



Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département: Sciences agronomiques

Spécialité: Sciences et Techniques des Productions Animales

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

***Alimentation des vaches laitières
au péripartum et qualité du lait***

Soutenu le : 01/06/2016

Présentée par :

BERRABHA Amina

Devant le jury composé de :

Président : M^r AIT OUAZZOU Abdenour Maître Assistant Classe B UDB KM

Promoteur : M^r GHOZLANE Mohamed Khalil Maître Assistant Classe A UDB KM

Examineurs :

1- M^r MEKHATI Mohamed Maître Assistant Classe A UDB KM

2- M^r KOUACHE Ben moussa Maître Assistant Classe A UDB KM

Remerciements

*Au terme de ce travail
Je tiens à remercier vivement*

*Mon promoteur Monsieur Ghozlane Mohamed Khalil
Maître Assistant classe A à l'Université Djilali BOUNAAMA de
Khemis Miliana, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger et
d'encadrer ce travail. Pour votre soutien, votre enseignement, vos
précieux conseils pour votre disponibilité, votre
confiance et surtout votre gentillesse que j'ai appréciée durant deux
années, veuillez croire en mon profond respect.*

Le président de jury:

*Mr AIT OUAZZOU Abdenour Maître Assistant classe B à l'Université
Djilali BOUNAAMA de Khemis Miliana, de m'avoir fait l'honneur
d'accepter de juger ce travail
veuillez trouvez ici l'expression de ma profonde
reconnaissance.*

Les examinateurs:

*M^r MEKHATI Mohamed et M^r KOUACHE Ben moussa
Maîtres Assistants classe A à l'Université Djilali BOUNAAMA de
Khemis Miliana, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire,
veuillez trouver ici le témoignage de mes remerciements les plus
sincères*

*Mes sincères remerciements et ma gratitude vont aussi à l'ensemble
du personnel de la ferme Si-dhaoui Ahmed et de la ferme ITELV
Baba Ali ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe du laboratoire d'ITELV
Baba Ali.*

*Je remercie également celle qui était et sera toujours comme ma
soeur Melle AIT LHADI AZIZA.*

Encore Merci

Dédicaces

*Avant tous je remercie Mon Dieu qui ma donné la
volonté de continuer mes études et faire ce travail que
je le dédie à :*

Mon cher père qui grâce à lui j'ai trouvé mon chemin.

*Ma chère mère, qui m'a toujours entouré d'amour et de
tendresse, Dieu la protège et la garde pour moi.*

*Mes frères (Oteman, Rabah et Mohamed Amine) et
mes sœurs (Soulef, Fadhila, salesabille, Rithadj)*

A mon grand père Rabah

Ma nièce Nour el yakine

*A tout mes copines surtout: Nabila, Fati, Aziza, Samia,
Ahlem, Yasmin, Hadjer, Ibetisam, Nawal et Habiba.*

A toute la famille Berrabha et Sellami sans exception.

Surtout: Fadhila, Cherifa, Mohamed et Mourad.

Toute la promotion STPA.

Touts ceux qui connaissent Berrabha Amina.

MI No

Résumé

Résumé

Cette étude a été réalisée au niveau de deux exploitations bovines laitières situées dans les communes de Ouamri (wilaya de Médéa) et Baba Ali (wilaya Alger) sur une période de 7 mois allant de septembre 2015 à mars 2016, sur un effectif de 26 vaches laitières de différentes races (Montbéliarde, Brune des alpes, Fleckvieh et la Prim'Holstien) pour chaque ferme. Elle a porté sur l'impact de la conduite alimentaire des vaches au péripartum sur la qualité physico-chimique du lait. Les données ont été traitées par EXCEL pour le calcul des moyennes et écart-types et le logiciel SPSS pour l'étude de corrélations entre les apports alimentaires au péripartum (matière sèche ingérée, UFL, PDI et % concentré) et les taux butyreux et protéiques du lait. Ce dernier a été comparable dans les deux fermes, cependant, un écart de 5 g/l a été noté pour le TP. La baisse de ces taux dans les 2 mois suivant le part a été liée à l'accroissement du niveau de production laitière durant cette période (un coefficient de corrélations de -0,91 avec le TB de -0,77 pour le TP). La part du concentré dans les rations a joué un rôle important dans la variation des matières utiles du lait, les rations énergétiques améliorent le TP en 1^{er} mois de lactation ($r = 0,95$) et le TB en 2^{ème} mois de lactation ($r = 0,98$).

Mots clés : apports alimentaires, bovin laitier, postpartum, lait, taux butyreux, taux protéiques.

Abstract

This study was realized at the level two exploitations dairy situated bovine dan the municipality of Ouamri (wilaya of Médéa) and the Flabbergasted municipality Ali (wilaya Algiers) over a period from September, 2015 till March, 2016, it concerned the dairy food of cows in the péripartum and the quality of milk of 26 dairy cows Montbéliarde, brunette of alpine pasture, Fleckvieh and the prim' Holstien for every farm in the died and the post-partum and its impact of the food on the dairy production and the quality of the milk. The given of state handled by EXCEL 2007 for the calculation of the averages and standard deviations. And the SPSS software for the study of correlations between the food contributions in the péripartum (ingested dry material, UFL, PDI and concentrated %) and the rates butyreux and protein some milk. The latter was comparable in both farms, however, a gap from 5 g/l was noted for the TP(PRACTICAL CLASS). The reduction in these rates in the next 2 months him(it) leaves was bound(connected) to the increase of the level of dairy production during this period (a coefficient of correlations of 0,91 with the TB of 0,77 for the TP(PRACTICAL CLASS)). The part of the concentrated in the rations played an important role in the variation of the useful materials(subjects) of the milk, the energy rations improve the TP(PRACTICAL CLASS) in 1st month of lactation ($r = 0,95$) and the TB in 2nd month of lactation ($r = 0,98$).

Keywords: food contributions, bovine milkman, post-partum, milk, butyreux rate, protein rates.

أنجز هذا العمل في مستثمرتين للأبقار الحلوب التي تقع في بلديتين في كل من وامري (ولاية المدية) وبابا علي (ولاية الجزائر) في فترة مدتها سبعة أشهر من سبتمبر 2015 إلى مارس 2016 على 26 بقرة حلوب من سلالة (مونتيبيليارد, برون الب, فلاكفي وبريمهولستين) لكل مزرعة. تخص التأثير الغذائي للأبقار قبل وبعد الولادة على النوعية الفيزيائية و الكيميائية للحليب. تمت معالجة المعطيات بواسطة اكسل 2007 لحساب المتوسطات و الفروقات وبرنامج SPSS لدراسة العلاقة بين معايير الغذائية قبل و بعد الولادة (المادة الجافة المهضومة, UFL, PDI و نسبة الغذاء المركز) ونسبة المادة الدسمة والبروتينية في الحليب. هذا الأخير بالمقارنة في المزرعتين, سجلنا الفرق ب 5غ/ل في النسبة البروتينية, و انخفاض هاتان النسبتين في الشهرين المواليين للولادة في جزء متعلق بترايد في مستوى الإنتاج الحليب في هذه المدة (معامل ارتباط ب -0,91 مع نسبة المادة الدسمة -0,77 النسبة البروتينية). حصة الغذاء المركز في الوجبات يلعب دور هام في تغيرات المواد المستعملة في الحليب تحسن TP في الشهر الأول من الإرضاع ($r = 0,95$) و TB في الشهر الثاني من الإرضاع ($r = 0,98$).

الكلمات المفتاحية : الحصص الغذائية, الأبقار الحلوب, ما بعد الولادة, الحليب, نسبة المادة الدسمة, نسبة المادة البروتينية.

LISTE DES ABREVIATIONS

AA : Acide Aminé.

AG : Acides Gras.

AGV : Acide gras volatile.

Abs : Absorbable.

Ca : Calcium.

CB : Cellulose brute.

CMV : Complément minéral et vitaminique.

E : Entretien.

ENL : Energie nette lait.

EPE : Entreprise Publique Economique.

G : Gestation.

Ha : Hectare.

I : Iode.

INRA : Institut National de Recherche Agronomique.

ITELV : Institut Technique des Elevages.

J : jour.

K : potassium.

MAT : Matière azotée totale.

Mg : Magnésium.

MG : Matière grasse.

MM : Matière minérale.

MO : Matière organique.

MS : Matière sèche.

P : Phosphore.

PDI : Protéine digestible dans l'intestin.

PDIE : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie.

PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote.

PL : production laitière.

PV : Poids vif.

ppm : partie par million.

R : Ration.

SAU : Surface agricole utile.

Se : Sélénium.

SPA : Société par actions.

TB : Taux butyreux.

TP : Taux protéique.

ULF : Unité fourragère lait.

UI : Unité internationale.

VL : Vache laitière.

Zn : Zinc.

LISTE DES FIGURES		
Figure	Titre	Page
Figure : 01	Evolution du déficit énergétique observé et simulé en début de lactation pour des vaches laitières primipares et multipares en fonction de leur production laitière au pic de production.	03
Figure : 02	Schéma de la synthèse des MG du lait.	16
Figure : 03	Influence des concentrés et de la fibrosité de la ration sur le TB du lait.	17
Figure : 04	Répartition des superficies fourragères pour la ferme A pour l'année 2016.	30
Figure : 05	Répartition des superficies fourragères pour la ferme B pour l'année 2016.	31
Figure : 06	Répartition de l'effectif bovin total par race dans la ferme A.	31
Figure : 07	Répartition de l'effectif bovin total par catégorie d'animaux pour la ferme A durant l'année 2015/2016.	32
Figure : 08	Répartition de l'effectif bovin total par race dans la ferme B.	32
Figure : 09	Répartition de l'effectif bovin total par catégorie d'animaux pour la ferme B durant l'année 2015/2016.	33
Figure : 10	Comparaison entre la production laitière annuelle dans les deux fermes.	36
Figure : 11	Comparaison des apports énergétiques (UFL) des rations en période de tarissement dans les deux fermes étudiées.	43
Figure : 12	Comparaison des apports azotés (PDI) des rations en période de tarissement dans les deux fermes étudiées.	43
Figure : 13	Variation des apports en MS des rations de la ferme A.	48
Figure : 14	Variation des apports en MS des rations de la ferme B.	48
Figure : 15	Variation des apports énergétique (UFL) des différentes rations de la ferme A.	48
Figure : 16	Variation des apports énergétique (UFL) des différentes rations de la ferme B.	48
Figure : 17	Variation des apports azotés (PDI) des différentes rations de la ferme A.	49

Figure : 18	Variation des apports azotés (PDI) des différentes rations de la ferme B.	49
Figure : 19	Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS pour la ferme A.	49
Figure : 20	Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS pour la ferme B.	50
Figure : 21	Variation de l'apport énergétique (UFL) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme A.	50
Figure : 22	Variation de l'apport énergétique (UFL) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme B.	50
Figure : 23	Variation de l'apport azoté (PDI) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme A.	51
Figure : 24	Variation de l'apport azoté (PDI) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme B.	51
Figure : 25	L'évolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans la ferme A.	53
Figure : 26	L'évolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans la ferme B.	53
Figure : 27	L'évolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme A.	53
Figure : 28	L'évolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme B.	53
Figure : 29	L'évolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme A.	54
Figure : 30	L'évolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme B.	54
Figure : 31	L'évolution moyenne du TB et TP du lait en fonction de la production laitière moyenne dans la ferme A au cours des 60J postpartum.	54
Figure : 32	L'évolution moyenne du TB et TP du lait en fonction de la production laitière moyenne dans la ferme B au cours des 60J postpartum.	54

Figure : 33	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme A.	55
Figure : 34	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme B.	55
Figure : 35	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme A.	56
Figure : 36	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme B.	56
Figure : 37	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme A.	56
Figure : 38	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 1 ^{er} mois de lactation pour la ferme B.	56
Figure : 39	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme A.	57
Figure : 40	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme B.	57
Figure : 41	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de concentré de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme A.	57
Figure : 42	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de concentré de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme B.	57
Figure : 43	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme A.	58

Figure : 44	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme B.	58
Figure : 45	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme A.	58
Figure : 46	Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 2 ^{ème} mois de lactation pour la ferme B.	58
Figure : 47	Variation moyenne du TP du lait en fonction de production laitière.	59
Figure : 48	Variation moyenne du TB du lait en fonction de production laitière.	59
Figure : 49	Variation moyenne du TP du lait en fonction de niveau énergétique (UFL).	60
Figure : 50	Variation moyenne du TP du lait en fonction de % de concentré.	60
Figure : 51	Variation moyenne du TB du lait en fonction de niveau énergétique (UFL).	61
Figure : 52	Variation moyenne du TB du lait en fonction de % de concentré.	61

