulose brute)

### **3.2.2. L'analyse physicochimique du lait**

Les échantillons du lait ont fait l'objet d'une série d'analyses physicochimiques à l'aide d'un analyseur du lait de type EKOMILK. La précision de l'appareil a été testée par les méthodes classiques de détermination de la qualité physicochimique du lait à savoir :

#### **3.2.2.1. Taux butyreux (TB)**

Selon la méthode de Gerber appliquée au lait. Le mode opératoire consiste à mélanger dans un tube : 10ml d'acide sulfurique (0,9 N), 1 ml d'acide iso amylique et 11 ml du lait à analyser, et après centrifugation on obtient le TB du lait en utilisant des butyromètres gradués (Essalhi, 2002).

### **3.2.2.2. Taux protéique (TP)**

Selon la méthode kjeldahl appliquée au lait. Le principe consiste en une minéralisation du lait par chauffage, en présence de l'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur approprié, suivi d'une alcalinisation des produit de la réaction, et d'une distillation de l'ammoniac libéré et qui est recueilli dans une solution d'acide borique pot être titré par une solution d'acide sulfurique 0,1 N (Essalhi, 2002).

### **3.2.2.3 Densité (D)**

La méthode la plus rapide pour la détermination de la densité est celle basée sur l'utilisation d'un lactodensimètre étalonné à 20° C (Essalhi, 2002).

### **3.2.2.4. Extrait sec total (E S T)**

L'EST est déterminé par la formule suivante (Essalhi, 2002) :

$$EST = 6 \times MG / 5 + D / 4 + 0.26$$

### **3.2.2.5. Extrait sec dégraissé (E S D)**

$$ESD = EST - MG$$

## **3.2.3. Analyses fourragères**

Tous les éléments de la ration à chaque période du calendrier fourrager ont fait l'objet d'une série d'analyses fourragères.

Avant de procéder aux analyses, l'échantillon a été finement broyé (1 à 2 ml de long), ensuite il est conservé dans un flacon hermétique.

Toutes les analyses sont faites en double, les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %).

Les méthodes d'analyses ont été effectuées conformément aux normes françaises AFNOR (1985).

### **3.2.3.1. Détermination de la matière sèche**

#### **o Définition**

La matière sèche est la masse restante après dessiccation complète, elle est déterminée conventionnellement par le poids de ces aliments après dessiccation dans une étuve à circulation d'air.

#### **o Principe**

Evaporation de l'eau d'une prise d'essai dans une étuve à température de  $105 \pm 2c^{\circ}$

- **Mode opératoire**

Chauffer l'étuve au moins 15 min, placer le panier immédiatement dans l'étuve à air réglée à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ , laisser durant 24 h. refroidir au dessiccateur et procéder à une nouvelle pesée.

- **Expression des résultats**

La matière sèche, exprimée en pourcentage est donnée par la relation

$$\text{MS \%} = (y/x) 100$$

X : poids de l'échantillon humide

Y : poids de l'échantillon après dessiccation

### 3.2.3. 2. Détermination des matières minérales (cendres)

- **Définition :**

Ce sont des substances résultant de la destruction de la matière organique après incinération.

- **Principe :**

Incineration de la matière sèche à  $550 \pm 25^\circ\text{C}$  dans un lent courant d'air et pesée du résidu obtenu.

- **Mode opératoire :**

Porter au four à moufle le creuset, plus la prise d'essai d'environ 2g de l'échantillon, chauffer progressivement afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse : 1h30mn à  $200^\circ\text{C}$  ou 2h30mn à  $550^\circ\text{C}$ . L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu, jusqu'à combustion complète du charbon formée (résidu blanc ou gris clair). Placer le creuset dans le dessiccateur laisser refroidir à la température de la salle.

- **Expression des résultats :**

$$\text{Teneur en MM (\%MS)} = A \times 100 / B$$

A : poids des cendres

B : prise d'essai (poids de l'échantillon séché)

### 3.2.3.3. Détermination des matières azotées totales (MAT)

- **Principe du dosage :**

L'azote total est dosé par titrimétrie, après minéralisation (selon la méthode Kjeldahl) et distillation. Le produit est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur : l'azote organique est transformé en azote ammoniacal par la lessive de soude et on le dose après l'avoir reçu dans l'acide borique (indicateur)

- **Mode opératoire :**

1- Prise d'essai :

Introduire dans un matras environ 0,5 à 2 g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon). Eviter que les particules adhèrent à la paroi.

### 2-Mineralisation :

Porter le matras sur le support d'attaque, après avoir ajouté environ 2 g de catalyseur, et 20 ml d'acide sulfurique pur. Chauffer doucement en agitant de temps en temps. Augmenter la température jusqu'à obtention de coloration verte stable. Poursuivre le chauffage environ 2 heures. Laisser refroidir les matras, puis ajouter peu à peu 200ml d'eau destinée en agitant. Laisser refroidir et compléter au trait de jauge.

### 3-Distillation :

Transvaser 10 à 50 ml du minéralisât (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon) dans le matras de l'appareil distillatoire.

Dans un Becher destiné à recueillir le distillat ; introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

Pour 1L de solution : -20 g d'acide borique,

-200 ml d'éthanol absolu,

-10 ml d'indicateur contenant :  $\frac{3}{4}$  de rouge de méthyle à 0,2% dans l'alcool à 95° et  $\frac{1}{4}$  de vert de bromocresol à 0,1% dans l'alcool à 95°.

Rajouter (verser) dans le matras contenant le minéralisât 50 ml de lessive de soude. Mettre l'appareil en position de marche. Poursuivre la distillation jusqu'à récupération d'environ de 100 ml de distillat.

### 4-Titrage :

Titrer en retour par l'acide sulfurique N/20 ou N/50 jusqu'à la re-obtention de la couleur initiale de l'indicateur.

#### o **Expression des résultats :**

$$Q = X \times 280.10^{-6} \times 100/y \times 100/A$$

Q : quantité d'azote (g)

X : descente de la burette (ml)

Y : poids de l'échantillon de départ (g)

A : volume de la prise d'essai (ml)

280.10<sup>-6</sup> : quantité en (g) d'azote correspondant à 1 ml d'acide sulfurique (1/50)N

$$\text{Teneur en MAT (\%MS)} = N \text{ g} \times 6.25$$

### 3.2.3.4. Détermination de la cellulose brute (CB)

#### ○ Définition et principe :

Déterminée par la méthode Wende, par convention, c'est le résidu organique c'est-à-dire la matière cellulosique obtenue après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin. A la suite de ce traitement subsistent :

- Une partie de la cellulose vraie
- Une partie de la lignine
- Des résidus d'hémicellulose
- Une petite quantité de matières minérales insolubles.

#### ○ Mode opératoire :

- Peser 1g de l'échantillon, l'introduire dans un creuset à porosité 0,2µ et placer le tout sur le fibertec qui est muni d'un réfrigérant. Ajouter 100 ml d'une solution aqueuse contenant 12,5 g d'acide sulfurique pour 1000ml. Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir 30 min.
- Après 30 min laver à l'eau le résidu à plusieurs reprises jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit pas acide, refaire l'opération avec la solution NaOH 12,5g de soude dans 1000 ml
- Mettre le creuset avec le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant
- Effectuer les pesées après refroidissement au dessiccateur
- Incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5h, refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.

#### ○ Expression des résultats :

La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques : une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine et les résidus d'hémicellulose.

$$\text{Teneur en CB (\%MS)} = (A-B \times 100) / (C \times \text{MS})$$

A : poids du creuset + résidus après dessiccation.

B : poids du creuset après incinération

C : poids de l'échantillon de départ

### 3.2.4. Mesure de la quantité de lait

La production laitière individuelle a été mesurée quotidiennement, à chaque traite, dans un sceau en aluminium muni d'un flotteur gradué. L'on a mesuré et additionné le lait de 24 heures en commençant par la traite du matin. Seules ont été retenues pour les différents

calculs et les analyses statistiques, les quantités mesurées le jour du prélèvement d'échantillons

### **3.2.5. Calcul des besoins**

Les besoins ont été calculés selon les formules suivantes d'après Wolter (1971).

#### Besoins d'entretien :

$$UF = 1,5 + (0,5 \times \text{Poids vif} / 100)$$

Les vaches sont conduites en stabulation libre avec quelques heures de pâturages, donc les besoins énergétiques augmentent de 20 % des besoins en UF (10% pour la stabulation libre et 10% pour le pâturage).

$$MAD = 0,60 \times \text{Poids vif}$$

#### Besoins de production :

$$UF = 0,38 \times (\text{Kg de lait à 4 \% de matière grasse})$$

$$MAD = 56 \times (\text{Kg de lait à 4 \% de matière grasse})$$

Le type de rationnement pratiqué au niveau de la station est collectif c'est-à-dire à chaque période du calendrier fourrager, les vaches recevaient la même ration (ration de base et complément).

Nous signalons deux points importants : d'une part nous ne tiendrons pas compte des besoins de gestation, ces derniers ne deviennent importants qu'à partir des trois derniers mois de gestation. C'est la période de tarissement tandis que les besoins au 7<sup>ème</sup> de gestation ne représentent que l'équivalent de la production d'1 Kg de lait à 4% de MG qui reste insignifiant. D'autre part nous avons annulés les besoins de croissance puisque notre expérimentation a porté sur des vaches qui sont en deuxième lactation et plus.

### **3.2.6. Etude statistique**

Les résultats obtenus ont été analysés à l'aide du logiciel STATISTICA (Anova-1) et Microsoft Office Excel 2003 . La source de variation a été étudiée entre les 27 vaches, pour observer l'influence des différentes rations sur la production et la composition du lait.

Une analyse de la variance fut faite pour chacune des 7 rations en fonction des 7 paramètres étudiés. Les paramètres étudiés étaient : la production du lait, les quantités de matières grasses et protéiques produites par jour, les taux butyreux et protéique, le rapport TP/TB et l'extrait sec dégraissé (ESD).

En cas de différence significative, une analyse des moyennes fut réalisée par la méthode de la plus petite différence significative (ppds) au degré d'incertitude de 0.5 (différence significative) et 0.01 (différence hautement significative) suite à une analyse de la variance à un facteur.

Au cours de notre expérimentation les vaches étaient à différents stades de lactation et comme ce dernier a un effet sur les deux aspects de la production laitière (quantitatif et qualitatif). Une analyse de la variance fut faite pour chaque stade (début lactation, mi lactation et fin lactation) en fonction également des 7 paramètres étudiés.

## 4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 4.1. Paramètres alimentaires

#### 4.1.1. Différentes cultures fourragères

L'exploitation pratique la culture de six espèces fourragères : orge, vesce avoine, bersim, avoine, sorgho et la luzerne. La période et le mode d'exploitation sont représentés dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Calendrier d'exploitation campagne 2007-2008 (ferme Baba Ali)

Culture	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
<b>Bersim</b>	X	X	X	X	X	X	X					
<b>Avoine</b>					X	X	X •	•	•	•	•	•
<b>Vesce avoine</b>								•	•	•	•	•
<b>Orge</b>					X	X	X •	•	•	•	•	•
<b>Luzerne</b>									X	X	X	X
<b>Sorgho</b>										X	X	X •

• : Ensilage      • : Foin      X : Vert

Les superficies occupées par chaque culture fourragère sont indiquées dans le tableau 2

**Tableau 2 :** Importance relative des fourrages selon l'espèce et la surface occupée dans l'exploitation (ferme Baba Ali)

	Cultures	Superficie (ha)	% dans la S.T totale
<b>Cultures d'hiver</b>	Avoine	70	42
	Orge	75,20	44
	Vesce avoine	05	3
	Bersim	04	2
<b>Cultures d'été</b>	Luzerne	08	5
	Sorgho	06	4
	<b>Total</b>	<b>168,2</b>	<b>100</b>

L'analyse du tableau 1 et 2 nous permet de constater les points suivants:

Ø **L'orge** : est l'espèce fourragère cultivée en première position avec une superficie totale de 70,20 ha soit 44% de la superficie fourragère totale de l'exploitation.

La mise en place se fait en mi octobre 2007 avec une reprise de semis au début décembre 2007. L'orge est exploitée en vert, en ensilage et en foin.

Ø **L'avoine** : elle occupe une superficie fourragère qui se rapproche de celle occupée par l'orge, avec une superficie de 70 ha soit 42% de la surface utilisable. L'avoine est très souvent cultivée seule en raison de l'indisponibilité de la semence de la vesce. La mise en place se fait du 07 au 14 octobre 2007. Comme pour l'orge l'avoine est exploitée en vert en, ensilage et en foin.

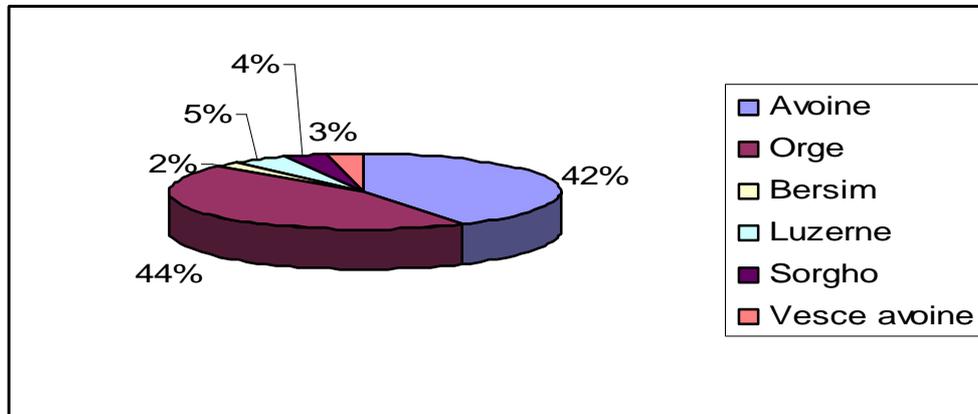
Ø **La vesce avoine** : la surface occupée par cette culture est moindre avec une superficie de 05 ha soit 3% de la superficie fourragère totale (SFT).

Le semis de cette espèce est pratiqué le 12 décembre 2007 et elle est exploitée uniquement en foin.

Ø **Le bersim** : il occupe presque la même superficie que la vesce avoine à raison de 4 ha soit 2% de la SFT. Sa mise en place est faite en octobre 2007. Il est exploité en vert mais avec plusieurs coupes. Le nombre de coupe varie de 3 à 4 avec un intervalle d'un mois entre deux coupes. La coupe se fait quand la végétation atteint une hauteur de 50 à 60 cm

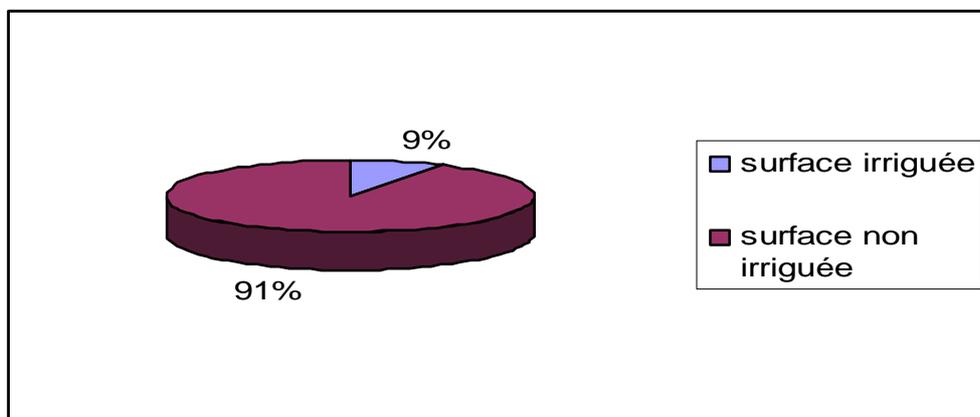
Ø **Le sorgho** : cultivé comme fourrage d'été, le sorgho occupe 06 ha soit 4% de la superficie fourragère totale. La mise en place se fait en début avril 2008. il est exploité en vert et en ensilage.

Ø **La luzerne** : deuxième fourrage d'été pratiqué dans l'exploitation, avec une superficie de 08 ha soit 5% de la SFT. Comme la luzerne est une culture preenne, elle est semée tous les 5 ans en début avril. Ce fourrage est exploité seulement en vert.



**Figure 2 : la superficie des différentes cultures fourragères**

Il est à noter que seules les cultures d'été sont irriguées soit 9 % de la superficie fourragère totale (figure 3). Ceci démontre en partie la conduite extensive des cultures fourragères et la disponibilité en fourrages qui dépend principalement du taux de pluviométrie.



**Figure 3 : Importance de l'irrigation des fourrages**

#### **4.1.2. Analyse du calendrier fourrager**

L'alimentation de la vache laitière constitue un des éléments fondamentaux de la conduite de l'élevage, notamment sur les performances de production. Or, le problème de l'alimentation dont souffre l'élevage algérien et le bovin laitier en particulier, reste l'un des points fatals qui handicape son développement.

En effet la pratique du calendrier fourrager permet une couverture en vert durant toute l'année notamment durant les périodes creuses par la pratique de l'ensilage.

En outre, l'ensilage présente l'avantage, par rapport au foin, de mieux conserver la valeur alimentaire de l'herbe, particulièrement en matières azotées. Par conséquent l'ensilage doit être utilisé afin d'assurer aux animaux des conditions alimentaires adéquates en quantités et

en qualité. Ce qui contribue au bien être des animaux avec une meilleure production laitière en période sèche.