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau : 01	Besoins énergétiques quotidiens d'une vache laitière de 600 kg de poids vif en fonction de son stade physiologique.	02
Tableau : 02	Besoins azotés quotidien d'une vache laitière de 600kg de poids vif en fonction de ses stades physiologiques.	06
Tableau : 03	Besoin en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière en (g/jour).	07
Tableau : 04	Composition chimique du lait de vache entier	11
Tableau : 05	Classification des protéines.	13
Tableau : 06	Répartition de l'effectif bovin total par catégorie pour la ferme A durant 2015/2016.	32
Tableau : 07	Répartition de l'effectif bovin total par catégorie pour la ferme B durant 2015/2016.	33
Tableau : 08	Calendrier fourrager de la ferme A pour l'année 2015/2016.	34
Tableau : 09	Calendrier fourrager de la ferme B pour l'année 2015/2016.	34
Tableau : 10	Production laitière moyenne par vache et par jour dans les deux fermes étudiées.	35
Tableau : 11	Production laitière totale annuelle dans les deux fermes.	35
Tableau : 12	Répartition de la surface des étables de bâtiment pour la ferme A.	36
Tableau : 13	Répartition de la surface des étables de bâtiment pour la ferme B.	37
Tableau : 14	Composition chimique des aliments distribués dans la ferme A.	39
Tableau : 15	Composition chimique des aliments distribués dans la ferme B.	40
Tableau : 16	Valeurs nutritives des aliments distribués à la ferme A.	41
Tableau : 17	Valeurs nutritives des aliments distribués à la ferme B.	41
Tableau : 18	La ration distribuée aux vaches taries dans la ferme A durant la période de notre étude.	42
Tableau : 19	La ration distribuée aux vaches taries de la ferme B durant la période de notre étude.	43

Tableau : 20	Les différentes rations distribuées aux vaches laitières en début de lactation dans la ferme A.	45
Tableau : 21	Les différentes rations distribuées aux vaches laitières en début de lactation dans la ferme B.	47
Tableau : 22	Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans la ferme A.	51
Tableau : 23	Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans la ferme B.	52
Tableau : 24	Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations, le niveau de production laitière et la composition physico-chimique du lait.	59
Tableau : 25	Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 1 ^{er} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait.	60
Tableau : 26	Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 2 ^{ème} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait	61

Table des matières

Introduction.....	1
Partie I : Partie Bibliographique	
Chapitre I : Alimentation de la vache laitière.....	2
I-1 Besoins alimentaires de la vache laitière.....	2
I-1.1 Besoins énergétiques.....	2
I-1.2 Besoins azotés.....	5
I-1.3 Besoins en minéraux et en vitamines.....	6
I-1.4 Besoins hydriques.....	7
I-2 Périodes critiques de l'alimentation de la vache laitière.....	8
I-2.1 Tarissement.....	8
I-2.2 Début de lactation.....	9
Chapitre II : Alimentation et qualité du lait.....	10
II-1 Définition du lait.....	10
II-2 Composition du lait	10
II-2.1 Matières grasses.....	12
II-2.2 Protéines.....	12
II-3 Propriétés physico-chimiques du lait.....	13
II-4 Influence de la nature du régime alimentaire sur la production laitière à l'égard du taux protéique et taux butyreux.....	14
II-4.1 Effet sur le taux protéique.....	14
II-4.1.1 Effet du niveau énergétique de la ration.....	14
II-4.1.2 Effet de la nature des apports protéiques de la ration.....	15
II-4.2 Effet sur le taux butyreux.....	15
II-4.2.1 Effet de la proportion de concentrés, de la fibrosité de la ration et du niveau énergétique de la ration.....	16
II-4.2.2 Effet du niveau des lipides alimentaires dans la ration.....	18
Chapitre III : Autres facteur influençant la qualité du lait.....	19
III-1 Effet génétique.....	19

III-2 Effet du rang de mise bas.....	19
III-3 Effet du stade de lactation.....	20
III-4 Effet de l'état sanitaire.....	20

Partie II : Partie Expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes.....	22
I-1.Objectifs de l'étude.....	22
I-2.Démarche méthodologique.....	22
I-2.1 Choix des exploitations.....	22
I-2.2 Déroulement de l'étude	22
I-2.2.1. Le suivi de la conduite alimentaire.....	22
I-2.2.2. L'analyse chimique des aliments.....	23
I-2.2.3. Echantillonnage du lait.....	28
I-2.2.4. L'analyse physicochimique du lait.....	28
I-2.3. Traitement des données.....	29
I-3. Présentation des exploitations étudiées.....	29
I-3.1. Situation géographique.....	29
I-3.2. Répartitions des superficies fourragères.....	30
I-4. Matériel animal.....	31
I-5.Conduites des élevages.....	33
I-5.1. Conduite de l'alimentation.....	33
I-5.2. La production laitière.....	35
I-6. Bâtiment.....	36
I-7. Le suivi sanitaire et médical.....	37
Chapitre II : Résultats et discussion.....	39
II-1 Analyse descriptive.....	39
II-1.1. La conduite de l'alimentation.....	39
II-1.1.1. Analyse de la composition chimique des aliments.....	39
II-1.1.2. Valeurs nutritives des aliments.....	40
II-1.1.3. Rationnement des vaches laitières.....	42
II-1.1.4. Rapport fourrage / concentré.....	49

II-1.2. Analyse de la variation de la composition physico-chimique du lait.....	51
II-1.2.1. Variation de la composition du lait selon le numéro de lactation.....	53
II-1.2.2. Variation de la composition du lait selon le niveau de production.....	54
II-1.2.3. Variation de la composition du lait selon l'alimentation.....	55
II-2. Etude d'impact.....	59
II-2.1. Relation entre le niveau alimentaire, la production laitière et la composition chimique du lait.....	59
II-2.2. Relation entre le niveau alimentaire durant le 1 ^{er} mois de lactation et la composition chimique du lait.....	60
II-2.3. Relation entre le niveau alimentaire durant le 2 ^{ème} mois de lactation et la composition chimique du lait.....	61
Conclusion.....	62
Référence bibliographique	
Annexes	

Introduction

INTRODUCTION :

L'élevage bovin laitier est un des axes prioritaires des politiques de l'état algérien dans le domaine agricole, notamment pour satisfaire les besoins en protéines animales de la part d'une population en plein essor démographique et qui s'urbanise rapidement. Considéré comme étant une source protéique importante et ayant un rôle vital dans l'alimentation humaine, le lait revêt en Algérie un caractère hautement stratégique (**LAGHROUR, 2010**), il occupe d'ailleurs une place importante dans la ration du consommateur algérien (120 litres d'équivalent lait et produits laitiers/habitant/an) (**KACIMI et HASSANI, 2013**).

En revanche, la production laitière nationale n'arrive pas à satisfaire cette forte demande en cette source de protéines qui ne cesse d'augmenter (**MADANI et MOUFFOK, 2008**).

Un des facteurs de cette productivité limitée de nos vaches laitières, est l'alimentation (**KADI et DJELLAL, 2009**). L'Algérie accuse en effet un déficit alimentaire énorme, chose qui entrave sérieusement la production de lait et de viandes (**TERCHA, 2005**). En plus des faibles superficies consacrées aux fourrages, la production fourragère dans notre pays est insuffisante tant en qualité qu'en quantité, **CHEMLAL (2011)** estime le déficit en bilan fourrager à 3,8 milliards d'UF soit 34,42% des besoins du cheptel algérien.

D'un autre côté, de nombreux auteurs algériens rapportent l'absence d'un bon rationnement des vaches laitières notamment au péripartum, de plus, les rations distribuées sont constituées principalement de concentré alors que les fourrages sont de qualité nutritive médiocre. Ceci a bien évidemment des répercussions importantes sur la santé des animaux, leurs performances de production et de reproduction mais aussi sur la qualité du lait produit.

Dans notre étude nous allons nous intéresser à la conduite alimentaire au péripartum, une période très critique dans le cycle de production de la vache, et son impact sur quelques paramètres qualitatifs du lait, en prenant comme exemple deux fermes laitières d'une longue tradition d'élevage dans les wilayas d'Alger et de Médéa.

Des éléments bibliographiques seront tout d'abord apportés dans une première partie pour rappeler les principes de l'alimentation des vaches laitières et aborder quelques facteurs influençant la qualité du lait, puis, une deuxième partie qui sera consacrée à la méthodologie de notre travail et enfin une dernière partie où nous présenterons et discuterons les principaux résultats de notre étude. Et nous terminerons par une conclusion.

Partie I :

Partie bibliographique

Chapitre I :

Alimentation de la vache laitière

Chapitre I : Alimentation de la vache laitière

I-1. Besoins alimentaires de la vache laitière :

Dans la conduite du troupeau bovin, l'alimentation est une préoccupation parmi d'autres. Selon **BOUJENANE et AISSA (2008)**, l'alimentation des vaches est rationnée selon leur stade physiologique et leur niveau de production. Il faut rechercher donc les ressources disponibles pour couvrir les besoins des animaux, avec un meilleur équilibre nutritionnel et un moindre coût (**ROBELIN et al, 2000**).

Selon **ALLOUA (2004)**, ces besoins (énergétiques, azotés, vitaminique et en minéraux et hydrique) varient selon le poids, l'âge et l'état physiologique des vaches.

I-1.1. Besoins énergétiques :

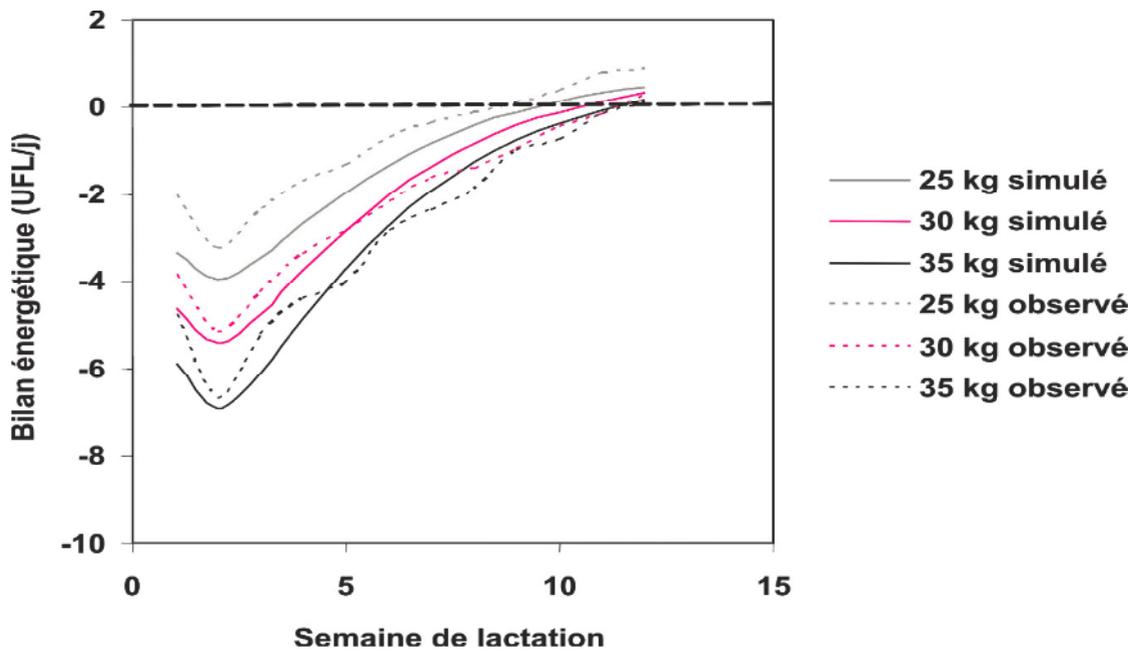
La balance énergétique peut être définie comme la différence entre l'énergie nette consommée et l'énergie nette requise pour l'entretien et la production. D'après **FAVERDIN (2006)**, Elle est négative chez les vaches en début de lactation (Figure 1)

Les besoins en énergies des vaches laitières sont calculés en énergie nette lait (ENL) et exprimés en unités fourragères lait (UFL) en distinguant les différentes fonctions: entretien, gestation, lactation (Tableau 1) et croissance.

Tableau 1. Besoins énergétiques quotidiens d'une vache laitière de 600 kg de poids vif en fonction de son stade physiologique (**BROCARD et al, 2010**)

ENTRETIEN	TARISSEMENT	PRODUCTION
5UFL/j	7 ^{ème} mois de gestation+ 0,6UFL/j 8 ^{ème} mois de gestation +1,6UFL/j 9 ^{ème} mois de gestation 2,9UFL/j (pour un veau de 45 kg)	+0 ,44 UFL par litre de lait standard à 40 g de matière grasses et 31 g de taux protéique.