La durée de la période creuse d'après le calendrier d'exploitation correspond à l'intervalle de temps entre le début mai jusqu'au l'entrée de la production de la luzerne. Cependant cette période critique est généralement réduite par l'allongement de la période d'exploitation de l'orge et par l'entrée précoce de la production de luzerne d'autant plus que cette culture est faite en irrigué. La pratique de l'ensilage est assurée en grande partie par l'orge et l'avoine et à une proportion moindre par le sorgho, en raison de la superficie occupée par chaque culture. Les cultures fourragères consommées en vert sont représentées par : le bersim, l'orge, l'avoine, la luzerne et le sorgho. Quant à la vesce avoine, elle est exploitée uniquement en foin.

Ainsi, les principales cultures fourragères utilisées sont représentées par l'orge et l'avoine en raison de l'importance des superficies occupées par chaque culture (respectivement de 44% et de 42% de la superficie fourragère utilisable) (figure 2). La production importante de ces deux fourrages permet leur exploitation en vert, en ensilage et en foin (Tableau 1).

#### **4.1.3. Analyse critique du système d'alimentation**

En Algérie, l'introduction de races laitières à haut potentiel de production n'a pas donné les résultats escomptés et bien souvent il faut chercher comme cause de cet échec, les problèmes liés à l'alimentation.

Au niveau de l'exploitation de Baba Ali, les vaches sont conduites en stabulation libre. Elles sont classées selon le critère de dominance sans respect du stade physiologique de la vache, ni de sa capacité d'ingestion et ni de ces performances de production.

Le type de rationnement pratiqué est collectif, cela signifie que toutes les vaches en production reçoivent une même ration de base et une même complémentation.

Nous devons signaler que pour toutes les rations distribuées la quantité d'aliment distribuée est totalement ingérée par les vaches ou les refus sont négligeables.

Afin de corréliser les variations de la production laitière (quantité et qualité) avec les pratiques alimentaires mises en oeuvre, un suivi détaillant les modes d'alimentation a été adopté pour toute la durée de notre expérimentation.

Notre étude expérimentale a débuté le 1<sup>er</sup> janvier 2008 et s'est achevée le 30 juillet 2008. Durant cette période sept rations ont été distribuées et Le tableau 3 illustre le planning alimentaire pour chaque ration.

**Tableau 3 : Planning alimentaire par ration**

N° ration	Période	Nature d'aliments distribués	Quantité d'aliments ingérés /j/VL (Kg)	Quantités de MS ingérée /j/VL (Kg)
<b>R1</b>	Mi décembre ↓	-foin d'orge -ensilage d'orge -herbe de prairie -concentré VLB17	6 12 22 7	5.09 3.32 2.49 6.10
	Mi janvier	<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>17</b>
<b>R2</b>	Mi janvier ↓	-foin d'orge -ensilage d'orge -bersim en vert -concentré VLB17	6 15 22 7	5.09 4.14 2.52 6.10
	Mi février	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>17.85</b>
<b>R3</b>	Mi février ↓	-foin d'orge -ensilage d'orge -bersim couvert d'orge en vert -concentré VLB17	6 10 22 7	5.09 2.76 2.51 6.10
	Mi mars	<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>16.46</b>
<b>R4</b>	Mi mars ↓	-foin d'orge -bersim en vert -avoine en vert -concentré VLB17	4 20 60 5	3.39 2.29 11.53 4.35
	Fin avril	<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>21.56</b>
<b>R5</b>	Fin avril ↓	-foin d'orge -bersim en vert -orge en vert -concentré VLB17	2 28 35 5	1.69 3.21 8.26 4.35
	Fin mai	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>17.51</b>
<b>R6</b>	Fin mai ↓	-foin d'avoine -luzerne en vert -concentré VLB17	10 40 5	8.46 8.80 4.35
	Début juillet	<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>21.61</b>
<b>R7</b>	Début juillet ↓	-foin d'avoine -sorgho en vert -concentré VLB17	10 60 5	8.46 10.70 4.35
	Fin juillet	<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>23.51</b>

L'analyse du tableau 3 nous permet de formuler les commentaires suivants :

La durée de distribution de chaque ration est en moyenne de 1 mois. Cette durée est conditionnée par la disponibilité en fourrages notamment pour les cultures d'hiver. En effet ces cultures dépendent en grande partie des conditions climatiques. La station trace un calendrier fourrager prévisionnel (Tableau 1) dont l'application est dépendante de la disponibilité en fourrages.

Il est à noter que la présence du vert dans chaque ration. Les quantités distribuées varient en fonction de la disponibilité en fourrages. Cela montre que le rationnement n'est pas pratiqué en fonction de la valeur alimentaire (apport en UF et en MAD) apporté par chaque élément de la ration de base. Cependant les différentes rations distribuées présentent l'avantage de ne pas engendrer de changements alimentaires brusques, contribuant ainsi à la limitation de l'apparition des problèmes digestifs.

La ration de base est complétée par un concentré acheté de type VLB 17 dont la composition est illustrée dans le tableau 4.

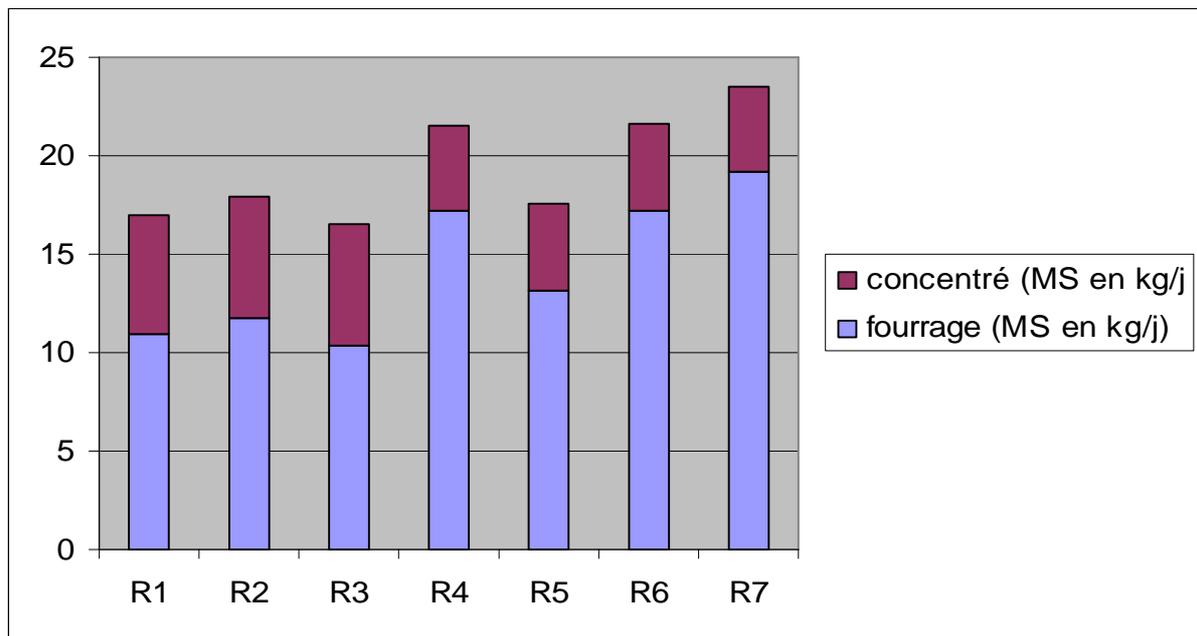
**Tableau 4:** La formule du concentré VLB 17 (ITELV, 2008)

Composition	Teneurs en %
Mais	58
Tourteau de soja	20
Issus de meunerie	16.5
CMV complexe vitaminée	1
Phosphates bicalciques	0.5

L'analyse du planning alimentaire par ration (Tableau 3) montre aussi que la distribution de l'ensilage se fait en hiver, alors que elle doit se faire durant la période creuse qui correspond à l'intervalle de temps entre la fin de distribution de l'orge et le début de l'exploitation de la luzerne. Cette période critique peut même s'appliquer aux périodes de distribution des fourrages d'été (luzerne et sorgho). En effet, la superficie occupée par les cultures d'été, soit 8% de la superficie fourragère utilisable ne peut jamais satisfaire les besoins alimentaires de tout l'effectif bovin pendant toute la période de distribution des fourrages d'été.

Les quantités de matière sèche ingérée de la ration globale / vache / j varie entre 16,46 et 23,51 avec une moyenne de 19.36 et avec un apport de matière sèche de 3.8 Kg par 100 Kg de poids vif qui répond à la norme recommandée qui est de 2,5 à 3 Kg de MS / 100 Kg de PV (Jarrige, 1988).

Les résultats enregistrés montrent que la quantité moyenne de fourrages ingérés exprimée en matière sèche est de 14,25 kg par vache et par jour, et celle du concentré est de 5,1 kg par vache et par jour (Figure 4)



**Figure 4 : Représentation graphique de la quantité de matière sèche journalière ingérée par vache en fonction de type de ration**

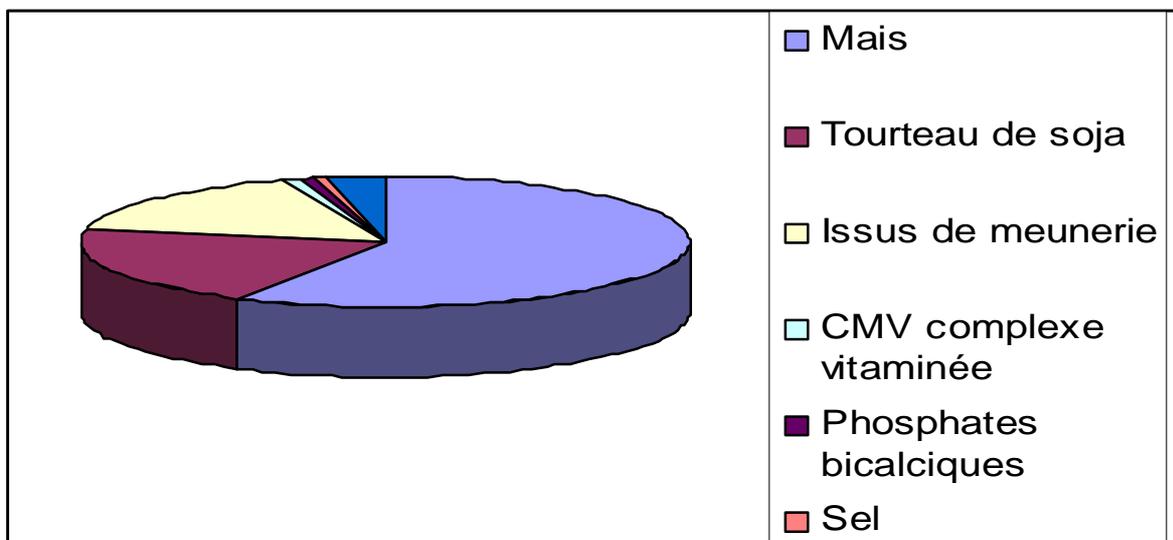
#### **4.1.3.1. Qualité du concentré distribué**

La nature des concentrés peut avoir plus d'influence sur la composition du lait que sur la quantité produite (Araba, 2006). Le concentré VLB17 est un complément de production équilibré de point de vue énergétique et azoté, cela signifie selon Jarrige (1988) qu'il n'est pas correcteur de la ration de base.

Le maïs prend une place importante dans la formulation du VLB17 soit 57% de la composition totale. Elle reste supérieure à celle du soja qui est de 20%. Les sous produits de meunerie occupent la troisième place dans la formulation du VLB17 soit 17% de la formule totale. Le concentré utilisé apporte également des éléments indispensables à savoir : le phosphore, le calcium, autres minéraux et les vitamines (figure 5).

La composition de ce concentré nous permet de faire les remarques suivantes :

- De part son équilibre énergétique et azoté, le VLB17 est un complément de production et non de correction. Donc il ne contribue pas à la valorisation de la ration de base et à la limitation du coût des rations. Alors que normalement les stratégies d'utilisation du concentré restent tributaires de la qualité de la ration de base.
- De part les matières premières qui le constituent, le VLB17 est favorable à la production laitière. En effet Charron (1986), recommande de ne pas dépasser les 30% d'amidon dans les aliments concentrés. En effet la consommation de grande quantité d'amidon entraîne une chute du taux butyreux. Toutefois cette influence d'après Araba (2006) dépend du type d'amidon. Ainsi l'orge et l'avoine, dont l'amidon est rapidement dégradé par la microflore ruminale influencent le plus le taux butyreux que le maïs dont la dégradabilité est plus lente.
- De part ses apports en minéraux et en vitamines le VLB17 contribue à l'amélioration de la composition du lait. En ce sens Wolter, (1994) estime que l'influence positive sur le taux butyreux est liée à tout l'équilibre alimentaire, particulièrement en protéines (azote dégradable), en minéraux (Ca, P, Mg, S, oligo-éléments) et en vitamines. Cet équilibre active la cellulolyse.



**Figure 5 : La formule du concentré VLB17**

#### 4.1.3.2. Apports alimentaires distribués par jour et par type de rations

Les quantités d'aliments ingérées par rations en produit brut (Kg), MS (Kg), UF et MAD (g) sont représentées dans les tableaux 3 et 5.

**Tableau 5: Les taux d'apport en MS, UF et MAD par le concentré et les fourrages.**

Unité : %

Apport	R 1	R 2	R3	R4	R5	R6	R7	Moyenne
<b>MS</b>								
Concentré	35,89	34,18	37,06	20,18	24,85	20,13	18,51	<b>27.25</b>
Fourrages	64,11	65,82	62,94	79,82	75,15	79,87	81,49	<b>72.74</b>
<b>UF</b>								
Concentré	48,63	46,51	51,5	27,92	24,85	31,93	30,53	<b>39.50</b>
Fourrages	51,37	53,49	48,5	72,08	67,6	68,07	69,47	<b>60.50</b>
<b>MAD</b>								
Concentré	52,39	48,43	52,27	28,04	29,19	25,37	35,24	<b>38.85</b>
Fourrages	47,61	51,57	46,73	71,96	70,81	74,63	64,76	<b>61.15</b>

##### 4. 1.3.2.1. Taux d'apport en MS par le concentré et les fourrages

La part du concentré dans les rations distribuées est en moyenne de 27.25%.

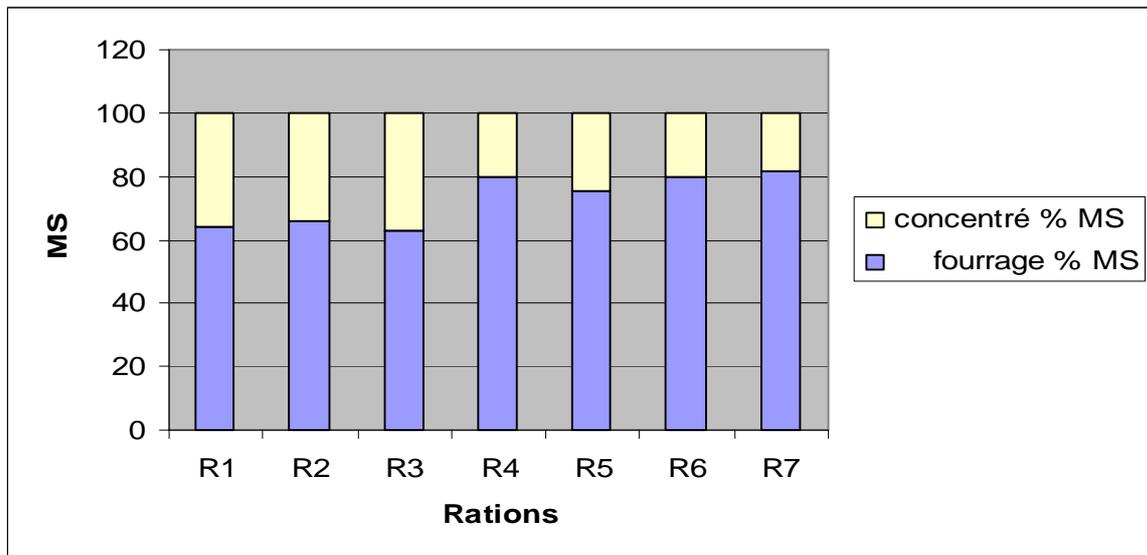
Le tableau 5 et figure 6 illustrent la part du concentré et des fourrages dans la ration globale en fonction de type de la ration.

Les résultats enregistrés montrent que le concentré participe dans la ration totale avec une proportion qui varie entre 18.51 à 37.06%.

Wattiaux, (1996) recommande au minimum un apport de 1Kg de MS de fourrages grossiers par 100 Kg de poids vif, et ne pas fournir plus de 45% de MS ingérée sous forme de concentré. Ainsi, l'apport reste inférieur à 45% pour toutes les rations. Ce résultat corrobore les résultats obtenus par Wattiaux en 1996. Le niveau reste élevé au niveau des trois premières comparativement aux quatre dernières rations.

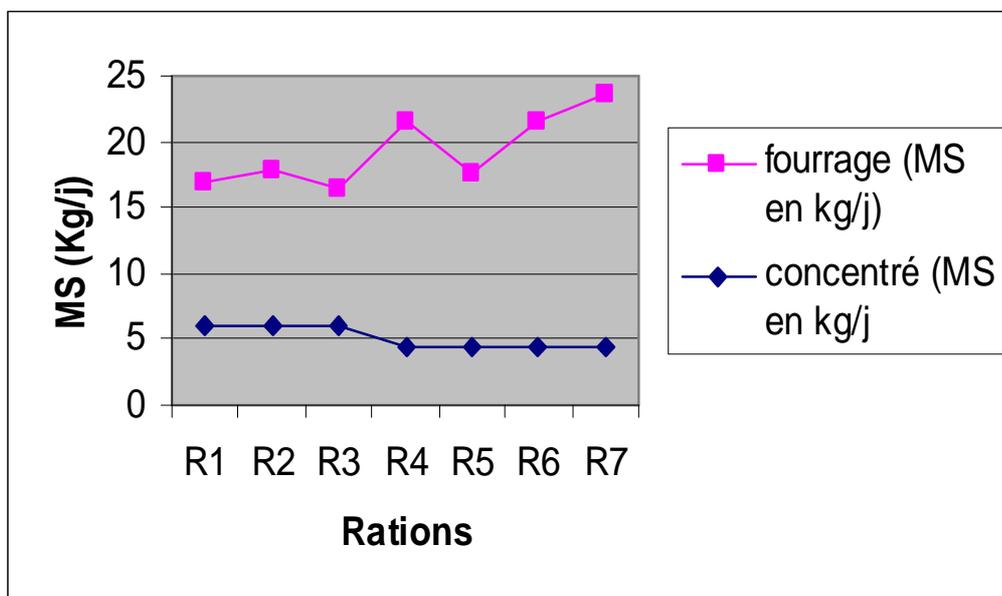
Quant à l'apport des fourrages Selon OTZ (2006), la ration doit contenir au minimum 50 à 60 % de fourrages pour permettre un bon transit alimentaire. En effet Wolter, (1997) note que l'apport exagéré du concentré expose la vache à une acidose digestive dont la première conséquence est la chute d'appétit et une baisse du taux butyreux.

Nous pouvons conclure que les rations distribuées répondent aux normes recommandées concernant le taux d'apport en matière sèche par le concentré et les fourrages.



**Figure 6 : Part de concentré et des fourrages dans la ration totale en % de MS en fonction de type de la ration**

Il ressort de la figure 7 que la diminution de la part du concentré dans la ration (R4, R5, R6, R7) est associée à une augmentation des apports en MS des fourrages. En effet, Soltner (2000) estime la réduction de concentré entraîne une consommation supplémentaire de fourrage. D'après Jarrige (1988) cette substitution est due au fait que l'ingestion de quantités croissantes de concentré provoque des modifications fermentaires qui perturbent la digestion des fourrages et en réduisant l'ingestion



**Figure 7 : Variation des quantités de MS ingérées par vache et par jour apportées par la concentré et les fourrages en fonction de type de ration**

#### **4. 1.3.2.2. Taux d'apport en UF et en MAD par le concentré et les fourrages**

Les figures 8 et 9 illustrent le taux d'apport la part en UF et en MAD du concentré et des fourrages dans la ration totale.

Les résultats enregistrés varient dans de larges limites. Les valeurs des UF et des MAD apportés par le concentré dans la ration totale varient respectivement entre 24.85 et 51.5% avec une moyenne de 37.41% pour les UF et 25.37 à 52.39% avec une moyenne de 38.70% pour les MAD.

Ces résultats montrent que, malgré l'apport faible en MS du concentré (27.25%), il apporte une grande part de l'énergie et d'azote. En outre, le concentré apporte des quantités plus ou moins égales en énergie et en azote respectivement de 39.50% et de 38.85% ; ceci met en évidence le caractère de complément de production.

Quant au fourrage, il contribue à plus de 60% dans la ration avec une moyenne de 72.74%. Malgré cette contribution il apporte des quantités faibles d'énergie et d'azote par rapport au concentré, respectivement de 60.50 l'énergie et 61.15 pour l'azote. Ceci est un indicateur de la qualité de nos ressources fourragères.

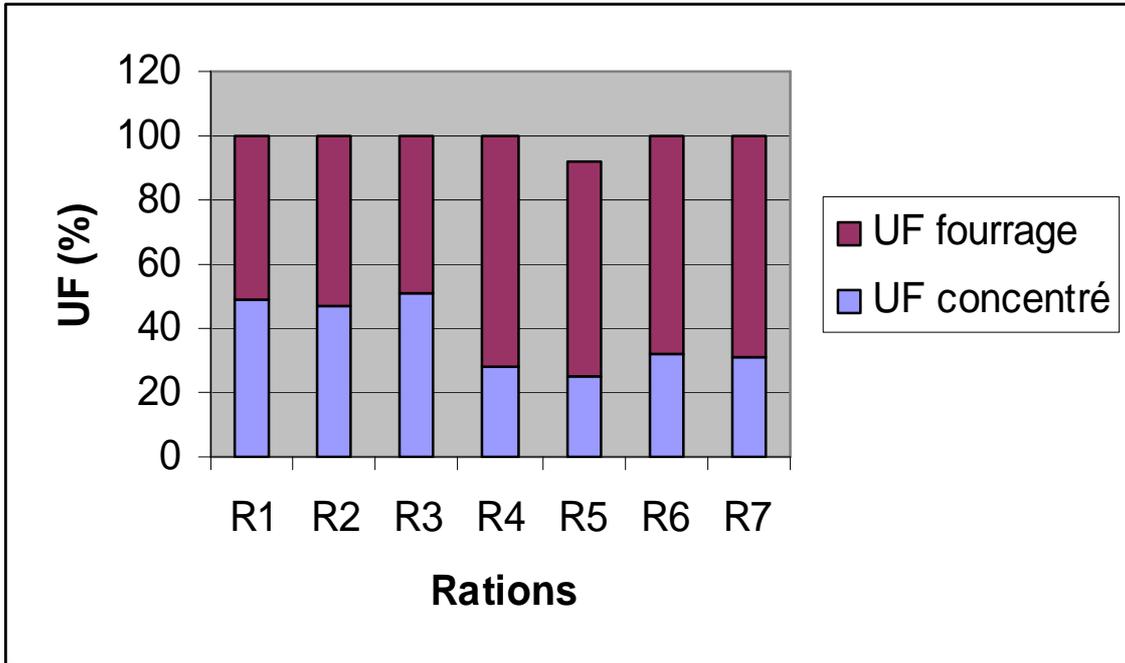


Figure 8: Part de UF apportée par le concentré en fonction de type de ration

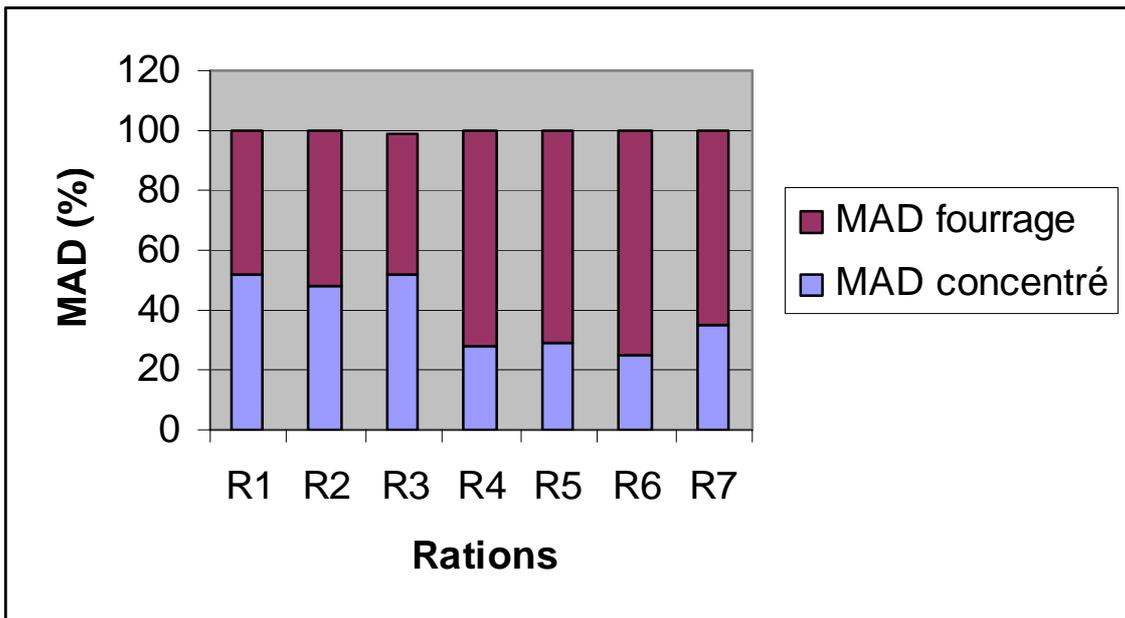


Figure 9 : Part des MAD apportée par le concentré en fonction de type de ration

## 4.2. Paramètres de production laitière et pratiques alimentaires

### 4.2.1. Balance alimentaire

Une ration adéquate pour vaches laitières doit satisfaire leurs besoins journaliers, sans les excéder. Ces besoins concernent tous les éléments nutritifs indispensables pour l'entretien, la croissance, la production du lait et la reproduction. Quand les exigences ne sont pas comblées, la production et la santé en souffrent. Parallèlement l'excès des besoins entraîne une augmentation le coût de production et automatiquement des problèmes de santé apparaissent.

Wolter, (1997) estime que la santé et la production sont deux aspects étroitement liés, donc l'alimentation doit avoir pour première priorité de permettre de produire un lait d'excellente qualité et d'assurer la meilleure santé de la vache.

Afin d'apprécier le niveau de satisfaction des besoins alimentaires des vaches, nous avons calculé la balance énergétique et azotée. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Balance énergétique et azotée de l'apport de la ration de base par jour et par vache et par type de ration**

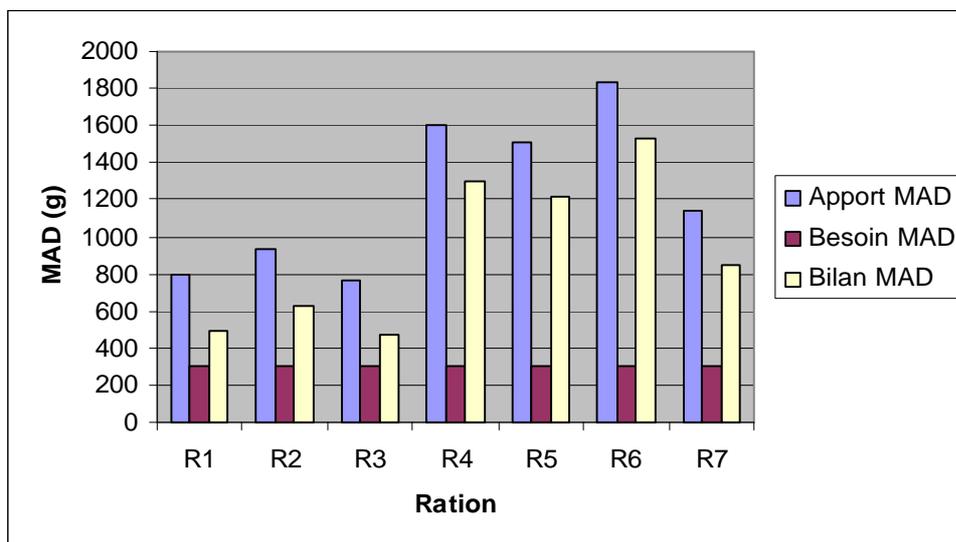
Rations alimentaires	Apport alimentaire de la ration de base en UF	Reste au dessus de la couverture des besoins d'entretien	Apport alimentaire de la ration de base en MAD (g)	Reste au dessus de la couverture des besoins d'entretien
<b>R1</b>	6,19	1,39	794,22	494,22
<b>R2</b>	6,74	1,94	930,82	630,82
<b>R3</b>	5,52	0,72	766,81	466,81
<b>R4</b>	10,77	5,97	1599,22	1299,22
<b>R5</b>	8,7	3,9	1512,14	1212,14
<b>R6</b>	8,89	4,09	1833,54	1533,54
<b>R7</b>	9,49	4,69	1145,05	845,05
<b>Moyenne</b>	<b>8,04</b>	<b>3,24</b>	<b>1225,97</b>	<b>925,97</b>

L'analyse du tableau 6 fait ressortir les commentaires suivants :

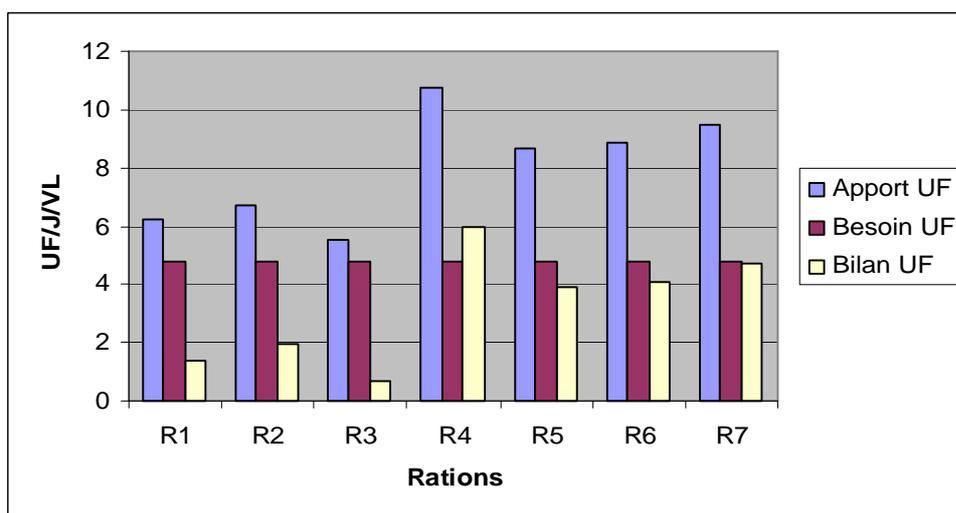
La balance azotée montre que les besoins d'entretien sont parfaitement couverts pour toutes les rations de base avec une moyenne de 925.97 g d'MAD. Le bilan reste au dessus des besoins d'entretien (Figure 10) notamment pour les rations R4, R5, R6 et R7 avec une moyenne de 925.97. Il est de même pour l'énergie (Figure 11) avec une moyenne de 3.24 UF. Comme pour les MAD le bilan est important pour les 4 dernières rations.

D'après Lemnour (2004) une ration de base est une ration collective, distribuée à l'ensemble des animaux. Elle couvre les besoins d'entretien et une majeure partie des besoins de production dite production de base. Quant à Wolter, (1994), il estime que la ration de base doit contribuer à la production d'au moins 8 litres de lait par jour.

En effet l'éleveur veille à ce que la ration de base couvre les besoins du troupeau sans faire appel aux concentrés. En fait et selon Wolter, (1994), une meilleure ration de base est toujours préférable pour des raisons techniques et économiques.



**Figure 10 : Balance azotée par jour et par vache en fonction de type de ration**



**Figure 11: La balance énergétique par jour et par vache en fonction de type de ration**

#### 4.2.2. Production laitière permise par la ration de base

La production laitière permise par la ration de base des différents régimes est illustrée par le tableau 7.

Les valeurs obtenues mettent en évidence que la production laitière permise par l'apport énergétique et azoté est différente quelque soit le type de ration.

Il ressort que la production permise par l'apport azotée reste supérieure à celle permise par l'apport énergétique avec des moyennes respectives de 15.42 et de 8.10 Kg. Ainsi rations préparées ne sont pas équilibrées et elles présentent un déficit en énergie. D'après la loi du minimum surélevé par Wolter, (1994), la production permise dépend des potentialités du facteur alimentaire le plus faiblement représenté par rapport aux besoins. Il indique que c'est l'énergie qui décide des réelles potentialités de la ration de base puisque il est facile de combler les éventuels déficits en azote, minéraux et en vitamines par un complément d'équilibre adapté.

**Tableau 7 : Caractérisation de la production laitière permise par la ration de base en fonction de type de ration**

Type de ration	Kg de lait permis par l'énergie (UF)	Kg de lait permis par les protéines (MAD)
R1	3,47	8,23
R2	4,85	10,51
R3	1,8	7,78
R4	14,92	21,65
R5	9,75	20,2
R6	10,22	25,55

#### 4.2.3. Production permise par la ration globale

La production permise par la ration globale distribuée des différents régimes est illustrée par le tableau 8 et la figure 12.

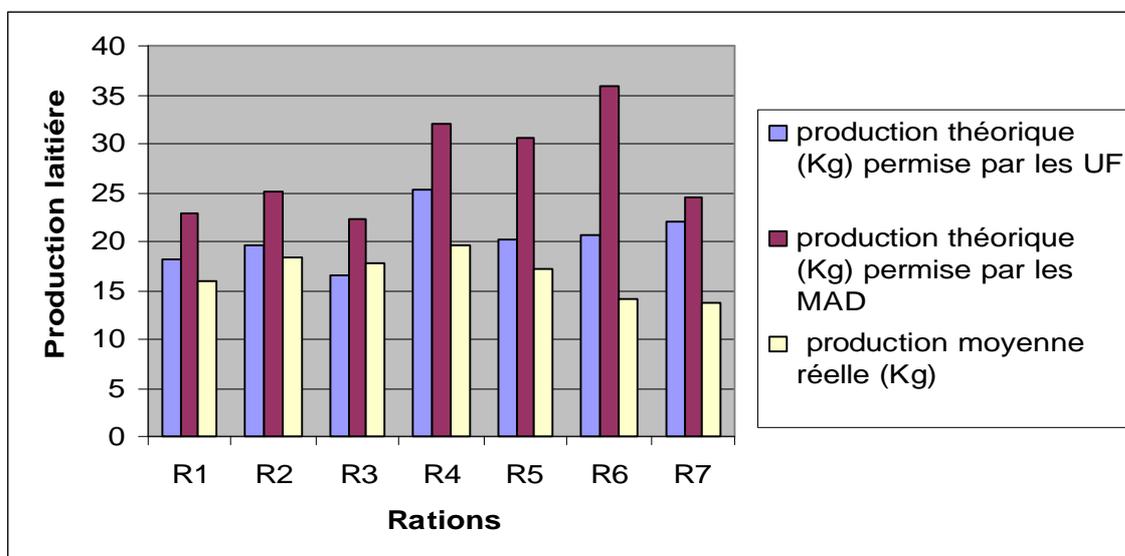
**Tableau 8 : Comparaison entre la production laitière théorique et réelle en fonction de type de la ration**

Numéro de ration	Production théorique (Kg)		production moyenne réelle (Kg)
	UF	MAD	
<b>R1</b>	18,12	22,79	16,01
<b>R2</b>	19,5	25,07	18,29
<b>R3</b>	16,45	22,34	17,85
<b>R4</b>	25,34	32,03	19,5
<b>R5</b>	20,17	30,58	17,19
<b>R6</b>	20,64	35,93	14,1
<b>R7</b>	22,14	24,46	13,61
<b>Moyenne</b>	<b>20,33</b>	<b>27,6</b>	<b>16,65</b>

Les résultats obtenus montrent que la moyenne de la production théorique permise par les UF et MAD est respectivement de 20.33Kg et 27.6Kg, elle est supérieure à la moyenne de la production réelle qui est de l'ordre de 16.65Kg.