Vaches primipares



Vaches multipares

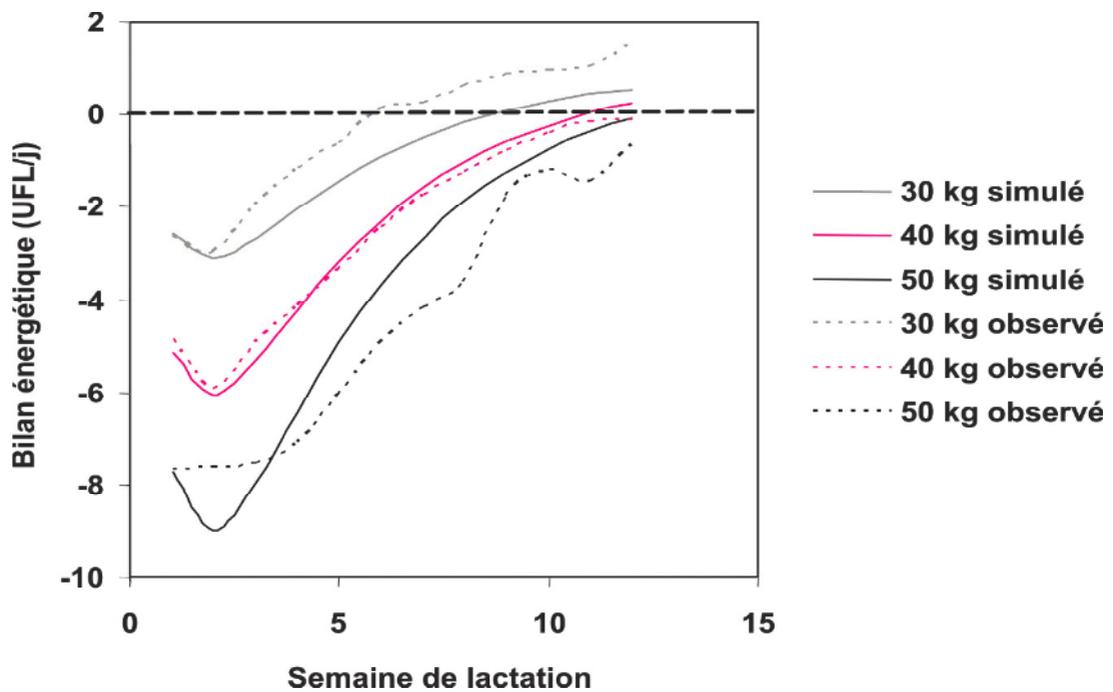


Figure 1. Evolution du déficit énergétique observé et simulé en début de lactation pour des vaches laitières primipares et multipares en fonction de leur production laitière au pic de production (LECLERC et al 1993).

❖ Entretien :

Selon **ENJALBERT (2003)**, Un animal est en état d'entretien lorsque sa composition corporelle demeure constante. D'une manière générale, on peut estimer les besoins théorique d'entretien de la vache par la formule suivante :

$$UFL = 1,4 + 0,006 \times \text{poids vif}$$

Ces besoins seront majorés de 10% en cas de stabulation libre et de plus de 20% lorsque l'animale est au pâturage (**BROCARD et al, 2010**).

Selon **ARABA (2006)**, les dépenses énergétiques d'entretien sont indisponibles notamment au fonctionnement des organes vitaux, à l'activité cellulaire et physique spontané ainsi qu'au processus de digestion des aliments.

❖ Gestation :

Les besoins énergétiques de gestation sont importants seulement au cours des 3 dernier mois (**JARRIGE, 1980**), il faut donc prévoir un supplément énergétique croissant au cours du dernier tiers de gestation (Tableau 1).

❖ Production :

Ces besoins correspondant à la synthèse et aux exportations réalisées par la mamelle pour la production de lait varient aussi selon **SERIEYS (1997)** en fonction de la composition de lait (Tableau 1).

Selon **JARRIGE (1980)**, les besoins en énergie pour la production laitière est égale à la quantité d'énergie nette contenue dans le lait. Pour la production d'un kilogramme de lait à 4% de MG il faut 0,44 UFL. **SOLTNER (1986)**, rapporte que pour des laits dont le pourcentage de matière grasse est différent, la correction se fait selon la formule suivante :

$$\text{Lait à 4\%} = \text{production laitière} \times (0,4 \times 0,15 \times \%MG)$$

❖ Croissance :

La croissance n'est importante que chez les primipares notamment en cas de vêlage à 2 ans, par contre chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins sont considérés comme négligeables. Une croissance de 1kg nécessite 4 UF, mais il ya des

variations avec la taille et l'âge de la première fécondité. La croissance de la vache se poursuit jusqu'à la 4^{ème} ou 5^{ème} lactation (INRA, 1984).

I-1.2. Besoins azotés :

L'azote est un facteur indispensable de l'alimentation énergétique. Le fonctionnement correct du rumen demande une ration de bonne valeur sanitaire, des transitions respectées et une alimentation suffisante pour les micro-organismes (INRA, 1988).

Les besoins en protéines sont exprimés par le système PDI qui détermine la valeur azotée de chaque aliment en termes de qualité d'acides aminés réellement absorbés par l'intestin (PONCELET, 2006).

❖ Entretien :

Les besoins d'entretien varient avec le poids métabolique à raison de 3, 25g de PDI/kg de poids métabolique ($PV^{0,75}$), soit une augmentation marginale d'environ 0,5g PDI/kg PV (FAVERDIN et al, 2007).

❖ Gestation :

Les dépenses de gestations correspondant au fonctionnement du fœtus et du placenta et à l'accroissement des enveloppes fœtales, sont négligeables pendant les deux premiers tiers de gestation, en revanche, elles augmentent plus vite par la suite en raison des besoins croissants du fœtus en protéines (JARRIGE, 1988).

D'après FAVERDIN et al (2007), les besoins de gestation au cours des trois derniers mois passent en moyenne de 45 à 230g PDI/J. Les besoins protéiniques de fin de gestation sont généralement très facilement couverts par la ration.

❖ Production :

Les besoins azotés sont au maximum dès la 2^{ème} semaine de lactation, compte tenu de la richesse initiale de la sécrétion mammaire (WOLTER, 1997).

Selon CHERMATE (2011), les besoins en protéines liés à la production de lait sont égales à 1,56 fois la quantité de lait produite, soit environ 48 g de PDI par kg de lait standard (Tableau 2).

Tableau 2. Besoins azotés quotidien d'une vache laitière de 600kg de poids vif en fonction de ses stades physiologiques (**BROCARD et al, 2010**)

ENTRETIEN	TARISSEMENT	PRODUCTION
400 g PDI/j	6 ^{ème} mois de gestation+45gPDI/j 7 ^{ème} mois de gestation +75g PDI/j 8 ^{ème} mois de gestation+ 135g PDI/j 9 ^{ème} mois de gestation +230g PDI/j	+48g PDI/litre de lait standard à 40g matières grasse et 31 g de TP par litre —▶MAT/MS : semaines 01-11 : 17% semaines 12 -22 : 15% semaines 23-44 : 14%

I-1.3. Besoins en minéraux et en vitamines :

Comme c'est le cas pour l'énergie et les matières azotées, les apports en minéraux et en vitamines des différents aliments de la ration doivent être évalués et additionnés, et comparés aux besoins de l'animal. Si les besoins ne sont pas couverts, un apport complémentaire en minéraux et en vitamines est alors réalisé, généralement sous la forme d'un complexe minéral vitaminé, dont la composition sera choisie en fonction des déficits existants. Cette démarche suppose de connaître préalablement d'une part la teneur en minéraux et en vitamines des aliments de la ration, et d'autre part les besoins de l'animal (**MESCH, 2002**).

Les apports en minéraux des aliments sont exprimés en g/kg de MS d'aliment pour les macroéléments (Ca, P, K, Na, Cl, S et Mg). Pour les oligo-éléments (Fe, Se, Zn, Cu, I, Co, Mn), ils sont exprimés en mg/kg de MS d'aliment ou en ppm (**MESCHY, 2010**).

Comme pour les autres éléments nutritifs, la totalité des minéraux présents dans un aliment n'est pas utilisable par l'animal. Seule la partie absorbable par le tube digestif est valorisée.

Les besoins et les apports de ces éléments sont exprimés sous cette forme, en fraction absorbable notamment pour le Ca, le P et le Mg (Tableau 3).

Tableau 3. Besoin en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière en (g/jour), (METAIS et al, 2009).

Besoin		Phosphore	Calcium	Magnésium
Entretien (E)	Poids vif Kg	P abs	Ca abs	Mg abs
	550	12,0	13,0	3,9
	650	17,0	18,0	4,6
	750	22,0	22,5	5,3
Production (P)	Lait(Kg)			
	10	9,0	12,5	1,5
	20	18,0	25,0	3,0
	30	27,0	37,5	4,5
	40	36,0	50,0	6,0
	50	45,0	62,5	7,5
Gestation (G)	Stade (Mois)			
	6 ^{ème} et 7 ^{ème}	2,2	3,0	0,3
	8 ^{ème}	4,0	6,0	
9 ^{ème}	5,3	9,6		

Les apports en vitamines sont quant à eux exprimés en mg/kg de MS d'aliment ou en UI/J. Les teneurs en minéraux et en vitamines des aliments destinés aux bovins laitiers sont très variables.

Selon **DROGOUL et GADOUD (2004)**, les apports recommandés pour les vitamines A, D et E sont les suivant :

- Vitamine A : 80000 à 100000 UI par jour.
- Vitamine D : 10000 UI par jour.
- Vitamine E : 80 à 100 UI par jour

I-1.4. Besoins hydrique :

L'eau est un nutriment essentiel pour les animaux, elle est nécessaire pour la digestion, le métabolisme, le transport des nutriments, la lutte contre la chaleur et développement du fœtus (**DUFRASNE, 2012**).

Selon **CUVELIER et al (2010)**, une vache laitière consomme 3 à 4 L d'eau par litre de lait collecté. Ces quantités peuvent cependant varier grandement en fonction du type d'alimentation, la température extérieure, le gabarit de l'animal et le statut physiologique

de l'animal (génisse, vache en lactation, vache tarie ou gestante). Une vache produit 25 à 30 Kg de lait par jour, recevant une ration d'ensilage de maïs et vivant à 15°C a besoin d'environ de 110 litre d'eau par jour (**BROCARD et al, 2010**).

I-2 Périodes critiques de l'alimentation des vaches laitières :

La conduite de l'alimentation de la vache laitière comporte deux phases critiques qui se succèdent avec des niveaux de besoins très apposés et qui cumulent les effets néfastes des erreurs de rationnement : le tarissement et début de lactation (**WOLTER, 1997**).

I-2.1. Tarissement :

Le tarissement ou la période sèche est la période pendant laquelle la vache ne produit pas de lait, il se pratique aux environs de deux mois avant la date de vêlage, il est obligatoire pour une bonne relance hormonale et la régénération des tissus mammaires, ainsi que le développement optimal des papilles ruminales et de la microflore du rumen (**SERIEY, 1997**).

Selon **PONTER et al (2013)**, un tarissement de 2 mois est classiquement recommandé avant le vêlage. Une nouvelle philosophie de régie qui commence à émerger ces dernières années, il s'agit de la mode des « tarissement courts » dont l'idée de base est de réduire au maximum la longueur de la période de tarissement pour diminuer l'impact des changements alimentaires qui surviennent habituellement entre la fin de lactation, le tarissement, le vêlage et la lactation suivante (**FILTEAU et al, 2010**).

D'après **PERROS (2011)**, il est possible de moduler la durée du tarissement suivant les objectifs et l'état des vaches tarées. Selon **HANSEN (2012)**, une période de 40 jours est à respecter, une période trop courte risque d'entraîner une sous production laitière, une période trop longue est souvent révélatrice de problèmes de fécondité. Le tarissement se distingue par des besoins quantitatifs relativement bas mais par des exigences qualitatives particulièrement élevées en rapport avec la gestation (**WOLTER et PONTER, 2012**).

Selon **WOLTER (1997)**, le tarissement est crucial sur le plan alimentaire pour le bon démarrage de la lactation et pour la prévention des troubles qui entourent le vêlage, selon le même auteur, le niveau alimentaire doit être ajusté, restrictif et progressif : le 1^{er} mois un régime minium à base de fourrage et le de 2^{ème} mois, introduction graduelle de concentrés en moyenne :

- 1 KG/VL/J = 3 semaines avant le vêlage
- 2 KG/VL/J = 2 semaines avant le vêlage
- 2 à 3KG/VL/L = 1 semaines avant le vêlage

L'alimentation minérale de la vache ne doit pas être négligée en cette période durant laquelle elle assiste à la croissance maximale du fœtus et la reconstitution des réserves osseuses minérales qui se font essentiellement en cette phase (**MESCHY, 2005**). Un bon apport en minéraux majeures (calcium et phosphore) est donc recommandé.

Le rationnement des vaches tarées nécessite autant de rigueur que celui des vaches en lactation afin d'éviter les problèmes métaboliques périnataux (**SADY, 2009**).

I-2.2. Début de lactation :

La période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le début de lactation car pendant les 100 premiers jours post-partum, les besoins de la vache montent en flèche suite à l'augmentation de la production laitière. Ces besoins représentent 3 à 6 fois ceux de l'entretien (**MEADRUM, 2013**).

Le début de lactation se caractérise par une augmentation très forte et très rapide des besoins nutritifs, alors que l'appétit ne progresse que lentement et modérément (**ENJALBER, 2003**).

Il en résulte un déficit énergétique inévitable. Toutefois, les vaches hautes productrices ont une plus grande aptitude à maigrir pour soutenir leur sécrétion lactée en contrepartie, elles se trouvent davantage menacées par les désordres de reproduction et de santé (**AGABRIEL et al 2007**).

Selon **MESCHY (2007)**, la reproduction est la première à être sanctionnée par le déficit énergétique, d'autre part, la majorité des pathologies métaboliques et même infectieuses compromettent la productivité de la vache (**FAVERDIN, 2007**).