L'étude comparative entre la production laitière permise par la ration globale et la quantité moyenne de lait réellement produite par chaque vache montre que la production laitière théorique (permise par l'énergie et par l'azote) dépasse la production laitière réelle pour l'ensemble des rations. Par ailleurs, la production théorique permise par les protéines est élevée à celle permise par l'énergie, dont les valeurs respectives sont de 27.6Kg et 20.33Kg.

Si on compare les productions théoriques (permise par les UF et les MAD) avec la production réelle, nous constatons que la production moyenne réelle se rapproche plus de la production théorique permise par l'énergie. En effet, lorsque une ration de base est déséquilibrée ce qui est généralement le cas, celle-ci ne reçoit aucune correction, de sorte que la production est assurée par le facteur alimentaire le plus faible. Le facteur limitant dans notre cas est représenté par l'énergie. En ce sens Wolter, (1994) recommande à ce que l'approvisionnement en glucides fermentescibles (UF) et en protéines dégradables doit se faire d'une manière équilibrée, puisque selon la loi générale du facteur limitant, c'est le plus faiblement disponible qui réduit à son niveau l'efficacité globale et condamne au gaspillage du facteur excédentaire. Dans notre cas on assiste à un gaspillage en azote. Ce dernier est important notamment pour les rations : R4, R5 et R6.



**Figure 12 : Quantité de lait permise par la ration globale distribuée et la moyenne de production laitière réelle en fonction de type de ration**

Le rapport TP/TB préconisé par Soltner (1990) permet de vérifier la valeur azotée de la ration (suffisante, faible ou excédentaire). Ce rapport donne les valeurs suivantes

**TP/TB • 78** —> alimentations équilibrées en énergie et en matière azotée

**75 < TP/TB < 78** —> augmenter la ration azotée

**TP/TB > 79** —> il est possible de diminuer le niveau azoté de la ration

L'étude expérimentale (tableau 9) illustre les résultats obtenus pour le rapport TP/TB calculé pour chaque type de ration.

**Tableau 9: Rapport TP/TB en fonction de type de ration**

N° de ration	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
<b>Rapport TP/TB</b>	79.71	81.97	79.28	84.09	83.87	80.42	80.39

D'après ce tableau, il ressort que le rapport TP/TB de toutes les rations est supérieur à 79. Cela signifie nettement que les rations de base distribuées sont déséquilibrées. Ce déséquilibre ne peut être attribué au concentré utilisé puisque ce dernier est un complément équilibré de production.

Donc les rations distribuées présentent un excès d'azote qui n'est pas valorisé puisque Wolter, (1994) indique que c'est l'énergie qui décide des vraies (réelles) potentialités de la ration de base puisque il est facile de combler les éventuels déficits en azote. En effet la notion du rapport énergie/azote revêt une importance majeure pour le ruminant. Jarrige en 1998 suggère que les quantités d'énergie et de substances azotées disponibles dans le rumen sont

les deux facteurs principaux qui conditionnent l'importance de la synthèse microbienne. Wolter, (1994) montre que la symbiose microflore/ruminant est d'une très grande importance pour la santé, la productivité laitière, ainsi que pour la qualité du lait. Ainsi, l'efficacité de la microflore est tributaire d'un apport en glucides fermentescibles, comme source d'énergie, et de protéines alimentaires assurant leur multiplication et leur croissance. Ces produits doivent être apportés en quantités suffisantes pour éviter tout gaspillage et assurer une activité microbienne intense et continue, tout au long des 24 heures de la journée.

#### **4.2.4. Part de concentré dans la production laitière théorique et réelle**

Le tableau 10 montre que la production est assurée par un apport massif de concentré dont la composition est équilibrée.

Les résultats enregistrés montrent l'apport énergétique du concentré qui participe dans la production laitière théorique et réelle avec des proportions qui varient respectivement de 41,12 % à 89,05 % avec une moyenne de 62.19 % et de 53.43 % à 91.5 % avec une moyenne de 74.02 %.

Tandis que l'apport azoté du concentré qui participe dans la production laitière théorique et réelle avec des proportions qui varient respectivement de 32.4% à 65.17% avec une moyenne de 46.39% et de 53.23 % à 90.94 % avec une moyenne de 73.65 %.

D'après ces résultats on peut déduire que l'apport énergétique du concentré qui participe dans la production laitière théorique est supérieur à l'apport azoté. Cela peut être un autre indicateur du déficit énergétique de la ration de base. Quant à la production réelle, le concentré participe avec des apports énergétique et azoté identiques. Cela indique que le concentré utilisé est un complément équilibré de production

Il ressort aussi du tableau 10 que la part du concentré dans les productions réelles est nettement supérieure à celle des productions théoriques. Cela signifie la participation des rations de base dans la production laitière a été surestimée. Cela est du probablement à la non valorisation de ces rations puisque le concentré utilisé est un complément de production (même production permise par les UF et les MAD) et non de correction. En effet Wolter (1994) juge que le complément correcteur de la ration de base est nécessaire à compenser les déséquilibres alimentaires des fourrages. Par contre, le complément de production, qui est de composition standard, doit être distribué en quantités ajustées aux besoins pour éviter toute sous-consommation responsable de sous-production.

**Tableau 10 : Part de concentré dans la production laitière théorique et réelle (exprimée en %)**

<b>Rations alimentaires</b>	Part de concentré dans la production laitière théorique (%)		Part de concentré dans la production laitière réelle (%)	
	<b>UF</b>	<b>MAD</b>	<b>UF</b>	<b>MAD</b>
R1	80.84	63.88	91.50	90.94
R2	75.12	58.07	80.09	79.60
R3	89.05	65.17	82.07	81.56
R4	41.12	32.40	53.43	53.23
R5	51.66	33.94	60.61	60.38
R6	50.48	28.88	73.90	73.61
R7	47.06	42.43	76.56	76.26
<b>Moyenne</b>	<b>62.19</b>	<b>46.39</b>	<b>74.02</b>	<b>73.65</b>

#### **4.3. Analyse des composants physico-chimiques du lait en fonction de type de ration**

Sept paramètres différents ont été étudiés à savoir : la production du lait, les quantités de matières grasses et protéiques produites par jour, les taux butyreux et protéique, le rapport TP/TB, ainsi que l'extrait sec dégraissé.

#### 4.3.1. Production de lait

L'analyse de la variance a montré une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes rations pour les quantités de lait produites (tableau 11).

L'analyse des valeurs moyennes par la méthode de la plus petite différence significative (ppds) a révélé trois groupes homogènes. Ainsi les productions laitières enregistrées avec les rations R2, R3, R4 et R5 présentent une différence significative avec celle qui est permise par les rations R6 et R7. La ration 1 forme un groupe à part puisque sa production se chevauche avec les deux groupes précédents.

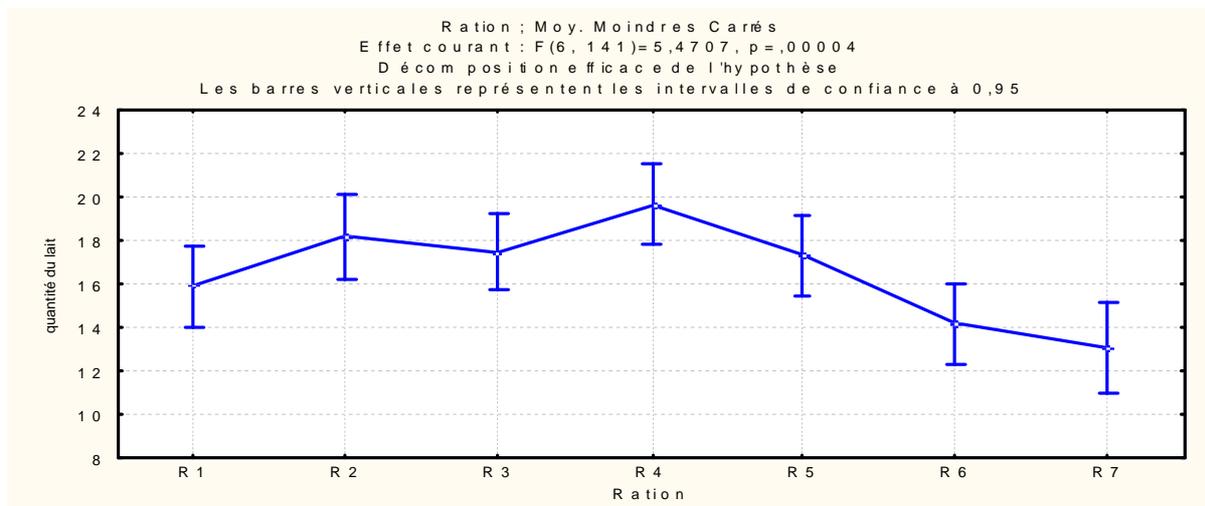
**Tableau 11** : Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de lait – Groupes homogènes

Effet	Tests Univariés de Significativité pour quantité du lait (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	40044,44	1	40044,44	2089,557	0,000000
Ration	629,05	6	104,84	5,471	0,000041
Erreur	2702,14	141	19,16		

Cellule N°	Test LSD ; variable quantité du lait (analyse lait Ration) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 19,164, dl = 141,00					
	Ration	quantité du lait Moyen.	1	2	3	4
7	R7	13,08029			****	
6	R6	14,16438			****	****
1	R1	15,88614	****			****
5	R5	17,31500	****	****		
3	R3	17,46250	****	****		
2	R2	18,17500	****	****		
4	R4	19,64818		****		

La figure 13 montre que la quantité de lait produite est plus élevée pour les rations R5, R3, R2 et R4 (17.31Kg, 17.46Kg, 18.17Kg et 19.64Kg respectivement). Les plus faibles quantités produites sont enregistrées avec les rations R6 et R7 (14.16 Kg, 13.08 Kg respectivement). La production obtenue avec la ration R1 présente des similitudes avec les deux groupes mais elle se distingue avec une production moyenne de 15.88Kg.



**Figure 13 :** Valeurs moyennes du paramètre « production du lait », pour les différentes rations

La figure 13 illustre les valeurs moyennes de la production du lait par les différentes rations alimentaires et montre l'intérêt de l'alimentation sur la production laitière. C'est ainsi que les meilleures productions sont obtenues avec les rations R2, R3, R4 et R5 durant la période printanière du mois de février jusqu'au mois de mai coïncidant avec la période de fortes disponibilités fourragères et avec la reconstitution du tapis végétal au niveau des prairies naturelles et des parcours. Les plus faibles productions sont enregistrées avec les deux dernières rations durant la période estivale caractérisée par la masse végétale sèche et les disponibilités fourragères commencent à baisser. En ce sens, Araba et al (2001) cité par Essalha (2003) estiment que la production laitière dépend étroitement des performances des vaches laitières, de l'état sanitaire du troupeau laitier et dans une grande mesure du climat ; qui reste le facteur le plus déterminant de la production laitière, en raison de son influence directe sur la disponibilité en ressources fourragères pour les animaux. La ration 1 engendre une production proche mais distincte de la production des 2 autres groupes homogènes. Elle se caractérise par une même quantité du concentré avec les rations R2 et R3. La ration 1 dont le vert est représenté par l'herbe de prairie présente des similitudes avec les deux rations R6 et R7 composées respectivement d'une légumineuse et d'une graminée. Par contre les autres rations (R2, R3, R4, et R5) se caractérisent par une association de légumineuse et de graminée contribuant éventuellement à l'équilibre énergétique et azoté de la ration (tableau 3). Par conséquent il semblerait que l'amélioration de la production laitière est assurée par une ration de base équilibrée complétée avec des quantités de concentré permettant aux vaches d'exprimer leur potentiel génétique. les résultats obtenus dans notre expérimentation

rejoignent l'hypothèse de Wolter (1994) qui suggère que la rentabilité de l'élevage laitier est liée à la disposition d'excellents fourrages qui assurent avec un complément d'équilibre bien adapté, une couverture déjà large des besoins de production, au de là de l'entretien. Il met en évidence aussi que la complémentation de production doit être suffisante pour permettre l'expression totale du potentiel génétique des vaches. En effet, pour palier aux insuffisances des rations de base, l'utilisation des concentrés revêt un grand intérêt. Ainsi pour Wolter (1994), la recherche d'un revenu supérieur exige de réaliser tout l'investissement nécessaire, y compris sous forme de concentré tant que celui-ci reste rentable. Cette hypothèse est confirmée par Soltner (2000) qui suggère que la substitution fourrage-concentré se répercute sur la production laitière en illustrant son idée par le présent exemple : une réduction de concentré de 2 Kg entraîne une consommation supplémentaire de fourrage de 0,9 Kg de MS. Ainsi avec un concentré à 1UFL/Kg de MS et un ensilage de maïs à 0,9 UFL/Kg de MS et l'opération s'écrit :

Concentré en moins : -2UFL

Ensilage en plus : +0,8 UFL

Solde : 1,2 UFL

Incidence sur la production laitière : -0,9 Kg de lait.

#### 4.3.2. Taux butyreux et quantités de matières grasses

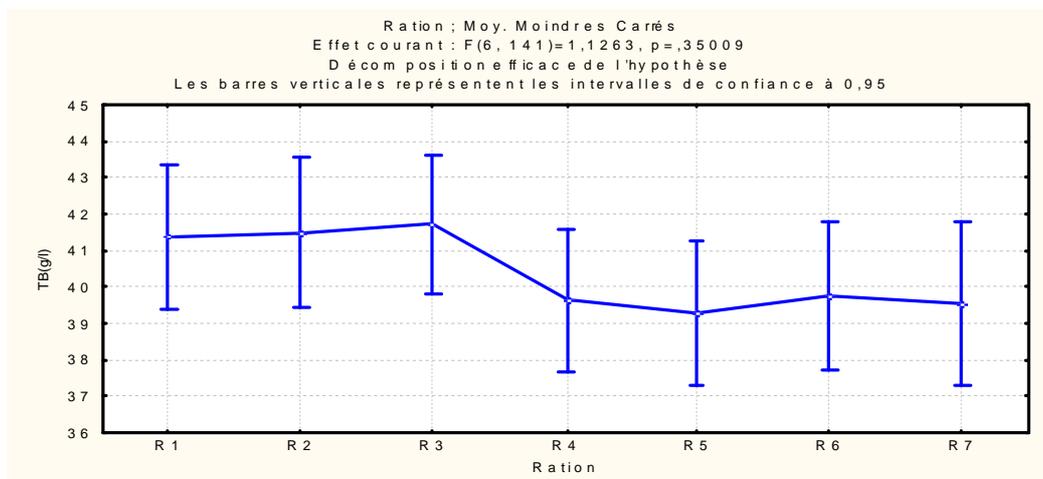
Les résultats de l'analyse de la variance relative au taux butyreux sont présentés dans le tableau 12. Globalement, le type de la ration alimentaire distribuée n'influe pas sur le taux butyreux du lait.

**Tableau 12** : Analyse de la variance : Effet de la ration sur le TB du lait

Effet	Tests Univariés de Significativité pour TB(g/l) (analyse lait Ratic Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	239098,2	1	239098,2	10842,45	0,000000
Ration	149,0	6	24,8	1,13	0,350089
Erreur	3109,3	141	22,1		

La figure 14 montre que les taux butyreux enregistrés sont dans les normes pour les quatre dernières rations (R4, R5, R6 et R7) par contre le taux butyreux du lait engendré par les trois premières (R1, R2 et R3) rations dépasse les normes. En effet Wolter (1994) estime que le taux butyreux du lait de vaches varie de 34 à 40g/Kg. La richesse du lait des rations R1, R2 et R3 peut être expliqué par l'effet saison, ainsi Labarre (1994) estime que la teneur en matières grasses est généralement plus élevée en hiver et plus basse en été.

L'étude statistique par le biais de l'analyse de la variance n'a pas révélé de différence significative entre les différentes rations pour le taux butyreux. Cela est dû au fait que toutes les rations distribuées contenaient des éléments fibreux (foin, ensilage et fourrages en vert) essentiels pour la stabilité du TB. Pour Wolter, (1978) la teneur en cellulose devrait être d'environ 20% ou au minimum de 16-17% par rapport à la matière sèche. En effet, Araba (2006) montre que si la ration manque de structure, la vache la mâchera peu et le temps de rumination diminuera, ce qui réduit la production de salive, substance riche en tampon. Ainsi, avec l'herbe jeune, il conviendrait de compléter la ration avec du foin grossier (ou de la paille) pour améliorer sa structure. La stabilité du taux butyreux peut être justifiée aussi par le niveau d'apport du concentré pendant toute la durée de notre expérimentation qui ne dépasse pas 37.06% par rapport à la MS totale. Selon Essalhi (2003) et Araba (2006) l'augmentation de la proportion du concentré dans la ration se répercute négativement sur le taux butyreux. Cette diminution est variable est surtout nette au-delà de 40% de concentré. Quant à sa nature, le concentré utilisé (VLB17) est un complément de production équilibré dont la composition est favorable à la synthèse des MG du lait. En effet, pour Wolter (1994) une influence positive sur le taux butyreux est liée à tout l'équilibre alimentaire, particulièrement en protéines (azote dégradable), en minéraux (Ca, P, Mg, S, oligo-éléments) et en vitamines. Cet équilibre active la cellulolyse. Charron (1986), recommande de ne pas dépasser les 30% d'amidon dans les aliments concentrés. En effet, la consommation de grande quantité d'amidon entraîne une chute du taux butyreux. Toutefois cette influence d'après Araba (2006) dépend du type d'amidon. Ainsi l'orge et l'avoine, dont l'amidon est rapidement dégradé par la microflore ruminale influencent le plus le taux butyreux que le maïs dont la dégradabilité est plus lente.