En début de lactation, il faudrait prévoir une ration constituée principalement de fourrage de bonne qualité inférieure 60% et un taux de cellulose supérieur à 16 - 18% pour assurer une bonne fibrosité de la ration et un bon fonctionnement du rumen pour maintenir le TB du lait à sa valeur normale (**BELHADI, 2010**).

Chapitre II :

Alimentation et qualité du lait

Chapitre II : Alimentation et qualité du lait**II-1. Définition du lait :**

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

Selon **ABOUTAYEB (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

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

II-2. Composition du lait

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

Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à l'espèce qu'il permet de développer (**MITTAINE, 2011**).

Selon **FAVIER (2005)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E. Les principaux constituants du lait par

ordre croissant selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)** Sont :

- L'eau, très majoritaire
- Les glucides principalement représentés par le lactose
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines

solubles.

- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait de vache entier est représentée dans le tableau 4.

(MITTAINE, 2011), rappelle que le lait de vache est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase Grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représente environ 5% du volume du lait.

Tableau 4. Composition chimique du lait de vache entier **(FREDOT, 2006)**

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	90,5
Dérivés azotés	3,44
Matières grasses	3,5
Caséine	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote non protéique	0,17
Protéines	3,27
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,8
Lactose	4,7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12,8g

II-2.1. Matières grasses

JEANTET et al (2008) rapportent que la matière grasse est présente 35g dans un litre du lait de vache sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10µm et est essentiellement constituée de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme :

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

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C_{18:2} et acide linoléique C_{18:3}) par rapport au lait de femme (1,6% contre 8,5% en moyenne) **DOSOGNE et al, (2000)**.

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

II-2.2. Protéines

Selon **JEANTET et al (2007)**, le lait de vache contient 3,2 à 3,5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales.
- Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau 5.

Tableau 5. Classification des protéines (POUGHEON, 2001)

NOMS	% des protéines	Nombre d'AA
CASEINES	75-85	-
Caséine α S1	39-46	199
Caséine α S2	8-11	207
Caséine β	25-35	209
Caséine κ	8-15	169
Caséine γ	3-7	-
PROTEINES DU LACTOSERUM	15-22	-
β - Lactoglobuline	7-12	162
α -Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0,7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1,9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

II-3. Les propriétés physico-chimiques du lait :

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

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

- La densité du lait varie entre 1,028 et 1,035 pour une moyenne de 1,032 à 15 °C.
- Le point de congélation peut varier de -0,530°C à -0,575°C avec une moyenne de -0,555°C. Un point de congélation supérieure à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait.
- Le point d'ébullition est à 100,5°C.
- L'acidité est de 15 à 17°D dans des conditions normales.
- L'acidité est mesurée en degré Dornic (°D), 1°D correspond à 1mg d'acide lactique dans 10 ml de lait.

II-4. Influence de la nature du régime alimentaire sur la production laitière à l'égard du taux butyreux et taux protéique**II-4.1. Effet sur le taux protéique :**

Les protéines du lait synthétisées dans la glande mammaire sont constituées par les acides aminés amenés par le sang. Ceux-ci proviennent des protéines microbiennes produites par les microorganismes de la panse, des protéines alimentaires non dégradées et dans une faible mesure des protéines corporelles (5 à 10 kg de réserves). Les protéines microbiennes représentent la source principale d'acides aminés utilisés dans la synthèse des protéines du lait. Il est par conséquent primordial de garantir des conditions de croissance optimales aux microorganismes de la panse. Ceci sous-entend un apport suffisant et équilibré d'énergie fermentescible et de matière azotée dégradable, ainsi que des conditions non acides dans la panse (pH 6 à 7). Pour apprécier l'équilibre entre les apports en énergie et en matière azotée, on peut déterminer la teneur en urée du lait, qui doit se situer aux alentours de 20 à 30 mg/dl (WALTER, 2002).

D'après DELABY (2003), Le TP du lait se situe en général entre 3,1 et 3,4 %. L'alimentation peut moduler ce taux. On considère qu'un taux inférieur à 3,1 % signe un déficit énergétique (manque d'amidon), accompagné éventuellement d'un déficit protéique.

II-4.1.1. Effet du niveau énergétique de la ration :

Selon MESCHY et al (2004), le TP du lait dépend essentiellement du niveau énergétique de la ration, un déficit énergétique se traduisant par un taux amoindri, en parallèle souvent avec une diminution de la production laitière. Par conséquent, la ration doit contenir suffisamment d'énergie pour permettre la protéosynthèse.

Les mêmes auteurs rapportent que lors du déficit énergétique, comme par exemple en début de lactation chez les vaches laitières hautes productrices, les besoins en glucose de la vache n'étant pas couverts par la transformation du propionate disponible (pour rappel, de la dégradation de l'amidon), les acides aminés sont déviés vers la voie de la néoglucogenèse, au détriment de la protéosynthèse. Ce recours aux acides aminés entraîne une diminution du TP du lait. Par conséquent, en début de lactation, il est primordial de veiller à un apport énergétique suffisant pour limiter le recours aux acides

aminés, mais il faut également bien sûr veiller à réaliser un apport en acides aminés adéquat.

II-4.1.2. Effet de la nature des apports protéiques de la ration :

Il est important de comprendre qu'une ration excessive en protéines n'améliore pas le TP du lait, mais augmente le taux d'urée **MESCHY et al (2004)**.

Certains acides aminés, la méthionine et la lysine, sont considérés comme limitants chez la vache laitière : leur synthèse via les microorganismes du rumen ne couvre pas toujours les besoins de l'animal. Ainsi les déficits en méthionine et lysine sont susceptibles de provoquer une chute du TP du lait (**MESCHY et al, 2002**). Aussi, il est important de veiller à couvrir les besoins azotés de l'animal, mais aussi à couvrir ses besoins en acides aminés limitant. Rappelons quelques aliments déficitaires en méthionine et en lysine : le maïs grain, Le tourteau de soja, le pois, la féverole. Le blé et la luzerne déshydratée sont quant à eux déficitaires en méthionine. Pour autant que les besoins azotés de l'animal soient couverts, le recours à des aliments mieux équilibrés en acides aminés et/ou à des protéines by-pass est important et permet aussi d'éviter une chute du TP du lait. Ainsi, substituer le tourteau de soja par du tourteau de colza, mieux pourvu en méthionine, peut avoir un effet bénéfique sur le TP du lait (**MESCHY et al, 2004**).

II-4.2. Effet sur le taux butyreux :

Défini par **CHERISTINE et al (2011)**, comme le taux de MG du lait. Son origine est double. Les acides gras du lait ont en effet une origine intra-mammaire ou une origine extra-mammaire (figure 2).

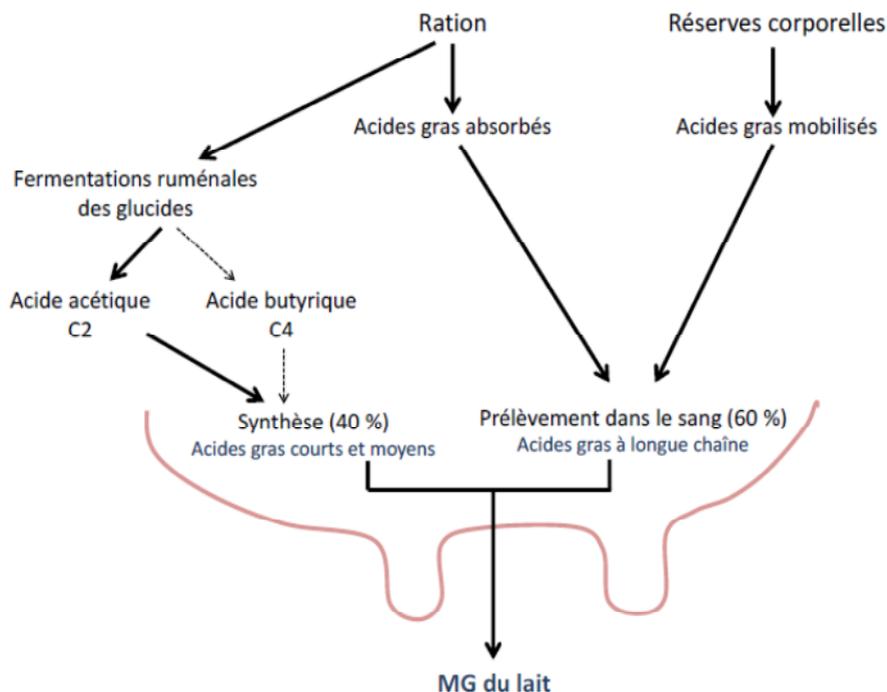


Figure 2. Schéma de la synthèse des MG du lait (CHERISTINE et al 2011).

Le TB du lait varie en général chez une Holstein entre 3,5 et 4,2 %. Il peut être influencé par l'alimentation. Ainsi, la proportion de concentrés, la fibrosité de la ration, le niveau énergétique de la ration et le niveau d'apport des lipides alimentaires peuvent moduler le taux en MG (VAGNEUR, 2002).

II-4.2.1. Effet de la proportion de concentrés, de la fibrosité de la ration et du niveau énergétique de la ration

Selon BELHADI et al (2004), tous les facteurs alimentaires qui conduisent à l'acidose ruminale (excès de concentrés et manque de fibrosité) sont responsables d'une chute du TB dans le lait (figure 3)

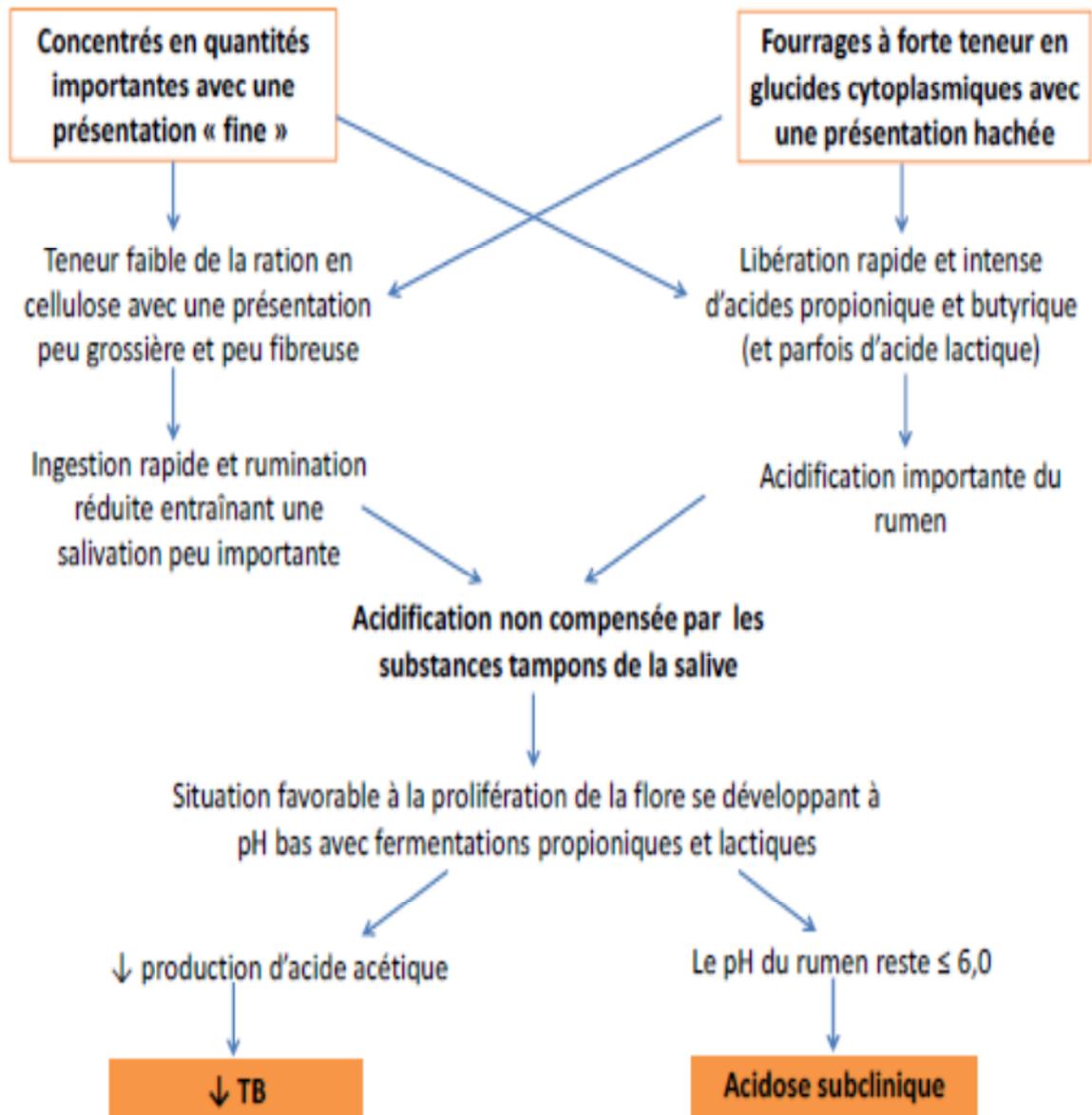


Figure 3. Influence des concentrés et de la fibrosité de la ration sur le TB du lait

(CAUTY et PERREAU, 2003).

CAUTY et PERREAU (2003), rapportent que, lors de l'administration d'une ration riche en fourrages, avec présence importante de cellulose, la proportion d'acide acétique dans le rumen est d'environ 70 %, et celle d'acide butyrique de 10 %. Si une ration riche en concentrés est distribuée, la proportion de cellulose dans la ration diminue au profit de l'amidon, et, ce faisant, on observe une diminution de la proportion d'acide acétique en faveur de l'acide propionique. L'acide acétique étant le principal précurseur pour la synthèse des acides gras dans la mamelle (figure 2), sa diminution

dans le rumen entraîne une diminution de la synthèse d'acides gras dans la mamelle, et donc, une diminution du TB du lait. Dans cette situation, l'excès de concentrés entraîne donc une diminution de la fibrosité de la ration, à travers la proportion moindre de cellulose, et ceci a des répercussions sur le TB du lait.

L'administration de quantités importantes de concentrés influence également le TB du lait par une seconde voie. Une forte proportion de concentrés modifie en effet également la structure physique de la ration. La durée de mastication est ainsi réduite, ce qui entraîne une diminution de la production de salive. La salive jouant un rôle tampon par rapport aux acides du rumen, sa diminution est responsable d'une diminution du pH ruminale, qui elle-même, entraîne une diminution des fermentations acétiques au profit des fermentations propioniques. Ce faisant, la production d'acide acétique est diminuée, ainsi que la synthèse des MG dans la mamelle. Par cette seconde voie, l'excès de concentrés entraîne donc également une diminution de la fibrosité de la ration, à travers une structure physique de la ration plus fine, avec à nouveau des répercussions sur le TB du lait (**RULQUIN et al 2007**).

II-4.2.2. Effet du niveau des lipides alimentaires dans la ration

L'effet de l'incorporation de MG dans la ration sur le TB du lait est variable, avec une ration alimentaire pauvre en MG, comme par exemple une ration à base d'ensilage d'herbe, une supplémentation entraîne une augmentation du TB, avec une proportion plus élevée d'acides gras à longue chaîne (**BELDJILALI et al, 2009**). On considère en général qu'une teneur en MG de 3 – 3,5 % de la MS dans la ration est optimale chez les bovins laitiers (**CHRISTINE et ISABELLE, 2011**).

Chapitre III :

Autres facteur influençant la qualité du lait

Chapitre III : Autres facteur influençant la qualité du lait**III-1. Effet de la génétique :**

La performance d'un animal est la résultant de son potentiel génétique et des conditions d'élevages dans les quelles il est entretenu. Ainsi, pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel (**BOUJENANE, 2003**). Le même auteur rapporte qu'à l'apposé, même si le potentiel génétique de l'animal est élevé et les conditions d'élevage très sophistiquées. Les performances de l'animal peuvent être inférieures ou égales à son potentiel génétique.

COULON et al (1991) ont cité que la limite supérieure de la teneur en différent taux dans lait de vache (TP et TB) est déterminée par le potentiel génétique.

Pour **BONAITI (1985)**, Il existe une liaison génétique positive assez forte entre les taux butyreux (TB) et protéiques (TP) chez les races prim'Holstien, montbéliarde, normande, abondance, brune.

AGABRIEL et al (2001) trouvent que les facteurs génétiques expliquent les différences de taux protéique entre la classe essentiellement de troupeaux montbéliardes et la classe composée à 50% de troupeaux prim'Holstien.

La race Normande produisant moins de lait que la prim'Holstien (-4 kg/j), mais ayant des taux protéiques (+2 à +2,5%) et butyreux (+2 à +3%) plus élevés (**FROC et al, 1988**).

Selon **MALOSSINI et al (1996)**, le lait produit par la brune des alpes est le plus riche en matière azotée, en calcium et phosphore.

III-2. Effet du rang de mise bas

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle chez les vaches, le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année, elle régresse au cours des lactations suivantes (**ZELTER, 1953**). Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu.

CRAPLET et THIBIER (1973) rapportent que le TB décroît lentement mais régulièrement lors de la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième, alors que le TP reste stable au cours des lactations successive. Selon **AGABRIEL et al (1990)**, les primipares ont des taux butyreux supérieures (+0,8 g/kg en moyenne) et des taux protéiques inférieurs par rapport aux des multipares (-0,46 g/kg après le 4^{ème} moins de lactation).

III-3. Effet du stade de lactation

Les variations de la production et de la composition chimique de lait au cours de la lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux, les chercheurs notent que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite (**AGABRIEL et al, 1990**).

SCHULTZ et al (1990) rapportent que les teneurs en TP et TB sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales au 2^{ème} et 3^{ème} mois de la lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. D'après **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**, cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière.

Selon **BEDOUET (1994)** une vache aura un TB élevé durant le premier stade de lactation, puisque elle libère beaucoup d'acides gras dans la circulation sanguine.

III-4. Effet de l'état sanitaire :

La hiérarchie des fréquences des pathologies rencontrées dans les élevages laitiers et qui sont à l'origine de la baisse importante de la production, sont les mammites cliniques (25,6 %), les troubles digestifs (12,3 %) et la rétention placentaire (9,6%) (**FAYE et al, 1994**).

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

Selon **AGABRIEL et al (1993)**, les mammites peuvent entraînés des chutes importantes de production laitière sans modification du taux protéique.

Les pertes de productions les plus importantes sont causées par les mammites hivernales et surtout les boiteries survenant à la mise à l'herbe (**COULON et al ,1989**).

Un TB bas voire inférieur au TP 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.

Partie II :

Partie Expérimentale

Chapitre I :

Matériel et Méthodes

Partie II : Partie Expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I-1. Objectifs de l'étude

Notre étude consiste d'une part à évaluer la conduite alimentaire au péripartum chez les vaches laitières et les variations de la qualité du lait à l'égard du taux butyreux et taux protéique. D'autre part, établir des corrélations entre les apports alimentaires et les paramètres physicochimiques du lait, prenant comme exemple deux fermes bovines laitières dans les wilayas d'Alger et de Médéa.

I-2. Démarche méthodologique

I-2.1. Choix des exploitations

Le choix des exploitations a été fait de manière à refléter les principales situations alimentaires dans des exploitations à longues tradition d'élevage. D'un autre côté, les fermes étudiées ont été choisi pour les raisons suivantes :

- la pratique de la culture de plusieurs espèces fourragères.
- la disponibilité des informations relatives à la conduite alimentaire.
- la pratique du contrôle laitier.
- la disponibilité d'un personnel qualifié.

I-2.2. Déroulement de l'étude

Notre étude a été réalisée sur une période de sept mois (de septembre 2015 à mars 2016) dans deux exploitations bovines laitières, l'institut techniques des élevages de Baba Ali (ITELV) dans la wilaya d'Alger et la ferme pilote Si Dhaoui Ahmed située dans commune Ouamri (wilaya de Médéa).

I-2.2.1. Le suivi de la conduite alimentaire

Au cours de notre expérimentation des contrôles alimentaires (appréciation des quantités d'aliments ingérés), avec prélèvement d'échantillons d'aliments pour la mesure de la composition chimique des aliments (MS, MM, MO, MG, CB, MAT) afin de calculer les valeurs nutritifs (teneur en énergie et en azote) des différents fourrages et concentrés selon les équations élaborées par **JARRIGE et al (2007)** et celles rapportées par **CHIBANI et al**

(2010) (Annexe 1). Par la suite, les valeurs alimentaires obtenues nous ont permis d'estimer les apports énergétiques (UFL) et azotés (PDI) des différentes rations.

I-2.2.2. L'analyse chimique des aliments

Des échantillons de différents aliments (fourrages et concentré) distribués aux vaches laitières ont été prélevés lors de notre passage au niveau des exploitations étudiées pour l'appréciation de la composition chimique des aliments à travers des analyses fourragères classiques effectuées au niveau du laboratoire de l'ITELV Baba Ali.

Les principales valeurs analysées sont :

- La teneur en matière sèche (MS).
- La teneur en matière minérale (MM),
- la teneur en matière organique (MO).
- La teneur en matière grasse (MG).
- La teneur en cellulose brute (CB).
- La teneur en matières azotées totales (MAT).

❖ Appréciation de la teneur en matière sèche (MS) par étuvage

Pour les fourrages un traitement thermique par séchage en étuve à 105 °C durant 24h (photo 1) est réalisé pour la détermination de la teneur en matière sèche, (AFNOR 1985).



Photo 1. Étuve

Par la suite, les aliments sont broyés et mis dans des boîtes numérotées (photo 2 : a et b).



a)



b)

Photo 2 (a et b). Après étuvage, les aliments sont broyés

❖ **Appréciation de la teneur en matière minérale (MM) selon (AOAC, 1990)**

- Peser 3 g de l'échantillon (P_0) dans des creusets en porcelaine déjà pesés (P_1).
- Les mettre au four pendant 4 h à 550 °C.
- Les retrier après incinération (photo 3) et faire une autre pesée (P_2).

$$\text{MM (\%)} = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 100$$



Photo 3. Incinérateur

- ❖ La teneur en matière organique (MO) a été calculée en soustrayant la MM de la MS.

$$\text{MO} = 100 - \text{MM}$$

❖ **Appréciation de la teneur en Cellulose brute (CB) par la méthode de WEENDE**

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode conventionnelle de WEENDE où les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après 2 hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin, la différence de poids entre les 2 pesées représente les matières cellulosiques.

- Peser 1 g de l'échantillon dans un creuset filtrant.

- Premier passage pour une attaque acide avec de l'acide sulfurique pendant 30 min après ébullition. Après 30 min, rinçage à l'eau distillée chaude.
- 2^{ème} attaque basique avec du NaOH chaude. 30min après ébullition, rinçage à l'eau distillée chaude.
- Retirer par la suite les creusets et les mettre dans l'étuve à 105 C° pendant 3 h, après on fait la pesée.
- Mettre ensuite dans le four à 550 C° pendant 3h et après incinération on fait une autre pesée.

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

- A : poids du creuset + résidus après dessiccation.
- B : poids du creuset + résidus après incinération.
- C : poids de l'échantillon de départ.

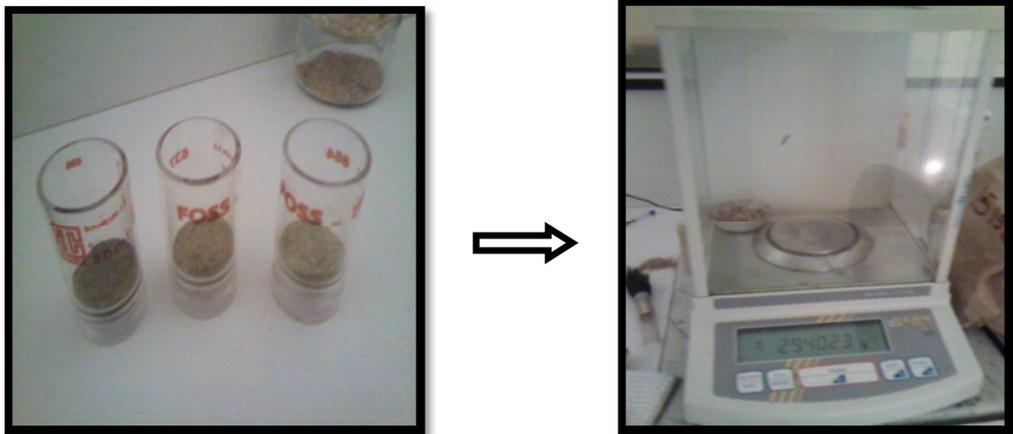


Photo 4. La pesée des différents échantillons dans des creusets filtrants

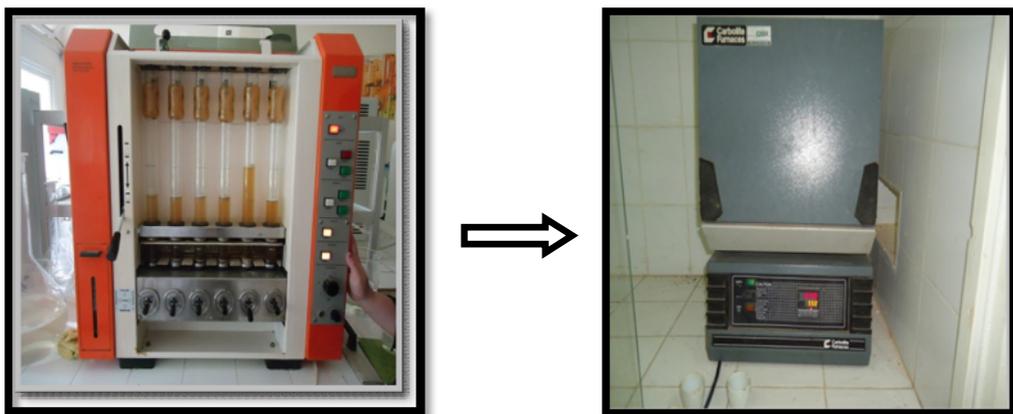


Photo 5. Appareil Fibertech



Photo 6. Incinérateur.