**Figure 14 :** Valeurs moyennes du paramètre « taux butyreux », pour les différentes rations

Cependant l'analyse de la variance pour la quantité de matières grasses du lait, a montré une différence hautement significative ( $p < 0,01$ )

Il ressort du tableau 13 que les meilleures productions de matières grasses sont obtenues avec les rations R2, R3, R4 et R5 notamment pour la ration R4. Par contre les deux dernières rations engendrent une production faible de matières grasses. La production permise par la ration R1 se chevauche avec celles des deux groupes homogènes précédents.

**Tableau 13 :** Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de la matière grasse du lait- Groupes homogènes

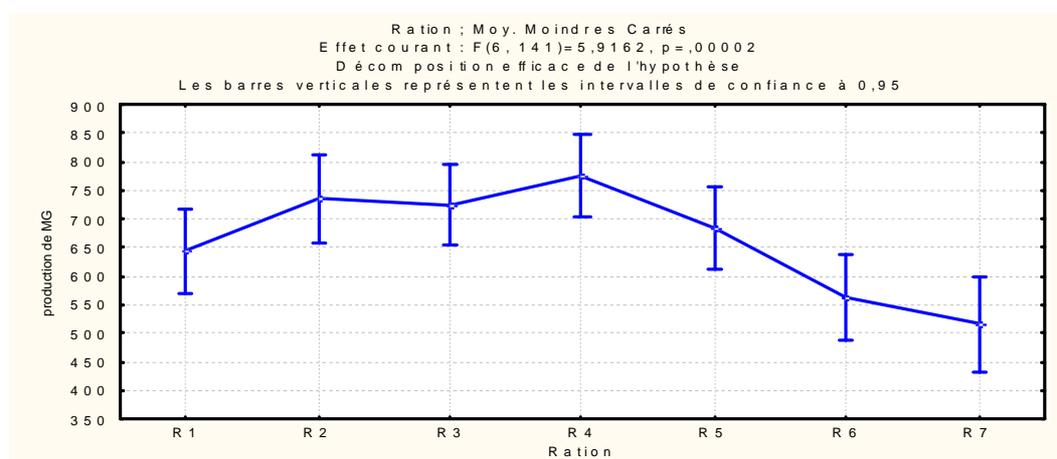
		Tests Univariés de Significativité pour production de MG (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
Effet		SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine		64468167	1	64468167	2149,186	0,000000
Ration		1064797	6	177466	5,916	0,000016
Erreur		4229514	141	29997		

		Test LSD ; variable production de MG (analyse lait Ration) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 29997,, dl = 141,00				
Cellule N°	Ration	production de MG Moyen.	1	2	3	4
7	R7	516,5739			****	
6	R6	562,7726			****	****
1	R1	644,0146	****			****
5	R5	684,4794	****	****		
3	R3	724,6274	****	****		
2	R2	734,9756	****	****		
4	R4	776,1384		****		

La figure 15 montre une évolution similaire de la production de matières grasses avec celle des quantités de lait produites (figure 13). Ce résultat corrobore ceux de plusieurs auteurs (Brunchwing et al., 1996; Brunchwing et Lamy, 2004; Faverdin et al., 1998) qui suggèrent que l'augmentation de la quantité de matière grasse est due à l'accroissement du niveau de production laitière. Par conséquent l'alimentation peut engendrer des variations du taux butyreux et des quantités de matières grasses, mais cette influence est différente pour les deux paramètres. Ainsi Journet et Chilliard, (1985); Delaby et al., (1997) estiment que la sous-alimentation entraîne une élévation du taux butyreux, cependant les conséquences sur la matières grasses produite étant fonction de la production de lait.

Les essais menés par Peccard, (2006) montrent que le système utilisant 100% de maïs donne un taux butyreux supérieur à 0,5g/Kg par rapport à un système incluant 2/3 d'herbe. D'après le même hauteur, ce régime augmente aussi la production du lait et des matières grasses.



**Figure 15 :** Valeurs moyennes du paramètre « quantité de matières grasses », pour les différentes rations

#### 4.3.3. Taux protéique et quantités de matières protéiques

Contrairement au taux butyreux, une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) a été enregistrée pour le taux protéique entre les différentes rations. La comparaison des moyennes fait apparaître 4 groupes homogènes, le lait produit par les vaches recevant les 5 premières rations à l'exception de la R1 présente un meilleur taux protéique par rapport au lait produit par les rations R6 et R7. Le taux protéique engendré par la ration R1 se rapproche beaucoup plus du premier groupe (tableau 14).

**Tableau 14 :** Analyse de la variance : Effet de la ration sur le TP du lait – Groupes homogènes

		Tests Univariés de Significativité pour TP(g/l) (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
Effet		SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine		154380,1	1	154380,1	267005,7	0,000000
Ration		58,9	6	9,8	17,0	0,000000
Erreur		81,5	141	0,6		

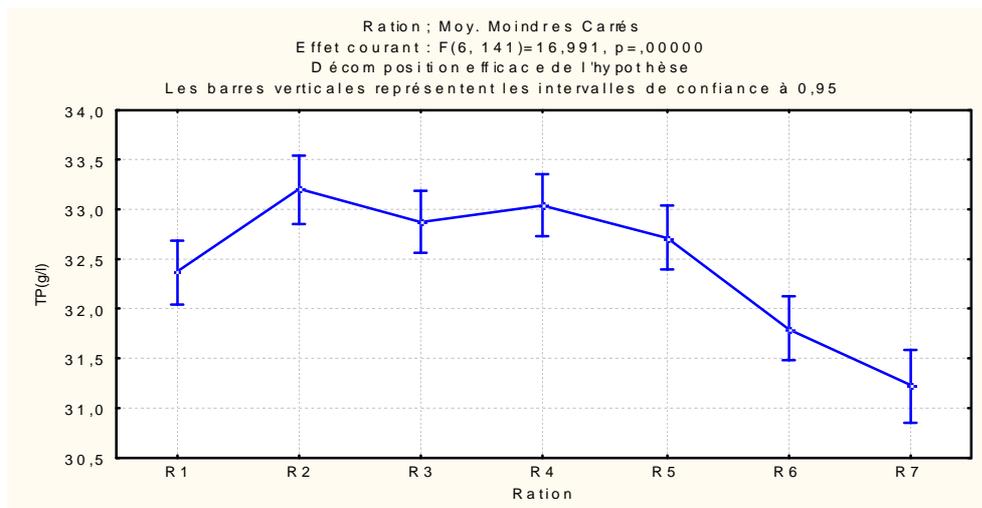
		Test LSD ; variable TP(g/l) (analyse lait Ration) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,57819, dl = 141,00					
Cellule N°	Ration	TP(g/l) Moyen.	1	2	3	4	5
7	R7	31,22476				****	
6	R6	31,80238					****
1	R1	32,37164			****		
5	R5	32,71768	****		****		
3	R3	32,87688	****	****			
4	R4	33,04214	****	****			
2	R2	33,20000		****			

Nous constatons que Le taux protéique enregistré pour les sept rations est dans les normes. Ainsi pour Wolter (1994) un taux protéique est considéré comme normal s'il varie de 31 à 34g/Kg. Ce résultat est lié probablement au bilan énergétique positif enregistré dans les conditions propres à notre expérimentation. En se sens Araba (2006) suggère qu'une sous-alimentation qui correspond à un bilan énergétique fortement négatif, entraîne une diminution de la production laitière et du taux protéique et une augmentation du taux butyreux.

Les meilleurs taux protéiques obtenus avec les cinq premières rations peuvent être expliqués par la satisfaction des besoins énergétiques, assurées par l'approvisionnement en fourrages (association de graminée et de légumineuse) et l'apport du concentré qui contribue à l'équilibre en énergie de la ration. En effet, Wolter (1994) montre que la bonne couverture des besoins énergétiques est encore plus bénéfique, si elle comporte une part suffisante de concentrés amylacés qui agissent d'après Colin-Schoellen et al (1995), dans ce cas, sur les fermentations ruminales, en favorisant la production de l'acide propionique, qui est, en partie, précurseur de la néoglucogénèse hépatique et donc de l'énergie nécessaire à la synthèse des protéines du lait. Dans le même ordre d'idée Araba (2006) pense que selon le type d'aliments complémentaires et/ou la nature du fourrage utilisé, le taux protéique (TP) est généralement

amélioré mais avec une amplitude de variation plus faible (3 à 4 fois moins), en raison, le plus souvent de l'augmentation du niveau énergétique de la ration. Les taux protéiques enregistrés pour les deux dernières rations (R6 et R7) confirment l'hypothèse de Wolter (1994) qui estime que le taux protéique est minimal en été puisque il est lié positivement au niveau global de l'alimentation. Aussi Hoden (1978) cité par Coubronne (1980) confirme cette hypothèse, ainsi les taux azotés et butyreux ont un minimum entre mai et juillet et un taux maximum en novembre et décembre. Le taux protéique engendrés par les deux dernières rations reflète le déficit en énergie de nos ressources fourragères et la nécessité, dans ce cas, de recourir à l'utilisation des concentrés.

La stabilité du taux butyreux par rapport au taux protéique peut avoir comme explication la qualité des sept rations distribuées qui présentent des similitudes, ainsi elles n'engendrent pas de variations brusques des mécanismes de la digestion. Ce résultat rejoint l'hypothèse de Jarrige (1988) qui suggère que, dans le cas, d'une alimentation normale n'entraînant pas de perturbations digestives dans le rumen (proportions d'aliments concentrés, présence d'aliments fibreux), le niveau des apport énergétique influence surtout le taux protéique du lait.



**Figure 16 :** Valeurs moyennes du paramètre « taux protéique », pour les différentes rations

L'analyse de la variance pour le critère « quantité de matières protéiques produite par jour » a révélé une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les différentes rations.

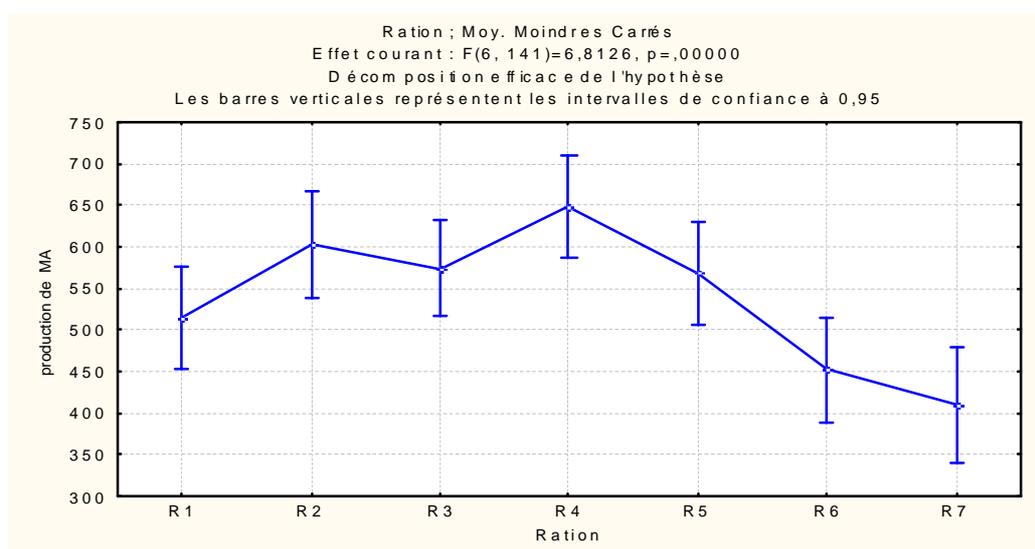
**Tableau 15** : Analyse de la variance : Effet de la ration sur la production de la matière azotée du lait– Groupes homogènes

Tests Univariés de Significativité pour production de MA (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	42446658	1	42446658	2028,479	0,000000
Ration	855341	6	142557	6,813	0,000002
Erreur	2950476	141	20925		

Test LSD ; variable production de MA (analyse lait Ration) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 20925,, dl = 141,00						
Cellule N°	Ration	production de MA Moyen.	1	2	3	4
7	R7	408,9964			****	
6	R6	451,5401			****	****
1	R1	513,7660		****		****
5	R5	567,3945	****	****		
3	R3	574,4022	****	****		
2	R2	602,7906	****			
4	R4	649,0348	****			

En effet comme pour la production de lait et de matière grasse, les vaches recevant les rations R2, R3, R4 et R5 (notamment la R4) produisent des grandes quantités de matières azotées. La ration R1 permet une production en matières protéiques moins importante qu le groupe précédent mais supérieure par rapport aux vaches recevant les rations R6 et R7 (tableau 3) (figure 17).



**Figure 17** : Valeurs moyennes du paramètre « quantité de matières azotées », pour les différentes rations

#### 4.3.4. Extrait sec dégraissé

Les résultats de l'analyse de la variance met en évidence une influence hautement significative ( $p < 0,01$ ) de l'extrait sec dégraissé (ESD) du lait en fonction de type de ration. La comparaison des moyennes permet la distinction de 4 groupes homogènes. En effet le lait dont l'extrait sec dégraissé est le plus élevé est obtenu avec les rations R2, R3, R4 et R5. Les rations R6 et R7 conduisent à des laits dont l'extrait sec dégraissé est le plus faible (respectivement de 8.40 et 8.24). L'extrait sec dégraissé enregistré avec la ration R1 se situe entre les groupes précédents avec un extrait sec dégraissé ESD moyen de 8.56 sachant que ces rations présentent des différences significatives entre elles et avec le premier groupe (tableau 16).

**Tableau 16 :** Analyse de la variance : Effet de la ration sur l'extrait sec dégraissé du lait – groupes homogènes

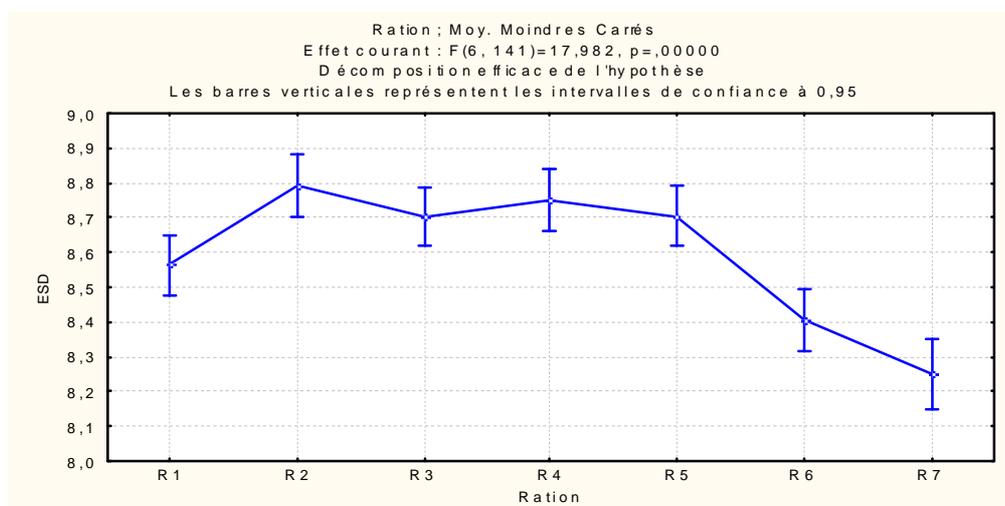
		Tests Univariés de Significativité pour ESD (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
Effet		SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine		10824,40	1	10824,40	251493,0	0,000000
Ration		4,64	6	0,77	18,0	0,000000
Erreur		6,07	141	0,04		

		Test LSD ; variable ESD (analyse lait Ration) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,04304, dl = 141,00				
Cellule N°	Ration	ESD Moyen.	1	2	3	4
7	R7	8,249165		****		
6	R6	8,406190			****	
1	R1	8,562917				****
3	R3	8,703729	****			
5	R5	8,705723	****			
4	R4	8,750359	****			
2	R2	8,792250	****			

La figure 18 montre que l'évolution de l'extrait sec dégraissé et celle du taux protéique est similaire. Ainsi, il apparaît que les protéines du lait sont les principaux constituants qui entraînent des variations de l'extrait sec non gras (ESD).

Wolter (1994) confirme cette idée puisque il suggère que la composition analytique du lait est relativement stable quant au lactose et aux minéraux. Ainsi d'après le même auteur l'influence du régime alimentaire est très modeste sur la teneur du lait en lactose et en minéraux.