❖ Appréciation de la teneur en Matière grasse (MG) par la méthode de SOXHLET

- Peser 3 g de l'échantillon (P_0) puis le mettre dans des cartouches de SOXHLET.
- Peser les ballons vides (P_1).
- Mettre les ballons dans l'appareil de SOXHLET, ensuite insérer les cartouches dans l'appareil.
- Verser 200ml de l'éther de pétrole dans chaque ballon.
- Attendre 6 h, ensuite récupérer le reste de l'éther et mettre les ballons à l'étuve
- à 103°C pendant 1 h puis les peser par la suite (P_2).

$$\text{MG \%} = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 100$$



Photo 7. Appareil de Soxhlet.

❖ Appréciation de la teneur en Matière azotée totale (MAT) par la méthode de Kjeldahl

On détermine la MAT par la méthode de KJELDAHL après minéralisation, distillation et titration.

▪ Minéralisation :

- Peser 1 g de l'échantillon.
- Ajouter 2 g de catalyseur + 20 ml d'acide sulfurique.
- Mettre les matras dans l'appareil de minéralisation (Kjeldahl) pendant 4 h.
- Après minéralisation, ajouter 100 ml d'eau distillée dans chaque matras.

- *Distillation :*
 - Prendre 20 ml du minéralisât + 20ml NaOH.
 - Faire la distillation jusqu'à la récupération de 100 ml de distillats.
- *Titration :*
 - Titrer avec du H₂SO₄ jusqu'à la modification de couleur (du vert au rose).

$$N(g) = x \times 0,0007 \times 100 / Y \times 100 / A \times 6,25$$

- X : chute de la burette (descente).
- Y : poids de l'échantillon de départ.
- A : volume de la prise d'essai.



Photo 8. La Minéralisation



Photo 9. La distillation

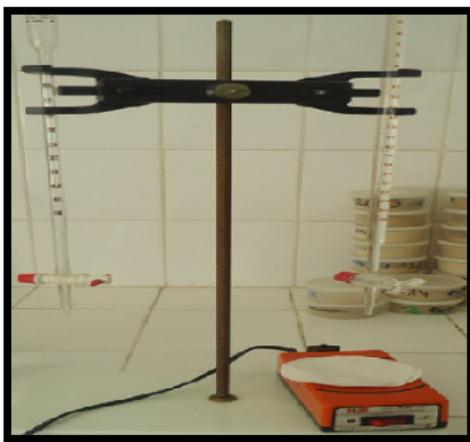


Photo 10. La Titration.

I-2.2.3. Echantillonnage du lait

La collecte des échantillons se faisait après la traite du soir pour la ferme Si Dhaoui et le matin pour la ferme de l'ITELV. Avant le prélèvement nous procédons à une homogénéisation des laits, ensuite, les échantillons sont prélevés dans des flacons propres de 50 ml. Chaque flacon porte le numéro de la vache prélevée.

Les échantillons sont placés dans une enceinte réfrigérée (glacière) et acheminés au laboratoire où ils sont conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse physico-chimique qui est réalisée le jour même du prélèvement ou le lendemain.

I-2.2.4. L'analyse physicochimique du lait

Les échantillons du lait ont fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques à l'aide d'un analyseur du lait de type EKOMILK (photo 13). Les échantillons sont d'abord chauffés à 36°C pendant 5 min dans un bain marie (photo 12). Une fois l'échantillon placé dans l'appareil, ce dernier fait la lecture automatiquement et les résultats sont affichés sur l'écran (la lettre « F » désignant le taux butyreux et la lettre « P » le taux protéique).

Les paramètres de bases de l'appareil EKOMILK sont comme suit :

- **Taux butyreux (TB)**

Teneur en matière grasse \longrightarrow de 0,5% à 9% \pm 0,1%

- **Taux protéique (TP)**

Teneur en protéine \longrightarrow de 2% à 6% \pm 0,2%



Photo 11. Les échantillons du lait



Photo 12. Bain Marie



Photo 13. L'appareil EKOMILK.

I-2.3. Traitement des données

Pour le traitement des données nous avons fait appel :

- au logiciel Microsoft office Excel 2007 pour le calcul des moyennes et écart-types.
- Et le logiciel SPSS pour l'étude de corrélations entre les apports alimentaires au péripartum (matière sèche ingérée, UFL et PDI) et les taux butyreux et protéiques du lait.

I-3. Présentation des exploitations étudiées

I-3.1. Situation géographique

- **Ferme (A) : ferme pilote Si-Dhaoui Ahmed**

La ferme pilote (SI-DHAOUI AHMED) EPE SPA est localisée au niveau de la commune de Ouamri wilaya de Médéa, sa spécialité est l'élevage bovin laitières, la céréaliculture comme activité secondaire avec une superficie de **300 ha**, l'arboriculture représente 21% de l'assiette totale (pommiers, poiriers, pruniers et agrumes). Sa Superficie Agricole Totale (SAT) est de **811 ha** avec une Superficie Agricole Utile (SAU) de **713 ha** avec **313 ha** consacrée au cultures fourragères dont **100 ha** en irrigué.

- **Ferme (B) : Institut technique des élevages de Baba Ali (I.T.ELV)**

La ferme démonstrative de l'Institut Technique des Elevages (I.T.ELV) est localisée au niveau de la commune de Baba-Ali wilaya d'Alger, sa spécialité est l'élevage bovin. D'une superficie totale de **451,65 ha** avec une Superficie Agricole Utile de **400,65 ha**, dont **20 ha** en irrigué.

I-3.2. Répartitions des superficies fourragères

- **Ferme A :**

Les fourrages cultivés dans la ferme A sont : l'orge (10 ha utilisés uniquement pour l'ensilage), le sorgho (13 ha dont 8 ha consacrés à l'ensilage), le trèfle (14 ha), la luzerne (15 ha), maïs (20 ha dont 10 ha consacré à l'ensilage), et fourrages secs (241 ha) (avoine (foin et semence, 130 ha), vesce-avoine (semence et foin, 111 ha) et de vesce semence et foin, 11 ha).

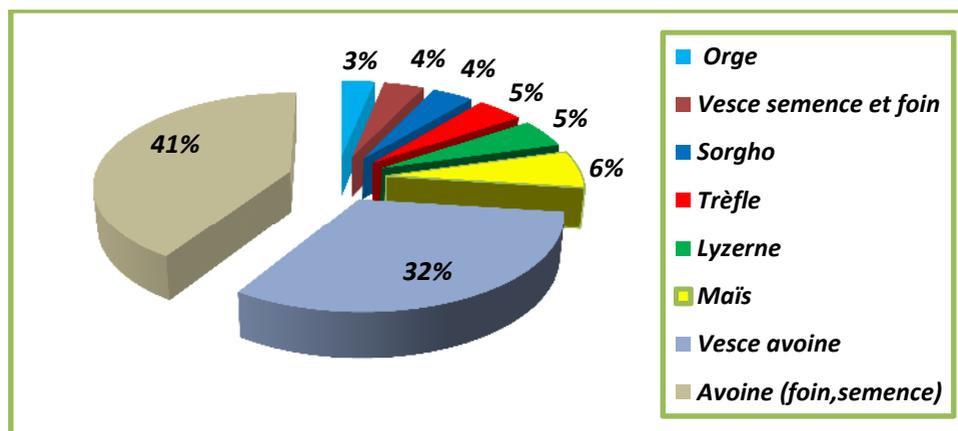


Figure 4. Répartition des superficies fourragères pour la ferme A pour l'année 2016.

- **Ferme B :**

Les fourrages cultivés dans la ferme B sont : sorgho (1,5 ha exploitée en vert), luzerne (2 ha en vert), orge (35,43 ha exploitée en vert), et Avoine (45,5 ha exploitée en vert et en foin).

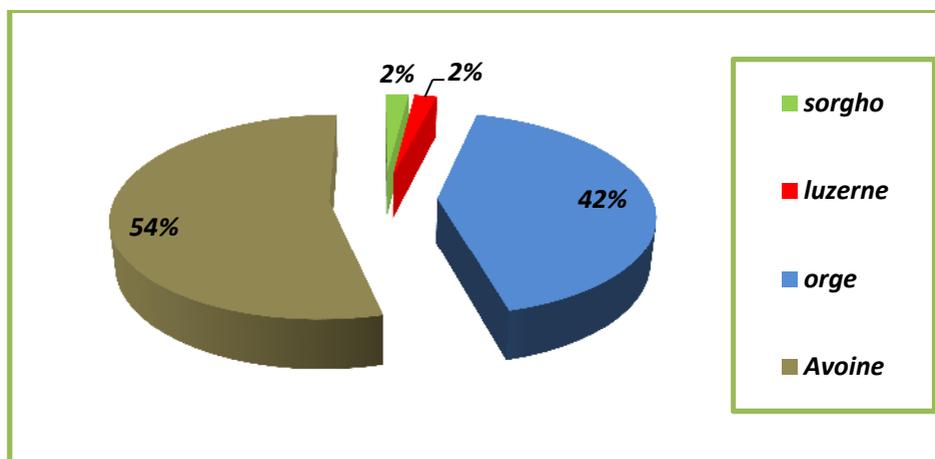


Figure 5. Répartition des superficies fourragères pour la ferme B pour l'année 2016.

I-4. Matériel animal

▪ Ferme A :

L'effectif de la ferme A de l'année 2015-2016 est estimé à 343 têtes dont 152 vaches laitières de cinq races principales : la Montbéliarde (55%), Fleckvieh (42%), la Prim'Holstien (Pie Noire) (1%), Abondance (1%) et brune des alpes (0,3%) (Figure 6).

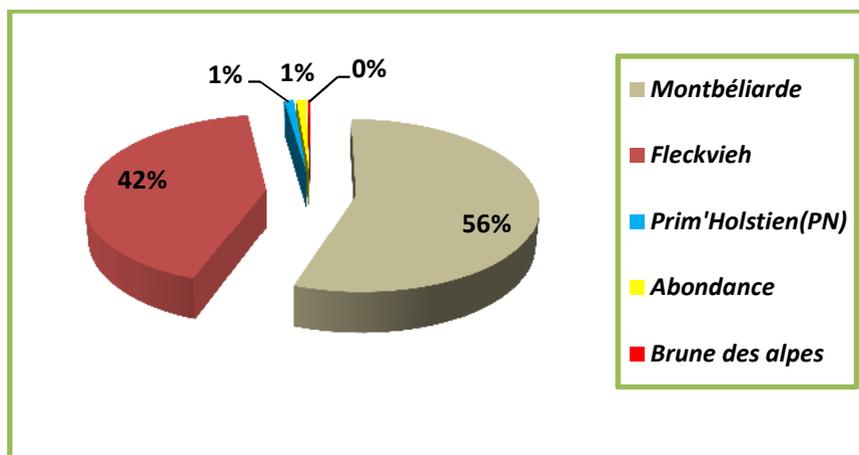


Figure 6. Répartition de l'effectif bovin total par race dans la ferme A.

La répartition de l'effectif total par catégories d'animaux est représentée dans le tableau ci-dessous (Tableau 6).

Tableau 6. Répartition de l'effectif bovin total par catégorie pour la ferme A durant 2015/2016.

Catégorie	Vaches laitières	Génisses	Taurillon	Veaux	velles	Taureaux	Totale
Nombre (Tête)	152	97	21	11	60	2	343

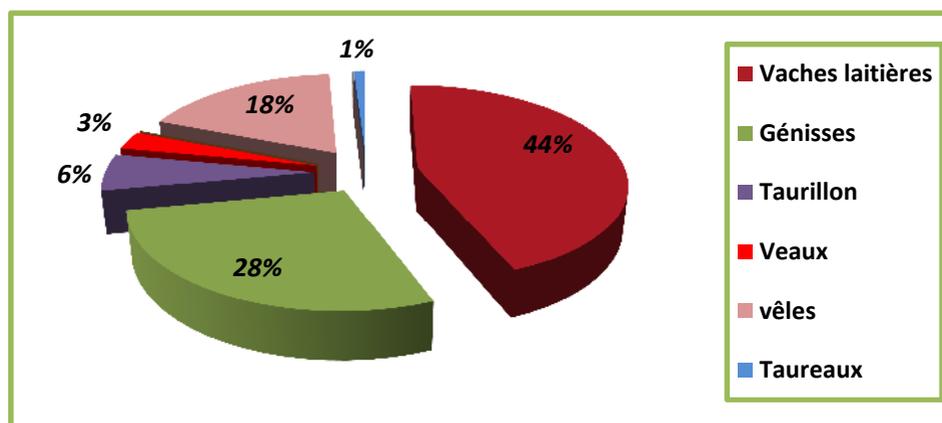


Figure 7. Répartition de l'effectif bovin total par catégorie d'animaux pour la ferme A durant l'année 2015/2016.

▪ **Ferme B :**

L'effectif de la ferme A de l'année 2015-2016 est estimé à 126 tête dont 62 vaches laitières de cinq races principales la Montbéliarde (29%), Fleckvieh (22,6%), la prim'Holstien (Pie Noir) (19,4%), brune d'alpe (14,5%) et race locale (guelmoise, cherfa) (14,5%) (Figure 8).

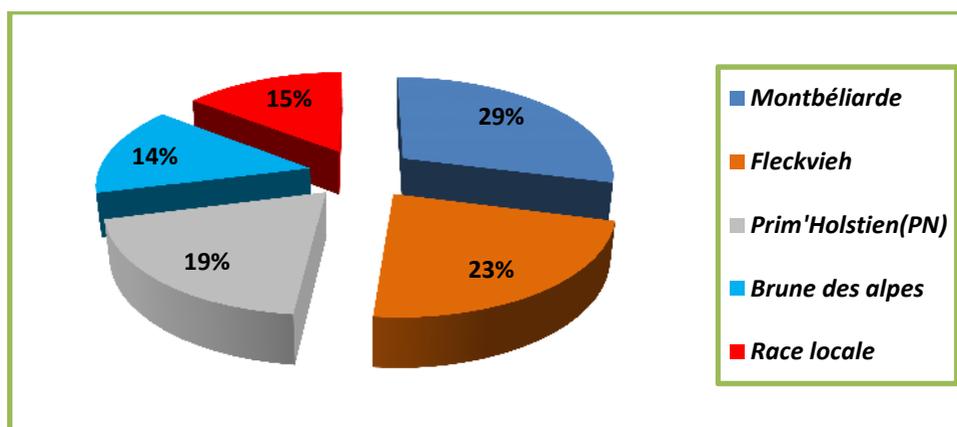


Figure 8. Répartition de l'effectif bovin total par race dans la ferme B.

La répartition de l'effectif total par catégories d'animaux est représentée dans le tableau ci-dessous (Tableau 7).

Tableau 7. Répartition de l'effectif bovin total par catégorie pour la ferme B durant 2015/2016.

Catégorie	Vaches laitières	Génisses	Taurillon	Veaux	velles	Taureaux	Totale
Nombre (Tête)	62	9	6	13	34	2	126

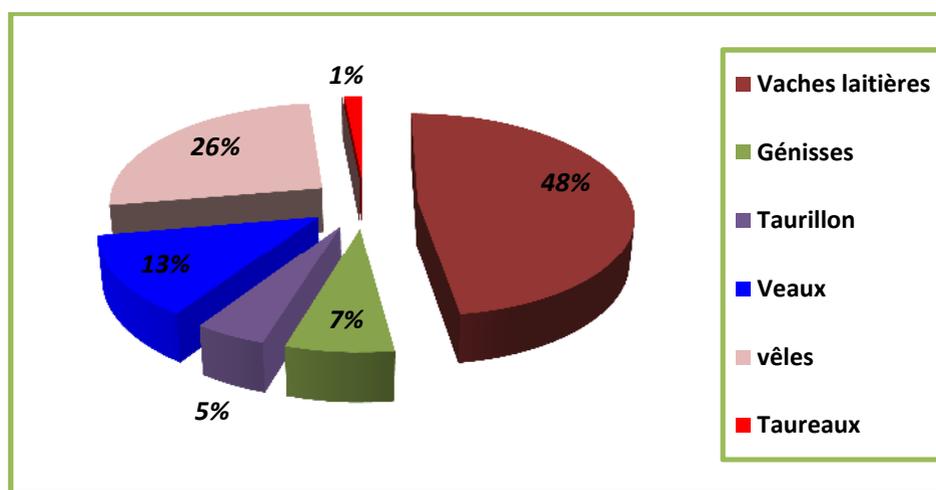


Figure 9. Répartition de l'effectif bovin total par catégorie d'animaux pour la ferme B durant l'année 2015/2016.

I-5. Conduites des élevages

I-5.1. Conduite de l'alimentation :

▪ Ferme A

Les fourrages cultivés sont utilisés selon le calendrier fourrager mentionné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8. Calendrier fourrager de la ferme A pour l'année 2015/2016.

Mois Fourrages	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Luzerne en vert	←→									←→		
Bersim en vert			←→									
Sorgho en vert	←→											←→
Ensilage sorgho								←→				
Ensilage d'orge			←→								←→	
Ensilage maïs				←→								
Foin d'avoine			←→					←→				
Vesce								←→				
Vesce - avoine								←→				
Paille de blé	←→											

- Ferme B :

Tableau 9. Calendrier fourrager de la ferme B pour l'année 2015/2016.

Mois Fourrages	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Sorgho en vert	←→									←→		
Avoine en vert			←→									
Orge en vert				←→								
Luzerne en vert						←→				←→		
Paille de blé	←→											
Foin d'avion	←→											

Le rationnement des vaches laitières dans les 2 exploitations sera détaillé dans la partie résultats.

I-5.2. La production laitière :

Le lait produit est extrait à raisons de deux fois par jour (matin et soir), l'intervalle entre les deux traite est 12 h :

- La ferme A dispose d'une salle de traite Delaval (2x4) de type épi. Le stockage du lait se fait dans une cuve réfrigérée de 3000 litres.
- Pour la ferme B à la traite se fait à l'aide d'un chariot trayeur, et le stockage de lait se fait dans 2 cuves réfrigérantes de 500 et de 1000 litres.

La production de lait moyenne par vache et par jour dans les deux fermes est mentionnée dans le tableau 10.

Tableau10. Production laitière moyenne par vache et par jour dans les deux fermes étudiées.

<i>Ferme</i>	<i>Ferme A</i>	<i>Ferme B</i>
<i>PL (Kg de lait)</i>		
<i>PL/V/J</i>	12,56	11,6

La production annuelle enregistrée dans la ferme A est estimée à 331 450 litres alors que dans la ferme B est de 300 783 litres.

Tableau11. Production laitière totale annuelle dans les deux fermes.

<i>Ferme</i>	<i>Ferme A</i>	<i>Ferme B</i>
<i>PL (Kg de lait)</i>		
<i>PL/année</i>	331 450	300 783

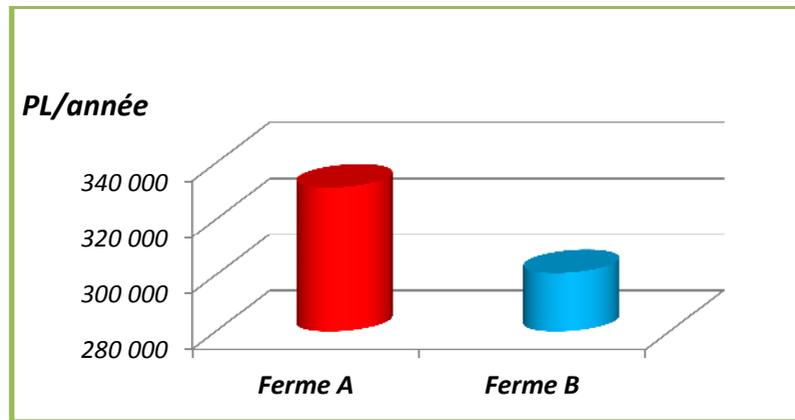


Figure10. Comparaison entre la production laitière annuelle dans les deux fermes.

I-6. Bâtiment :

Les vaches des deux fermes sont conduites selon une stabulation semi-entravée.

Les fourrages secs et le concentré sont stockés dans une grange située près du bâtiment.

▪ Pour la ferme A :

Le bâtiment est composé de 8 étables réparties comme suit :

Tableau 12. Répartition de la surface des étables de bâtiment pour la ferme A.

Étables	Surface	Utilisation
1	704 m ²	Vaches laitières
2	539 m ²	Vaches laitières
3	100 m ²	Vaches en tarissement plus de 7 mois
4	960 m ²	Génisses
5	200 m ²	Génisses plus de 12 mois
6	120 m ²	Jeune bovin non sevrés
7	120 m ²	Jeune bovin sevrés
8	32 m ²	Vaches réforme + les malades

- ❖ La ferme consacre aussi :
 - Salle de traite Delaval (2 x 4) : 240 m²
- ❖ Stockage des aliments :
 - 2 boxes pour stockage de foin et paille
 - 1 silo pour l'ensilage 15m².
 - Hangar pour fourrage : 96 m².
 - Hangar pour le stockage du concentré et du matériel : 480 m²
- **Pour la ferme B :**

Le bâtiment est composé de 8 étables réparties comme suit :

Tableau 13. Répartition de la surface des étables de bâtiment pour la ferme B.

Etables	Surface	Utilisation
1	400 m ²	Vaches laitières
2	120 m ²	Vaches en tarissement
3	240 m ²	Vaches locales
4	300 m ²	Génisses
5	250 m ²	Jeune bovin sevrés
6	32 m ²	Jeune bovin non sevrés

- ❖ La ferme consacre aussi :
 - Salle de traite avec charriot trayeur.
 - Une salle pour le stockage du concentré
 - Hangar pour le stockage du matériel
 - 2 boxes pour le stockage de foin et la paille.

I-7. Le suivi sanitaire et médical :

Le plan prophylactique utilisé dans la ferme A et B est comme suit :

- Dépistage de la brucellose chaque 6 mois
- Vaccination antirabique et anti aphteuse chaque année.
- Traitement antiparasitaire et anti septique à usage externe.
- Vitaminothérapie pour les veaux / velles chaque mois..
- Utilisation des pédiluves.

Pour la prévention des mammites, la ferme A utilise deux produits lors de la traite (Avant la traite : prefaom et après la traite : filmadine), alors que la ferme B utilise un seul produit avant et après la traite (Avant la traite : Produit à base l'iode (germiode) + Eau et après la traite : germiode).

Chapitre II :

Résultats et Discussions

II-1. Analyse descriptive

II-1.1. La conduite de l'alimentation

II-1.1.1. Analyse de la composition chimique des aliments

La composition chimique des aliments distribués aux vaches laitières durant la période de l'étude est mentionnée dans les tableaux 14 et 15.

❖ **Ferme A :**

Tableau 14. Composition chimique des aliments distribués dans la ferme A.

Aliments	Stade de récolte	MS (%)	Composition chimique des aliments (% de MS)				
			MM	MO	MAT	CB	MG
Fourrages verts :							
Luzerne	Début Floraison	23,7	10,18	89,82	9,87	23,39	1,89
Bersim	Floraison	15,1	17,2	82,8	12,56	25,7	1,33
Sorgho	Floraison	24,16	18,84	81,16	6,99	24,82	1,36
Fourrages secs :							
Foin d'avoine	/	87,23	11,08	88,92	6,3	37,75	1,56
Paille de blé	/	89,07	6,46	93,54	4	46,76	2,95
Ensilages :							
Ensilage d'orge	/	36,35	26,32	73,68	11,75	25,7	2,5
Ensilage de maïs	/	27,86	25,76	74,24	12,8	22,77	1,94
Aliment concentré :							
Maïs en grain	/	88,92	19,14	80,86	9,88	4,26	0,99

Les valeurs en gras dépassent les valeurs des tables INRA France

Les valeurs en rouge sont en dessous des valeurs des tables INRA France

Nous constatons d'après le tableau ci-dessus que la composition chimique des fourrages distribués dans cette ferme se rapproche de celle de **CHIBANI et al (2010)** à quelques exceptions près. En effet, la valeur de la MAT obtenue pour quelques fourrages (luzerne et bersim en vert, foin d'avoine) semble être très faible comparativement aux normes, alors que celle de l'ensilage de maïs est élevée. Dans le même sens, les teneurs en matières minérales notamment des ensilages et du sorgho en vert sont nettement supérieures aux valeurs rapportés par la littérature.

De faibles valeurs en MG ont été également notées pour le bersim en vert et le Maïs en grain.

❖ Ferme B :

Tableau 15. Composition chimique des aliments distribués dans la ferme B.

Aliments	Stade de récolte	MS (%)	Composition chimique des aliments (% de MS)				
			MM	MO	MAT	CB	MG
Fourrages verts :							
Luzerne	Début Floraison	22,61	27,22	72,78	9,01	20,15	1,12
Orge	Floraison	26,01	6,76	93,24	10,79	33,54	0,99
Sorgho	Floraison	24,48	16,98	83,02	7,08	34,17	1,33
Avoine	Floraison	25,42	15	85,00	16	26,07	1,45
Fourrages secs :							
Foin d'avoine	/	86,42	9,96	90,04	5,81	35,78	1,08
Paille de blé	/	87,68	6,76	93,24	3,70	45,46	2,01

Les valeurs en gras sont jugées élevées

Les valeurs en rouge sont jugées faibles

Les résultats obtenus pour les fourrages de la ferme B montrent également que la valeur de la MAT est faible pour la luzerne en vert et le foin d'avoine, alors qu'elle est supérieure aux normes pour l'avoine en vert.

D'un autre côté, mise à part l'orge fourragère qui présente une valeur en MM inférieure à celle rapportée par **CHIBANI et al (2010)**, les autres fourrages verts (sorgho, avoine, luzerne) présentent des teneurs en MM nettement élevées.

Quant aux teneurs en MG, à l'exception du sorgho fourrager et la paille de blé qui présentent des valeurs comparables aux normes bibliographiques, les autres aliments distribués dans cette ferme ont des valeurs en MG très faibles.

II-1.1.2. Valeurs nutritives des aliments :

Les valeurs nutritives des différents aliments distribués dans les exploitations étudiées sont mentionnées dans les (tableaux 16 et 17).

Les valeurs énergétiques (UFL) obtenues dans les deux fermes pour tous les aliments sont inférieures par à ceux rapportés dans la base de donnée de feedipedia¹.