**Figure 18 :** Valeurs moyennes du paramètre « ESD », pour les différentes rations

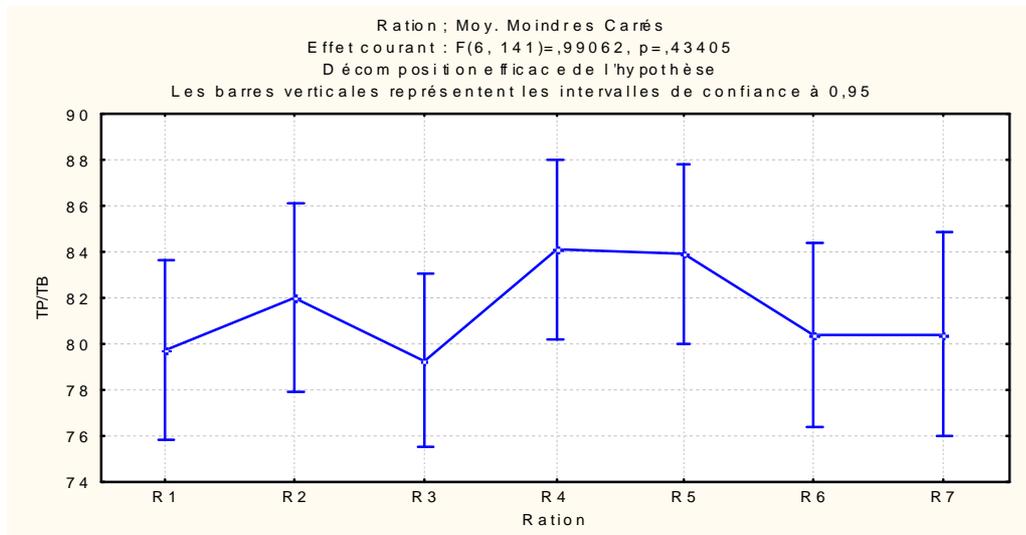
#### 4.3.5. Rapport TP/TB

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé un effet non significatif du rapport TP/TB pour l'ensemble des rations étudiées (tableau 17).

**Tableau 17 :** Analyse de la variance : Effet de la ration sur le rapport TP/TB du lait

Effet	Tests Univariés de Significativité pour TP/TB (analyse lait Ration Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse				
	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	970540,5	1	970540,5	11345,98	0,000000
Ration	508,4	6	84,7	0,99	0,434054
Erreur	12061,2	141	85,5		

L'analyse de la figure 19 montre que le rapport TP/TB enregistré par l'ensemble des rations varie entre 79.28 et 84.09. En outre la tendance actuelle d'après Wolter, (1994) vise à ce que ce rapport soit supérieur ou égal à 0,85, grâce à une intervention alimentaire, qui couvre les besoins et qui agit sur la synthèse des matières grasses. Cependant, Soltner (1990) recommande un rapport TP/TB d'environ 78 puisque ce rapport témoigne de l'équilibrée en énergie et en azote de la ration. Nos résultats sont en accord avec l'hypothèse de Soltner (1990), en effet l'analyse de la valeur alimentaire des différentes rations a révélé un excès d'azote. Aussi pour Wolter (1994), un rapport TP/TB important est un indicateur d'un bon rationnement énergétique, azoté et d'une bonne activité du rumen



**Figure 19 :** Valeurs moyennes du paramètre «TP/TB», pour les différentes rations

#### 4.4. Analyse des composants physico-chimiques du lait en fonction du stade de lactation

L'incidence du stade de lactation sur les paramètres étudiés a été analysée. A cet effet le troupeau a été divisé en trois groupes selon le stade de lactation.

- Ø Groupe 1 : vaches aux trois premiers mois de lactation (début de lactation)
- Ø Groupe 2 : vaches aux 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> mois (milieu de lactation)
- Ø Groupe 3 : vaches au 7<sup>ème</sup> mois de lactation et plus (fin de lactation)

##### 4.4.1. Production de lait, quantités de matières grasses et quantités de matières protéiques

L'analyse de la variance des trois paramètres (production de lait, quantité de MG et de MP) montre que le stade de lactation exerce une influence hautement significative ( $p < 0.01$ ) (tableau 18).

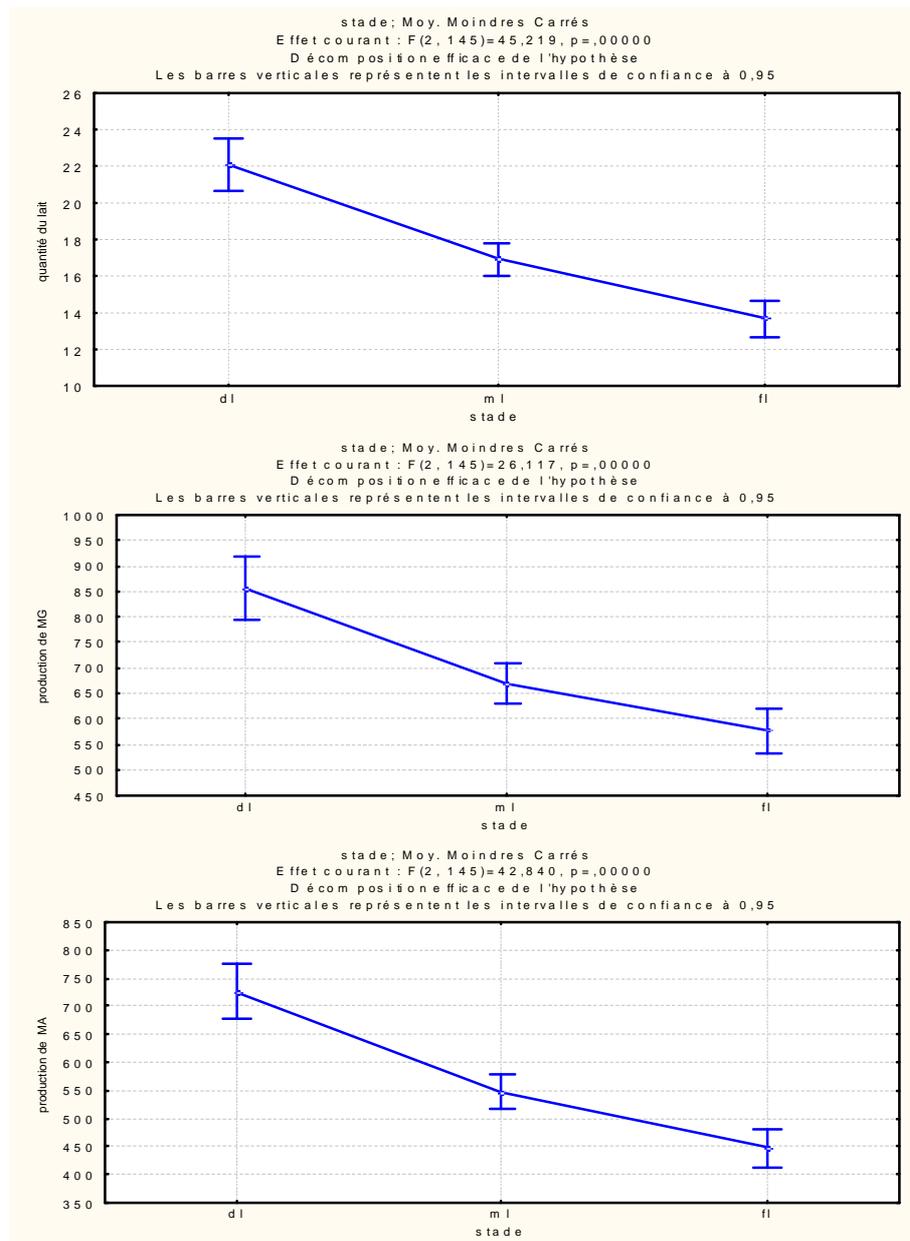
**Tableau 18** : Analyse de la variance : Effet du stade de lactation sur la production de lait, les quantités de matières grasses et les quantités de matières protéiques

Tests Univariés de Significativité pour quantité du lait (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	39421,83	1	39421,83	2786,206	0,000000
stade	1279,59	2	639,79	45,219	0,000000
Erreur	2051,59	145	14,15		
Tests Univariés de Significativité pour production de MG (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	62737614	1	62737614	2337,230	0,000000
stade	1402117	2	701058	26,117	0,000000
Erreur	3892194	145	26843		
Tests Univariés de Significativité pour production de MA (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	42095292	1	42095292	2551,489	0,000000
stade	1413560	2	706780	42,840	0,000000
Erreur	2392257	145	16498		

Les figures 20 montre une même évolution des productions, ainsi les meilleures productions de lait, de matières grasses et protéiques sont enregistrées au début de lactation, puis diminuent au milieu de lactation pour atteindre leurs minimums en fin de lactation.

La figure 23 montre une évolution très logique de la production laitière au cours des différents stades de lactation. Ainsi, la production maximale est enregistrée au début de lactation puis il y a une chute de la production pour atteindre son minimum en fin de lactation. Nos résultats concordent avec ceux de Cauty et Perreau (2003) qui partagent la lactation en deux phases. La première est ascendante d'une durée de 5 à 8 semaines caractérisée par une production initiale déclenchée par le vêlage et une production maximale ou production au pic de lactation. La deuxième est descendante d'une durée de 8 à 9 mois caractérisée par une chute de production d'environ 10% par mois. Pendant cette phase, si la vache est gestante, plus la fin de gestation se rapproche et plus les hormones ont un effet dépressif. Par conséquent, la chute sera plus importante en fin de lactation.

Quant à l'évolution de la production de matières grasses et de matières azotées, les résultats obtenus sont proportionnels aux quantités de lait produites. Nos résultats sont en accord avec les travaux de Wolter (1994) portant sur l'amélioration du volume de la production laitière qui est associée à une augmentation des quantités de matières grasses et protéiques.



**Figures 20 :** Valeurs moyennes des paramètres « production du lait », « production de MG » « production de MP » pour les différents stades de lactation

#### 4.4.2. Taux butyreux, taux protéique et rapport TP/TB

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques varient de manière significative ( $p < 0.05$ ) pour le stade de lactation. Comme pour le taux butyreux le rapport TP/TB est influencé ( $p < 0.05$ ) par le stade de lactation, chose qui n'a pas été mis en évidence par l'effet ration

**Tableau 19** : Analyse de la variance : Effet du stade de lactation sur le TB, TP et le rapport TP/TB

Tests Univariés de Significativité pour TB(g/l) (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	207097,0	1	207097,0	10073,69	0,000000
stade	277,4	2	138,7	6,75	0,001578
Erreur	2980,9	145	20,6		
Tests Univariés de Significativité pour TP(g/l) (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	135756,8	1	135756,8	147808,9	0,000000
stade	7,3	2	3,6	4,0	0,020976
Erreur	133,2	145	0,9		
Tests Univariés de Significativité pour TP/TB (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	861691,6	1	861691,6	10991,15	0,000000
stade	1201,8	2	600,9	7,66	0,000685
Erreur	11367,8	145	78,4		

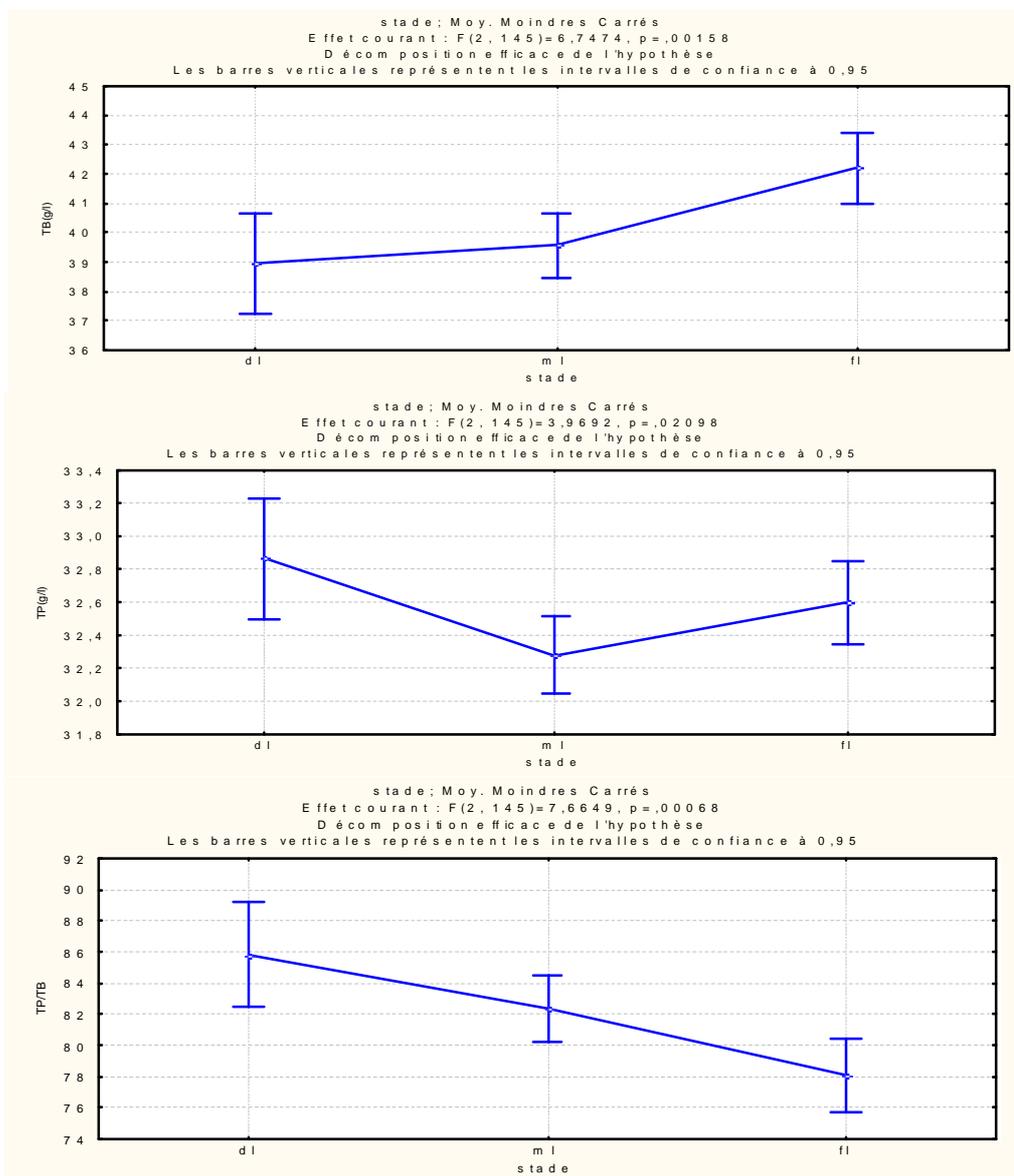
La comparaison des moyennes révèle que les laits du début de lactation présentent un taux protéique le plus élevé et diffère significativement de celui enregistré aux milieux et en fin de lactation. Cependant, le taux butyreux présente une évolution inversée au taux protéique, ainsi les teneurs les plus élevées en matières grasses sont enregistrées durant la période fin lactation. Le rapport TP/TB enregistré présente une différence significative pour les différents stades avec une évolution contraire au taux butyreux (figure 21).

Les résultats obtenus pour l'évolution du taux butyreux en fonction du stade physiologique concordent avec ceux de Labarre (1994) qui suggère qu'il y a une diminution de la matière grasse pendant les deux premiers mois de lactation, suivi d'une augmentation. Cette augmentation, selon Coulon et al., (1991) est dû en partie au stade de gestation qui

entraîne une diminution de la persistance de la production laitière (phénomène de dilution au pic).

Quant à l'effet du stade de lactation sur le taux protéique, les résultats obtenus dans nos conditions expérimentales rejoignent l'hypothèse de Chilliard et al., (1991). Celui ci montre que la teneur en protéines du lait de vache augmente au début et en fin de lactation. OTZ en 2006 montre que Le taux protéique est élevé la 1<sup>ère</sup> semaine puis décroît pour atteindre un minimum vers le deuxième mois de lactation (phénomène de dilution au pic) et remonte progressivement jusqu'au 10<sup>ème</sup> mois de lactation d'environ 1 g/kg/mois.

L'évolution du rapport TP/TB semble très évidente, ce rapport est inversement proportionnel aux valeurs du taux butyreux.



**Figure 21 :** Valeurs moyennes des paramètres « TP », « TB » et « rapport TP/TB » pour les différents stades de lactation

#### **4.5. Composants physicochimiques et variations individuelles**

Bien que notre expérimentation a portée uniquement sur les vaches de race pie-noire, nous avons voulu voir s'il y a des différences intra race pour les paramètres de composition du lait étudiés. Une analyse de la variance fut faite pour les 27 vaches.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 21. Ainsi l'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative ( $p < 0.01$ ) entre les différentes vaches pour le taux butyreux, production de lait, quantité de matières grasses et azotées ainsi que le rapport TP/TB. Par contre cette analyse révèle une différence non significative pour le taux protéique et l'ESD.

La figure 22 dégage un même aspect pour les paramètres production de lait, de quantité de matières grasses et protéiques, ainsi on constate qu'il y a une variation de production entre toutes les vaches.

Le taux butyreux et le rapport TP/TB évoluent dans deux sens opposés pour toutes les vaches. Bien que l'analyse de la variance n'a pas révélé de différence significative pour le taux protéique et l'ESD, nous constatons que les deux paramètres présentent une évolution similaire.

Wolter (1994), estime que la génétique a une influence importante sur le niveau de production et plus encore sur les taux. D'après le même auteur la sélection exclusive sur le volume de la production entraîne une régression des taux butyreux et protéique mais avec une augmentation des quantités de matières grasses et de protéines. Les résultats relatifs à notre expérimentation montrent que le taux butyreux et protéique du lait produit par toutes les vaches sont dans les normes. Ces résultats peuvent avoir comme explication selon Wolter (1994) à la nature des sélections génétiques portant essentiellement sur l'amélioration des matières utiles (TB et TP) du lait. Cette hypothèse est confirmée par les productions laitières enregistrées qui sont modestes (exceptionnellement à la vache numéro 26) puisque le même auteur estime que la sélection exclusive sur les taux diminuerait le volume de production (tableau 20). Par conséquent et d'après le même auteur, il convient de disposer d'indices pondérés de sélection qui permettent de préserver une certaine progression de la productivité tout en améliorant le taux protéique.

**Tableau 20** : efficacité de la sélection (en KG par génération) (Wolter, 1994)

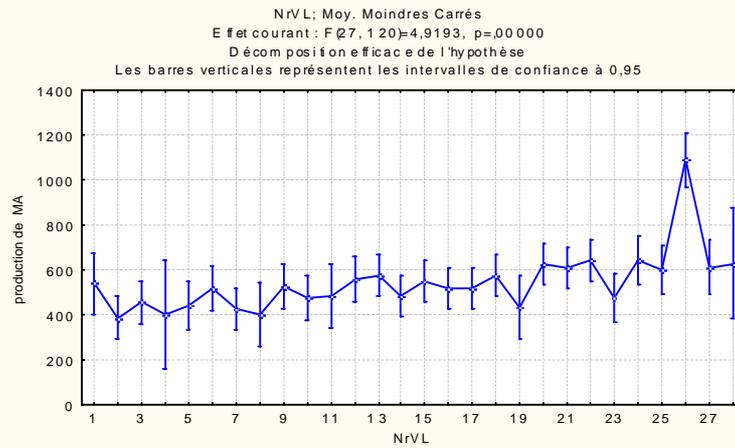
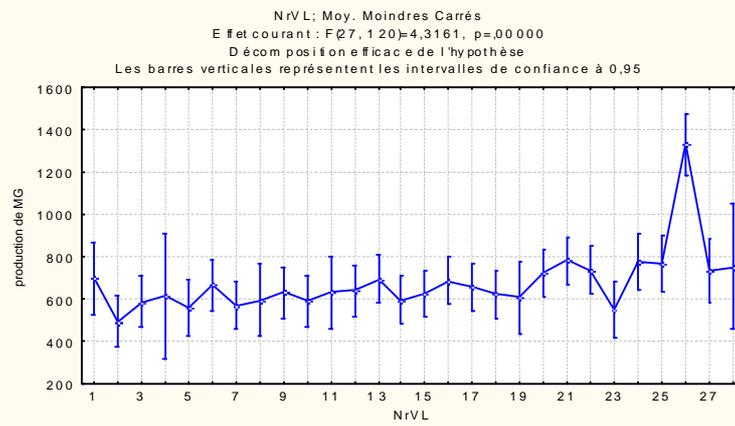
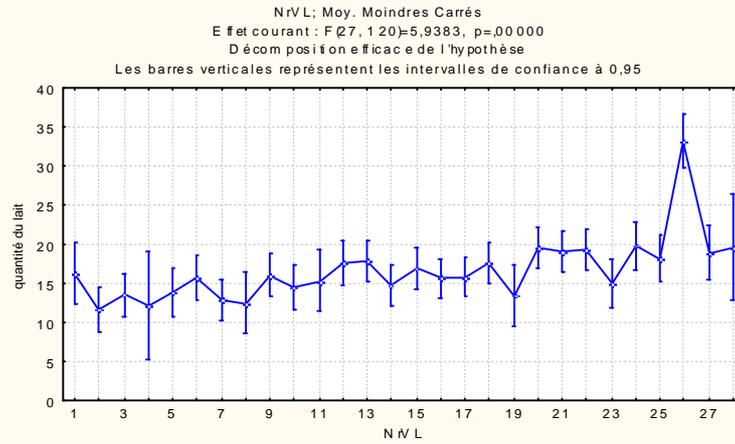
Sélection exclusivement sur	lait	Quantité MG	Quantité MP	TB (%)	TP (%)
Le volume	+ 276	+ 10	+ 6.3	- 0.036	- 0.0018
Le TB	- 130			+ 0.19	+0.05
Le TP	- 104	+ 2.7	+ 3.2	+ 0.08	+ 0.08

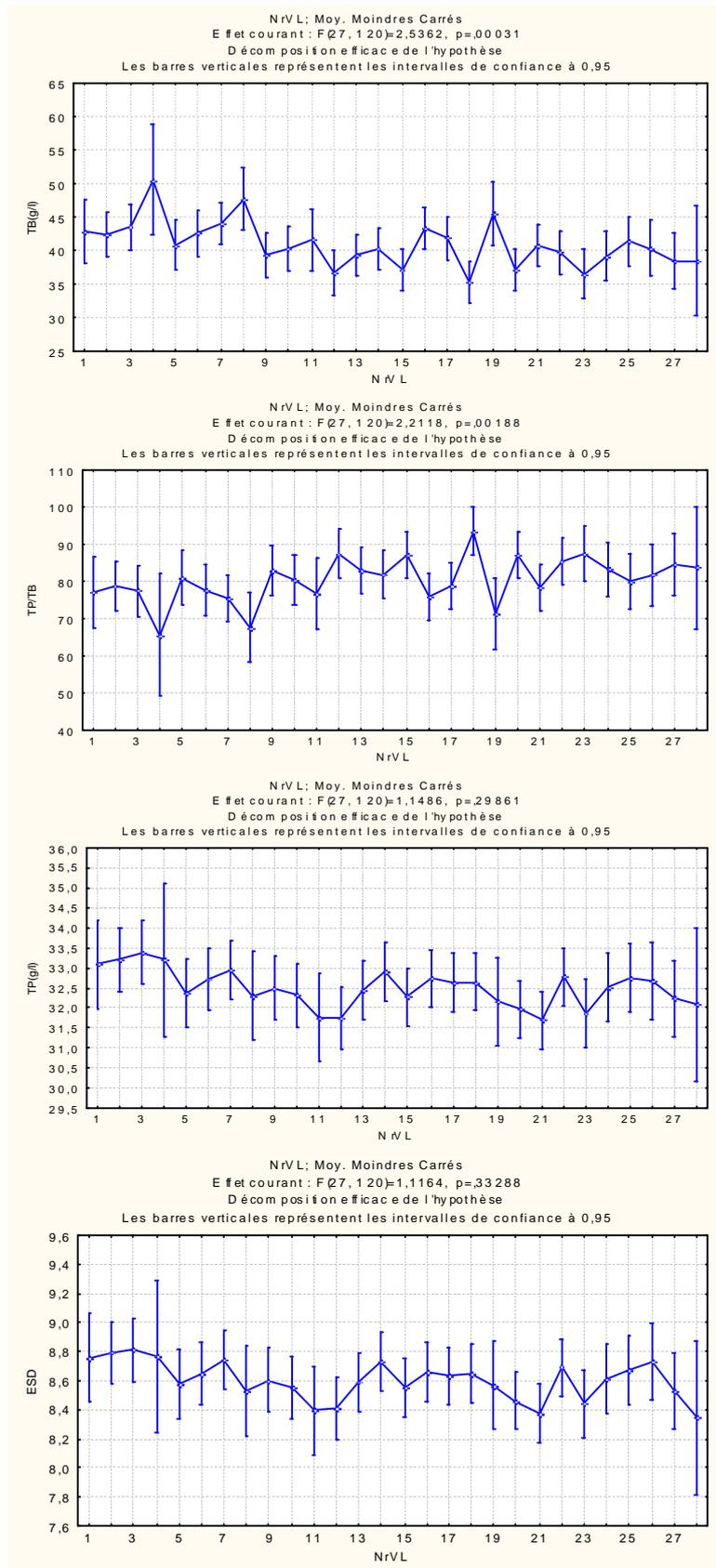
Bien que les vaches appartiennent à la même race nous constatons qu'il y a des différences individuelle de quelques paramètres étudiés. Cela peut être expliquée par les sélections génétiques appliquées sur les races pour améliorer leur aptitude de production.

En conclusion, il apparaît que les résultats individuels peuvent varier quels que soient le potentiel génétique et le stade de lactation des vaches. Toutefois la réponse étant dépendante de la bonne couverture des besoins nutritifs des vaches. Cette hypothèse corrobore celle émise par Wolter (1994)

**Tableau 21** : Analyse de la variance : variation intra race et composants physicochimiques du lait

Tests Univariés de Significativité pour quantité du lait (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	30784,36	1	30784,36	2590,644	0,000000
NrVL	1905,24	27	70,56	5,938	0,000000
Erreur	1425,95	120	11,88		
Tests Univariés de Significativité pour production de MG (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	50677534	1	50677534	2264,136	0,000000
NrVL	2608384	27	96607	4,316	0,000000
Erreur	2685927	120	22383		
Tests Univariés de Significativité pour production de MA (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	32658676	1	32658676	2169,524	0,000000
NrVL	1999411	27	74052	4,919	0,000000
Erreur	1806406	120	15053		
Tests Univariés de Significativité pour ESD (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	8213,117	1	8213,117	115113,3	0,000000
NrVL	2,151	27	0,080	1,1	0,332881
Erreur	8,562	120	0,071		
Tests Univariés de Significativité pour TP(g/l) (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	117229,9	1	117229,9	126030,5	0,000000
NrVL	28,8	27	1,1	1,1	0,298612
Erreur	111,6	120	0,9		
Tests Univariés de Significativité pour TP/TB (analyse lait Ration) Paramétrisation sigma-restreinte Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	717774,3	1	717774,3	10262,57	0,000000
NrVL	4176,7	27	154,7	2,21	0,001875
Erreur	8392,9	120	69,9		





**Figure 22 :** Paramètres physicochimiques du lait en fonction des vaches

# Conclusion et recommandations

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

A l'issue de cette étude portant sur l'impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard de quelques paramètres physicochimiques du lait de vache produit dans une exploitation de la région du centre (Baba Ali), il ressort les points suivants :

### **1- Paramètres liés à l'exploitation**

- l'exploitation pratique des cultures d'hiver et d'été pour assurer les besoins alimentaires du cheptel. La superficie fourragère occupée par les cultures d'hiver est supérieure à celle des cultures d'été menées en irrigation.
- l'irrigation des surfaces fourragères s'avère très rare soit 8% de la surface fourragère totale, ceci explique la conduite extensive des cultures fourragères.
- l'application du calendrier fourrager est fonction de la disponibilité en fourrages. Le planning alimentaire présente quelques lacunes notamment l'utilisation de l'ensilage qui se fait en hiver et la réduction des quantités du concentré distribuées en été.
- l'étude expérimentale a porté sur des vaches de la race améliorée pie-noire qui se caractérisent par un potentiel de production élevé. L'introduction de ce matériel génétique performant s'est soldée par de faibles performances de production en raison de la faible maîtrise des conditions d'élevage.

### **2- Paramètres liés aux régimes alimentaires**

En effet pour extérioriser le potentiel génétique d'une bonne vache laitière, il est nécessaire de lui offrir une ration équilibrée et adaptée aux besoins.

L'expérimentation a été réalisée dans une exploitation située dans un étage bioclimatique sub-humide. Si on compare la structure de l'alimentation aux normes requises, on peut relever les faits suivants :

- fourrages classiques à base d'orge, d'avoine et de sorgho présentant généralement une faible valeur nutritive et une teneur élevée en cellulose.
- les analyses fourragères ont montré un déficit en énergie des rations offertes.
- la ration de base couvre les besoins d'entretien et une faible part de la production, ainsi la plus grande part de la production laitière est permise par le concentré.
- le concentré utilisé est un complément équilibré de production, sa part dans la ration alimentaire est de 27.25%.
- le fourrage contribue à plus de 60% de la ration totale. Il apporte des quantités modestes d'énergie et d'azote par rapport au concentré. Celui-ci reste un indicateur de la médiocrité de nos ressources fourragères.

### **3- Paramètres liés à la production et la composition physicochimique du lait**

La composition chimique du lait varie dans de larges limites pour la majorité des constituants étudiés. Cette variabilité observée est due essentiellement aux facteurs alimentaires.

Les variations alimentaires ont une incidence sur la production de lait et sur celle de ses divers constituants :

- la quantité de lait produite est variable, ainsi les meilleures productions ont été enregistrées avec les régimes d'hiver (R1, R2, R3, R4 et R5) par rapport aux régimes d'été (R6 et R7). Cela est dû essentiellement à la disponibilité en fourrages et à l'importance très limitée des surfaces fourragères irriguées.
- les quantités de matières grasses et protéiques présentent une même évolution entre elles et avec les quantités de lait produites. Ce résultat nous paraît très évident puisque la production de matières grasses et protéiques est corrélée aux quantités de lait produites.
- la ration alimentaire n'a pas influencé significativement le taux butyreux. Ainsi le lait produit présente un taux butyreux répondant aux normes et parfois même il les dépasse. La teneur élevée du lait en matières grasses et leur stabilité peuvent être justifiées d'une part par la structure des rations offertes (taux de cellulose) et d'autre part à la proportion de matière concentrée dans la ration.
- bien que la ration alimentaire a fait varier le taux protéique du lait mais ce dernier reste dans les normes. Cela est dû à la satisfaction des besoins en énergie. En effet, toutes les rations présentent un bilan énergétique positif.
- les résultats enregistrés pour l'extrait sec dégraissé (ESD) présentent des variations par rapport aux différentes rations mais sont presque identiques à ceux obtenus pour le taux protéique. Cette observation nous amène à dire que l'alimentation n'a pas d'influence sur le taux de lactose et la teneur en minéraux du lait.
- le rapport TP/TB ne présente pas de variations significatives pour les différentes rations et sa valeur moyenne est de 0,83, ce résultat est inférieur à la tendance actuelle qui vise à ce que ce rapport soit supérieur ou égal à 0,85. cela nous laisse suggérer que le lait produit avec ces rations a des aptitudes beurrières plus que fromagères.

Le lait nous semble intéressant pour permettre de suivre les modifications alimentaires de la vache laitière. Ainsi nous soulignons les points suivants :

- une production laitière élevée renseigne d'une alimentation suffisante, équilibrée et adaptée aux besoins de la vache.
- les éléments fibreux de l'aliment (teneur en cellulose > 16-17% par rapport à la MS) et une proportion du concentré répondant aux normes (<45% de la MS) permettent de garder un bon taux butyreux.
- une élévation du taux protéique et de l'extrait non gras (ESD) témoigne d'une bonne couverture des besoins énergétiques.
- l'importance du rapport TP/TB est un bon témoin des rationnements énergétique et azoté, ainsi que du fonctionnement ruminal.

Afin que ce modeste travail puisse être un outil participant dans la rénovation de la filière lait en Algérie, nous recommandons :

- ✓ Rationner les vaches en fonction de leur stade physiologique, en structurant le troupeau laitier en trois lots : en début de lactation, en pleine lactation et tarées.
- ✓ Analyser les aliments pour connaître leur composition chimique et donc leur valeur alimentaire réelle.
- ✓ Corriger la ration de base en utilisant selon la nature du déficit (énergétique, azoté ou minéral) un complément de correction adéquat afin d'éviter le phénomène du gaspillage.
- ✓ Raisonner la distribution du concentré en tenant compte des processus digestifs et métaboliques des ruminants et surtout du rendement de lait et de l'économie de l'exploitation. A cet effet il faut incorporer les concentrés dans les rations des vaches pour faire face aux faibles disponibilités des aliments grossiers et à leurs carences en nutriments : azote et/ou énergie.
- ✓ Accorder une importance majeure à l'alimentation en vert par la prévision de l'association de plusieurs espèces fourragères (graminée et légumineuse) pour constituer des rations équilibrées permettant de satisfaire les besoins des animaux.
- ✓ Etablir un calendrier fourrager optimal en programmant l'exploitation des cultures fourragères en vert et sous une forme conservée (foin, ensilage) ce qui permettra leur étalement sur toutes les périodes de l'année notamment pendant les périodes creuses.
- ✓ La politique d'amélioration génétique doit être accompagnée par l'encouragement à l'augmentation de la production fourragère.
- ✓ L'intensification de la production laitière au niveau des exploitations doit constituer l'élément de base de la stratégie de l'Etat au niveau de la filière, laquelle aurait requis

l'extension des périmètres irrigués et des superficies fourragères. Un encadrement des éleveurs par un système de crédit efficient et des actions de vulgarisation dans un domaine où, précisément, le professionnalisme est exigé, en raison de la complexité de l'activité.

- ✓ Instauration d'un système de paiement sur la qualité de lait et l'invention d'un contrat d'incitation à la qualité. L'objectif de ce contrat est d'encourager l'adhérent producteur du lait à produire un lait d'une très bonne qualité physicochimique et bactériologique en lui accordant des primes
- ✓ Certains aliments ou rations alimentaires ont une influence propre sur la production et la composition du lait. En ce sens il faut encourager l'utilisation de l'ensilage de maïs permettant de produire un lait plus riche en matières grasses (de 3 à 4g/Kg) et en protéines (1 à 2g/Kg)
- ✓ D'autres éléments du lait devraient retenir l'attention afin de connaître leurs variations dans le lait en fonction des apports alimentaires à savoir : le taux du lactose, la composition de la matière grasse en acides gras, la proportion des caséines, le taux d'urée. L'alimentation peut aussi influencer la qualité hygiénique du lait, réclament ainsi de déterminer sa fraîcheur, sa teneur en microflore naturelle et les microorganismes témoins de contamination éventuelle.

# Références bibliographiques

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

**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. Anim14 (2), 119-128

<http://www.inra.fr/internet/Produits/PA/an2001/num212/aga/ca212.htm>. Consulté le 11 novembre 2007

**AGABRIEL C., COULON J.B., JOURNAL C., SIBRA C., ALBOUY H., 1999.** Variabilité des caractéristiques des fromages Saint-Nectaire fermiers : relations avec la composition du lait et les conditions de production. Lait, 79, 291-302.

**AFNOR., 1985.** Recueil de normes françaises. Méthodes d'analyses françaises et communautaires. Aliments des animaux. 2<sup>ème</sup> édition. Pp 47-51.

**AMELLAL., 2000.** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In Options Méditerranéennes. Département Economie Rurale, INA El Harrach, Alger.

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

<http://www.vulgarisation.net/bul142.htm>. Consulté le 02 octobre 2007.

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

**ARMESTRONG., 1968.** The amount and physical form of feed and milk secretion in the cow. Proceedings of the nutrition society. Cité par : **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort,. 74p.

**ASTIGARRAGA L., PEYRAUD J.L., LE BARS M., 1994.** Effect of level of nitrogen fertilization and protein supplementation on herbage utilization by grazing dairy cows. II Faecal and urine nitrogen excretion. Ann. Zootech., 43, 292. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? . INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**BEDOUE J., 1990.** Suivi global du troupeau laitier. La dépêche vétérinaire, Dépêche technique Suppl. 14, 22p. Cité par: **BEDOUE J., 1994.** La visite de reproduction en élevage laitier. Bull. Group. tech. vét, 489, 109-129.

**BICCKERSTAFFE R., ANNISON E.F., LINZELL J.L., 1974.** agric. Sci. Cité par : **JARRIGE R., 1978.** Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications. 7800 Versailles, 597p

**BOURGEOIS, 1989.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Volume1, 250p

**BRUNCHWING PH., MOREL d'ARLEUX F., COLIN G., EVRAD J., 1996.** Effet de l'apport de tourteaux de lin sur les performances de vaches laitières à l'ensilage de maïs. Renc .Rech. Ruminants;

**BRUNCHWING et LAMY., 2004.** Trois stratégies de correction protéique de ration complète pour vaches laitières en début de lactation. Renc .Rech. Ruminants.

**CAUTY I. et PERREAU J.M., 2003.** La conduite du troupeau laitier. Paris, France agricole, 228p

**CHARRON G., 1986.** Les bases de la production laitière. 347p

**CHESWORTH J., 1996.** L'alimentation des ruminants. Ed. Maisonneuve et Larousse. 263p.

**CHILLIARD Y., 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières. In : Productions animales. <http://www.inra.fr/productions-animales/an2001/num215/chillia/yc215.htm#fig2>. Consulté le 05 novembre 2007.

**CHENAIS F., LEGARTO J., KEROUANTON J., 1997.** Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. I- L'ensilage de maïs dans le système d'alimentation. Fourrages. 150, 123-136. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**COLIN-SCHOELLEN 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. Annales de zootechnie, Vol. 44, 4, 359-372. Cité par **SKAFF W., 2001.** Rôle de la pulpe de betterave dans l'amélioration de la production laitière et des matières grasses et protéiques du lait de vache. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies. Agence universitaire de la Francophonie Bureau Moyen-Orient.45p

**COULON J.B., BINET M. 1987.** Facteurs de variations du taux protéique du lait de vache en exploitation. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 68, 11-18.

**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, 47-53..

**COULON J. B et HODEN A., 1991.** Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4,361-367.

**COULON J.B., HURTAUD C., RÉMOND B., VÉRITÉ R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. In : Production animales. INRA Prod. Anim., 11, 299-310.

<http://www.inra.fr/internet/Produits/PA/an1998/num984/coulon/jbc984.htm>). Consulté le 05 novembre 2007.

**COULON et REMOND., 1991.**Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply in the dairy cow: a review. Livest. Prod. Sci. Cité par : **COULON J.B., HURTAUD C., REMOND B., VERITE R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. In : Production animales. INRA Prod. Anim., 11, 299-310.

<http://www.inra.fr/internet/Produits/PA/an1998/num984/coulon/jbc984.htm>. Consulté le 05 novembre 2007.

**COULON et REMOND., 1991.** Réponse de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. INRA Prod. Anim.

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

**CRAPLET C., THIBIER M., DUPLAN J.M., 1973.** La vache laitière. Edition Vigot Frères. Paris, 726p.

**DAWSON et ROOK.,1972.** A note on the influence of stage of lactation on the response in the lactose content of milk. Cité par : **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort, 74p.

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

**DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**DELABY L., BOUTIER A., PECCATTE J.R., 1997.** Effet de la nature de la ration de base et de la composition du concentré énergétique sur la production et la composition du lait au pic de lactation .Renc .Rech. Ruminants.

**DELABY L., PEYRAUD J.L., VERITE R., MARQUIS B., 1996.** Effect of protein content in the concentrate and level of nitrogen fertilization on the performance of dairy cows in pasture. Ann. Zootech. 45, 327-341. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**DELAGARDE R., PEYRAUD J.L., DELABY L., 1999.** Influence of carbohydrate or protein supplementation on intake, behaviour and digestion in dairy cows strip-grazing low-nitrogen fertilized perennial ryegrass. Ann. Zootech..48, 81-96. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? .INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**ENJALBERT F., 1994.** Recommandations pour le rationnement des vaches laitières : évolution et informatisation. Bull. Group. tech. vét.

**ENNUYER M., 1994.** Utilisation des courbes de lactation comme élément de diagnostic en élevage laitier. Cité par **OTZ P., 2006.** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique, Thèse de doctorat. Université de Lyon I.

**ENNUYER M., 1998.** Le Kit Fécondité : un planning, une méthodologie.

Bull. Group. Tech. vét. Cité par **OTZ P., 2006.** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique, Thèse de doctorat. Université de Lyon I.

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

**FAVERDIN P., DELAGARDE R., DELABY L., MESCHY F., 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoins des animaux valeurs des aliments. Edition Quae. Paris, 307p.

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

**FERRAH A., 2005.** Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie : Contribution à une analyse d'impact

**GUEGUEN et JOURNET., 1961.** Les variations de la composition minérale du lait de vache. Cité par **ADRIAN J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. Paris, La maison rustique, 229p.

**HAWKINS; PARR et LITTLE., 1963.** Physiological responses of lactating dairy cattle to pelleted corn and oats. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

**HODEN A ., 1978.** Principaux facteurs de variation de la production et de la composition du lait. Interprétation. Bulletin des G.T.V. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

**HUBER et BOMAN., 1966.** Nutritional factors affecting the solids-not-fat content of milk. J. Dairy Sci. abs., 49. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

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

**ITEB (Institut Technique des Elevages Bovins), 1989.** Pratique de l'alimentation des bovins. Edition ITEB. 186p.

**JARRIGE R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, 476 p.

**JENESS et LOAN., 1970 .**The composition of milk of various species: a review, Dairy science. 32:599-612

**JOURNET et CHILLIARD., 1985.** Influence de l'alimentation sur la qualité de lait. Taux butyreux : Facteurs généraux.

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

**LEMNOUAR., 2004.** Rationnement de la vache laitière. Université de Constantine. pp 3-20.

**LENSINK J., LERUSTE H., 2006.** L'observation du troupeau bovin: Voir, Interpréter, Agir. Edison France Agricole. 255p.

**LINZELL., 1967.** Mammary metabolism in the lactating sow. Cité par **ADRIAN J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. Paris, La maison rustique, 229p.

**LUQUET F.M., 1986.** Lait et produits laitiers (chèvre, vache, brebis). p 16.

**MARTINOT Y., 2006.** TP mini : un outil de mesure du déficit énergétique.  
In : Journées nationales des GTV, Le pré troupeau : préparer à produire et reproduire, Dijon, France. 709-713. Cité par **OTZ P., 2006.** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique, Thèse de doctorat. Université de Lyon I.

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

**MATHIEU M., 1971.** Influence de l'ensilage de maïs et du hachage de luzerne sur l'ingestion de vache laitière en début de lactation. Revue Journal of Dairy Science. 71, 1198-1203.

**MATHIEU Y., DEMERLE P., BRUNCHWING Ph., CHAMPION H., 1998.** Valoriser les céréales au pâturage et limiter les rejets azotés des vaches laitières. Renc. Rech. Rum.. 5, 213-215. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**MUNYAN L., 2001.** Alimentation de la vache laitière. Direction régionale du bas Saint Laurent.

**OTZ P., 2006.** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique, Thèse de doctorat. Université de Lyon I.

**PECCARD P., CHENAIS F., BRUNCHWING P., 2006.** Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. Département Technique d'Élevage et Qualité.

**PEYRAUD J.L., DELABY L., 2005.** Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières : enjeux et outils. INRA Prod. Anim.

**PIRISI A ., COLIN O., LAURENT F., SCHER J., PARAMENTIER M., 1994.** Comparison of milk composition, cheesemaking properties and textural characteristics of the cheese from two groups of goats with a high or low rate of  $\kappa$ -casein synthesis. *Int. Dairy J.*, 4, 329-34. Cité par **ESSALHI M., 2002.** Relation entre les systèmes de productions bovines et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieur. IAV Hassan II Rabat.

**REINART et NESBITT., 1956.** Milk in Manitoba : distribution of nitrogen. Cité par : **ZELTER. S.Z., 1973.** L'élevage : La qualité du lait de vache dépend de la ration. In : La qualité des productions animales, n 16 f. Paris, 178p

**REMOND B., OLIVER A., MIRANDA G., 1992.** Milking of cow in late pregnancy : milk production during this period and during the succeeding lactation. *J. Dairy Res.*, 59, 233-241. Cité par: **SERIEYS F., 1997.** Tarissement des vaches laitières. Edition France Agricole, 224pp

**REMOND B., 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, 53-67.

**RICO-GOMEZ et FAVERDIN., 2001.** Equilibre énergétique et protéique de rations complètes à base d'herbe conservée pour des vaches laitières en début de lactation. *Renc. Rech. Ruminants.*, 9, 291-294. Cité par : **FAVERDIN P., M'HAMED D., RICO-GÓMEZ M., VERITE R., 2003.** La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière. , *INRA Prod. Anim.*, 16, 27-37.

<http://www.inra.fr/productions-animales/an2003/num231/faverd/pf231.htm>. Consulté le 15 décembre 2007.

**ROCHAIX A. et TAPERNOX A., 1942.** Le lait et ses dérivés, chimie, bactériologie, hygiène. Cité par **LAYOUNE A., LABIOUENE F et H.TOUATI., 2002.** Incidence de

l'hygiène et de l'alimentation sur l'aspect technologique, Nutritionnelle, Bactériologique, Organoleptique du lait de vache. Mémoire de fin d'étude. El Harrach ENV, 37 p

**ROLLERI., 1956.** Breed and individual variation in the specific protein constituents of milk. Cité par. **ADRIAN J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. Paris, La maison rustique, 229p.

**ROOK., 1976.** Nutrition of the cow and its effects on milk quantity. Journal of the society of dairy technology. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

**RULQUIN H., PISULEWSKI P.M., VERITE R., GUINARD J., 1993.** Effect of energy status on lactational responses of dairy cows to rumen-protected methionine. J Dairy Sci. Cité par : **COULON J.B., HURTAUD C., REMOND B., VERITE R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. In : Production animales. INRA Prod. Anim., 11, 299-310.

<http://www.inra.fr/internet/Produits/PA/an1998/num984/coulon/jbc984.htm>). Consulté le 05 novembre 2007.

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

**SAUVANT D., 2000.** Granulométrie des rations et nutrition du ruminant. . Prod. Anim, 13.99-108. Cité par **PECCARD P., CHENAIS F., BRUNCHWING P., 2006.** Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. Département Technique d'Elevage et Qualité

**SERIEYS F., 1997.** Tarissement des vaches laitières. Edition France Agricole, pp61-67

**SMITH et DASTUR., 1965.** Distribution of fatty acids in milk fat fractions. Cité par **ADRIAN. J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. La maison Rustique, Paris, 229p.

**SOLTNER D., 1978.** Alimentation des animaux domestiques. 12<sup>ème</sup> Edition,. pp59.

**SOLTNER D., 1999.** Alimentation des animaux domestiques. 21<sup>ème</sup> Edition, 176p.

**SSASSER., 1966.** Variation in potassium concentrations of cow's milk. Cité par **ADRIAN J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. La maison Rustique, Paris, 229p

**STOCKDALE C.R., DELLOW D.W., GRAINGER C., DALLEY D., MOATE P.J., 1997.** Supplements for dairy production in Victoria. Dairy Research and Development Corporation, Melbourne, Australia, 95 p. Cité par **DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? . INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**SUTTON J.D., 1989.** Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci., 72, 2801-2814. Cité par : **COULON J.B., DELACROIX-BUCHET A., MARTIN1 B., PIRISI A., 2005.** Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. INRA, Prod. Anim. 18 (1), 49-62). <http://www.inra.fr/internet/Produits/PA/an1998/num984/coulon/jbc984.htm>). Consulté le 05 novembre 2007.

**SWANSON.A ., 1957.** Study on the naturally occurring salts in milk. Cité par **ADRAIAN. J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. La maison Rustique, Paris, 229p.

**TAPERNOUX ., 1966.** Teneurs normales du lait de vache en sodium et en potassium. Cité par **ADRAIAN. J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. La maison Rustique, Paris, 229p.

**THENARD V., MAURIES M., TROMMENSCHLAGER JM., 2002.** Intérêt de la luzerne déshydratée dans les rations complètes pour vaches laitières en début de lactation. INRA Prod Anim, 15(2). 119-124.

**VAGNEUR M., 2001.** Place du vétérinaire dans le conseil en nutrition en élevage laitier biologique. Bull. Group. Tech. vét. Hors série Elevage et Agriculture Biologique, 51-56.

**VERITE R., DELABY L., 1997.** Conduite alimentaire et rejets azotés chez la vache. Interrelations avec les performances. Renc. Rech. Rum., 5, 185-192. Cité par **DELABY L.,**

**PEYRAUD J.L., DELAGARDE R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183-195.

**VESPA R., 1986.** Réussir en production laitière. In : Encyclopédie Agricole Pratique. Agri-nathan. 95p.

**WATTIAUX, M.A., TERRY W.H., 1994.** Guide technique laitier: nutrition et alimentation. Madison. Wis, Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, p.p. 101-109

**WATKINS et HASSID., 1962.** The synthesis of lactose by particulate enzyme preparations from guinea pig and bovine mammary gland. Cité par **ADRIAN. J., 1973.** Valeur alimentaire du lait. La maison Rustique, Paris, 229p

**WHEELER B., 1996.** Guide d'alimentation des vaches laitières. Fiche technique originale n° 54. Ministère de l'agriculture et des affaires rurales (Canada). 12p.

**WOLTER R., 1971.** Rationnement pratique de la vache laitière, de la chèvre et des ovins. Vigot Frères, Editeurs. Paris, 112p

**WOLTER R., 1978.** Alimentation de la vache laitière et qualité du lait. Revue. Méd. Vêt, 155. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

**WOLTER R., 1994.** Alimentation de la vache laitière. Editions France Agricole, 2<sup>ème</sup> édition, 255p.

**WOLTER R., 1997.** Alimentation de la vache laitière. Editions France Agricole, 3<sup>ème</sup> édition, 263p.

**ZELTER S.Z., 1973.** L'élevage : La qualité du lait de vache dépend de la ration. In : La qualité des productions animales, n16 .Paris, 178p.

**ZELTER S.Z., 1973.** Pour beaucoup de caractères chimiques, organoleptiques et bactériologiques, la qualité du lait de vache dépend de la ration. L'élevage. Numéro hors séries : « La qualité des productions animales ». 57. Cité par **COUBRONNE C., 1980.** Variation de quelques paramètres biochimiques du lait en relation avec l'alimentation des vaches laitières. Thèse pour le doctorat vétérinaire. Ecole nationale d'Alfort. 74p.

## **Résumé**

Le présent travail consiste à évaluer l'impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard de quelques paramètres physicochimiques du lait de vache dans une exploitation de la région du centre (Baba Ali) caractérisée par un étage bioclimatique sub-humide.

La part des fourrages et du concentré dans les rations distribuées reste dans les normes (respectivement de 72.74% et 27%), cependant la production laitière est fortement tributaire des apports de concentré. Les performances de production sont plus au moins satisfaisantes avec une moyenne de 16.65 l/VL/j. Le type de la ration liée à notre expérimentation a fait varier fortement la production laitière. Les paramètres physicochimiques étudiés (taux protéique, extrait sec dégraissé, quantités de matières grasses et protéiques) varient dans de larges limites mais restent conformes aux normes. Quant aux taux butyreux et au rapport TP/TB les valeurs obtenues pour les différentes rations n'ont pas subi de variations significatives.

Ces résultats montrent l'intérêt de l'alimentation de la vache sur la production laitière tant au plan quantitatif que qualitatif.

**Mots clés** : alimentation, vache laitière, production, qualités physicochimiques, lait.

### **Abstract**

This work consists in evaluating the impact of the food on the dairy production, respecting some physico-chemical parameters of the cow's milk in a farm situated in the central region (Baba Ali), characterized by a sub-wet bioclimatic stage.

The share of fodder and the concentrate in the distributed rations remains in the standards (respectively of 72.74% and 27%), however the dairy production is strongly dependent on the contributions of concentrate. The performances of production are at least satisfactory with an average of 16.65 l/vl/j. the type of the ration related to our experimentation varied strongly the dairy production. The studied physico-chemical parameters (proteinic rate, degreased dry extract, quantities of fat content and proteinic) vary within broad limits but remain in conformity with the standards. As for the butyreux rates and report/ratio PR/BR the values obtained for the various rations did not undergo significant variations.

These results show the benefit of feeding cow's on the production of cow milk, both quantitatively and qualitatively.

**Key words:** food, milch cow, production, qualité physico-chemical, milk.

• • •

• • • •

%27) • %72.74 ( • • • • • • • •

. • • • / • • • / • • • 16.65 • • • • • •

• • • • • (

)

/

• • • • • ,

• • • • • ,

• • • • • : \_\_\_\_\_