¹: Feedipedia est une encyclopédie qui s'intéresse aux aliments et fourrages des animaux d'élevage du monde entier. www.feedipedia.org

❖ **Ferme A :**

Tableau 16. Valeurs nutritives des aliments distribués à la ferme A.

Aliments	Valeurs nutritives des fourrages (/Kg MS)		
	UFL	PDIN(g)	PDIE(g)
Fourrages Verts :			
Luzerne	0,89	62	73
Bersim	0,77	92	77
Sorgho	0,75	51	73
Ensilages :			
Ensilage Orge *	0,71	64	67
Ensilage Maïs *	0,91	46	79
Fourrages secs :			
Foin Avoine	0,61	49	69
Paille de blé	0,48	39	60
Concentré :			
Maïs en grain *	1,22	74	97
Concentré (VL B 17)	1	116	116
Concentré (VL B 18)	1	116	116

* valeurs prises de la base de données de feedipedia.

▪ **Ferme B :**

Tableau 17. Valeurs nutritives des aliments distribués à la ferme B.

Aliments	Valeurs nutritives des fourrages (/Kg MS)		
	UFL	PDIN(g)	PDIE(g)
Fourrages Verts :			
Sorgho	0,63	51	66
Avoine	0,78	87	72
Orge	0,74	69	74
Luzerne	0,78	59	71
Fourrages secs :			
Foin Avoine	0,65	57	70
Paille de blé	0,52	38	63
Concentré :			
Concentré (VL B 17)	1	116	116

Pour les valeurs PDIN, elles sont comparables à ceux de la littérature à l'exception de la luzerne en vert dans la ferme A et l'avoine fourragère dans la ferme B qui sont faibles, ceci est dû à leur teneur en MAT qui est jugée très basse.

Concernant les résultats des PDIE, ils sont similaires aux normes dans la ferme A alors qu'ils sont faibles pour la ferme B.

II-1.1.3. Rationnement des vaches laitières

La ration des vaches laitières est importante, car elle conditionne la productivité et la rentabilité des élevages laitiers. Elle doit être adaptée selon le stade physiologique des vaches ou leur niveau de production, d'où l'importance de l'allotement du troupeau qui facilite la distribution des aliments selon les besoins de chaque catégorie d'animaux.

❖ Période de tarissement :

❖ Ferme A :

Le tarissement est une période très importante pour la préparation de la vache à la lactation suivante. Dans cette ferme, la ration du tarissement repose sur la distribution de fourrages grossiers (foin d'avoine, paille de blé) et du concentré. Les quantités distribuées durant la période de notre étude sont illustrées dans le tableau ci-dessous. Les calculs de rationnement sont représentés en annexe 2.

Tableau 18. La ration distribuée aux vaches tarées dans la ferme A durant la période de notre étude.

Ration	Aliments ingéré	Quantités distribuées (Kg brut/VL/j)	Quantités distribuées (Kg MS/VL/j)
Ration pour vaches tarées	Foin d'avoine	6,5	5,7
	Paille de blé	02	1,8
	Aliment concentré VL B 18	02	1,9
	Totale	10,5	9,3

De façon générale, la ration de tarissement dans cette ferme permet un apport journalier brut de 10,5 Kg avec :

- ✓ 9,3 Kg de MS.
- ✓ 6,5 UFL.
- ✓ 564 g de PDI.

Ces apports semblent ne pas couvrir les besoins d'une vache laitière de 600 kg de poids vif en dernier mois de gestation étant donné que ses besoins (d'entretien et de gestation) sont de l'ordre de 8 UFL et 630 g de PDI (**BROCARD et al, 2010**).

❖ **Ferme B :**

Dans cette ferme, la ration distribuée aux vaches en tarissement comprend des fourrages grossiers (foin d’avoine, paille de blé). Les quantités distribuées sont représentées dans le tableau 19.

Tableau 19. La ration distribuée aux vaches tarées de la ferme B durant la période de notre étude.

Ration	Aliments ingéré	Quantités distribuées (Kg brut/VL/j)	Quantités distribuées (Kg MS/VL/j)
Ration pour vaches tarées	Foin d’avoine	4,5	3,9
	Paille de blé	2	1,8
	Total	6,5	5,7

Avec un apport journalier de 6,5 kg brut, cette ration apporte 5,7 Kg de MS avec 4,5 UFL et 289 g de PDI, ce qui ne couvre pas les besoins d’une vache gestante d’un poids standard de 600 kg.

Ces apports sont nettement inférieures aux normes, en revanche, elles peuvent être suffisants pour une vache avec poids corporel moyen (< 600 Kg).

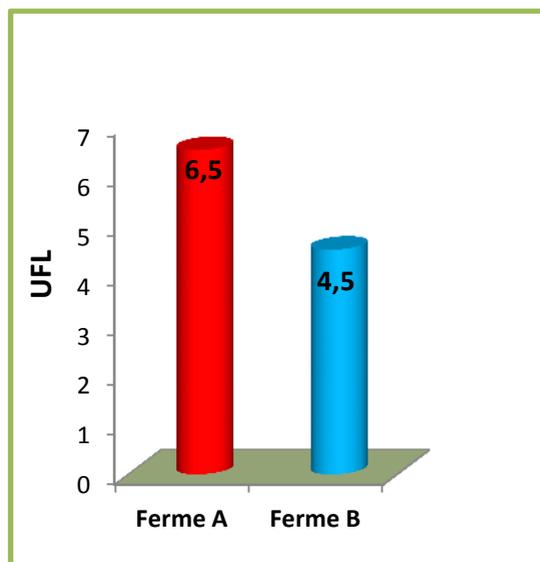


Figure 11. Comparaison des apports énergétiques (UFL) des rations en période de tarissement dans les deux fermes étudiées.

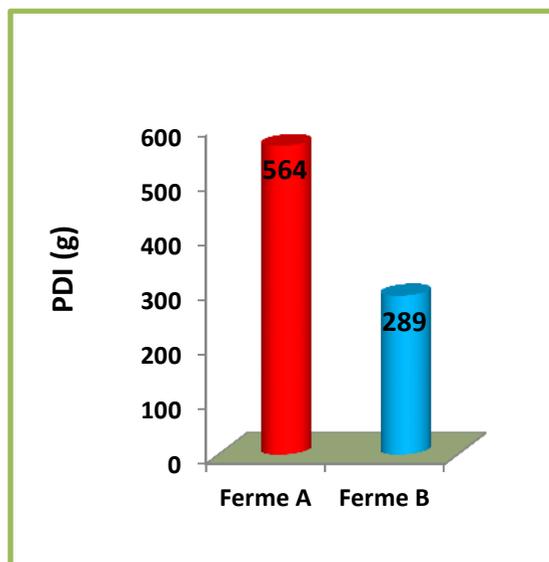


Figure 12. Comparaison des apports azotés (PDI) des rations en période de tarissement dans les deux fermes étudiées.

Nous constatons d'après ces deux graphes que les apports énergétiques et azotés durant le tarissement sont nettement meilleurs dans la ferme A que dans la ferme B, ceci s'explique par l'utilisation du concentré dans la première ferme qui participe avec 1,9 kg de MS apportant 1,89 UFL et 216 g de PDI.

❖ ***Période du début de lactation***

❖ **Ferme A :**

✓ ***L'alimentation en fourrages***

La distribution de l'alimentation se fait selon le stade de lactation, les rations de bases sont constituées principalement d'un mélange de fourrages de légumineuses (luzerne en vert ou bersim en vert) et de graminées (sorgho en vert, ensilage d'orge ou ensilage de maïs) ainsi que du fourrage sec (foin d'avoie et/ou paille de blé). Le type de fourrage utilisé est fonction des disponibilités, notamment pour les cultures d'hiver qui dépendent fortement des conditions climatiques.

✓ ***L'alimentation en concentré***

L'alimentation en concentré est assurée par un aliment acheté dans le commerce, ramené de la région d'EL-Kseur (wilaya de Bejaïa), il est composé de Son, Maïs, Tourteau de soja, Carbonate de calcium, Mélasse, Poly-vitamines, Oligo-élément, Sel.

Cet aliment entre la constitution de la ration de base, vu que l'apport alimentaire fourni par les fourrages seuls est insuffisant, d'autre part, il est utilisé comme un complément de production pour couvrir les besoins de lactation. Il est distribué à raison de 8 Kg/vache/jour ce qui correspond aux recommandations de la littérature à savoir 12 kg de concentré au maximum.

La quantité moyenne de MS apportée par les différentes rations (R1, R2, R'1, R'2, R''1 et R''2) est de $17,25 \pm 0,89$ kg/vache/jour ce qui est correct comparativement aux normes préconisées par **JARRIGE (1988)** à savoir une ingestion de 2,5 à 3kg de MS/100 kg de poids vif.

Les quantités journalières moyennes (exprimées en kg brut et leur équivalent en kg de MS) des différentes rations distribuées aux vaches en lactation de la ferme A durant la période de notre étude sont présentées dans le tableau 20.

Tableau 20. Les différentes rations distribuées aux vaches laitières en début de lactation dans la ferme A.

N° ration	Aliment distribuées	Quantités distribuées (Kg brut/VL/j)	Quantités distribuées (Kg MS/VL/j)
R1	Luzerne	22	5,1
	Sorgho	15	3,6
	Concentré VL 17	08	7,3
	Paille de blé	02	1,8
	Total	47,00	17,7
R2	Bersim	26	3,9
	Foin d'avoine	02	1,7
	Ensilage d'orge	08	2,9
	Concentré VL B 17	08	7,3
	Paille de blé	02	1,8
Total	46,00	17,6	
R'1	Bersim	26	3,9
	Foin d'avoine	02	1,7
	Ensilage d'orge	08	2,9
	Concentré VL B 17	08	7,3
	Paille de blé	02	1,8
Total	46,00	17,6	
R'2	Bersim	25	3,8
	Maïs	1,5	1,3
	Ensilage de maïs	08	2,2
	Concentré VL B 17	08	7,3
	Paille de blé	2,5	2,2
Total	45,00	16,8	

R"1	Bersim	25	3,8
	Maïs	1,5	1,3
	Ensilage de maïs	08	2,2
	Concentré VL B 17	08	7,3
	Paille de blé	2,5	2,2
	Total	45,00	16,8
R"2	Bersim	23	3,5
	Maïs	02	1,8
	Ensilage de maïs	08	2,2
	Concentré VL B 17	08	7,3
	Paille de blé	2,5	2,2
	Total	43,50	17

❖ **Ferme B :**

L'alimentation en fourrage vert est assurée par la luzerne, l'orge, l'avoine et le sorgho. On retrouve aussi le foin d'avoine et la paille de blé.

La ration de base est complétée par un concentré VLB 17 acheté, ce dernier est composé de maïs, tourteau de soja, issus de meunerie, CMV complexe vitaminée. Il est distribué à raison de 6 kg/vache/jour.

Les différentes rations distribuées aux vaches en lactation durant la période de notre étude sont présentées dans le tableau 21. Ce dernier fait ressortir que les quantités de MS distribuées de ration globale, exprimées en Kg/vache/jour, varient entre 14,98 kg et 14,29 kg avec une moyenne de $14,68 \pm 0,69$ kg ce qui est à la limite des normes rapportées par **JARRIGE (1988)** à savoir 15 kg de MS pour une vache standard de 600 kg de PV.

Tableau 21. Les différentes rations distribuées aux vaches laitières en début de lactation dans la ferme B.

N° ration	Aliment distribués	Quantités distribuées (Kg brut/VL/j)	Quantités distribuées (Kg MS/VL/j)
R1	Sorgho	22	5,4
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	32,00	14,38
R2	d'avoine	23	5,8
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL B 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	33,00	14,75
R'1	d'avoine	23	5,8
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL B 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	33,00	14,75
R'2	Orge	23	6,0
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL B 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	33,00	14,98
R''1	Orge	23	6,0
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL B 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	33,00	14,98
R''2	Luzerne	23	5,3
	Foin d'avoine	02	1,7
	Concentré VL B 17	06	5,5
	Paille de blé	02	1,8
	Total	33,00	14,29

En comparant les rations totales dans les deux fermes étudiées, on constate que les apports en énergie (UFL) et en azote (PDI) dans la ferme A sont supérieurs à ceux de la ferme B (figures 15 et 16, 17, 18). Ceci est expliqué par les apports en MS qui sont plus importants pour les rations de la ferme A (figures 13 et 14).

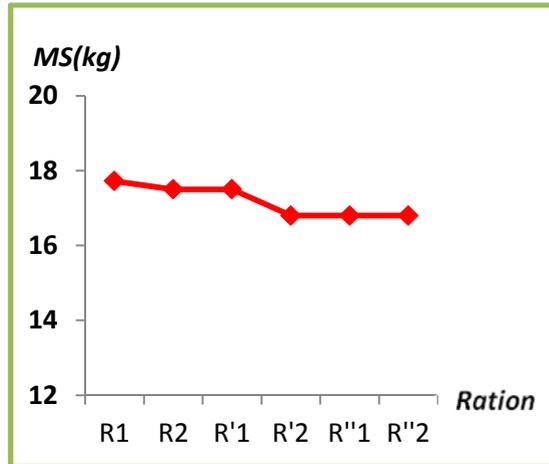


Figure 13. Variation des apports en MS des rations de la ferme A.

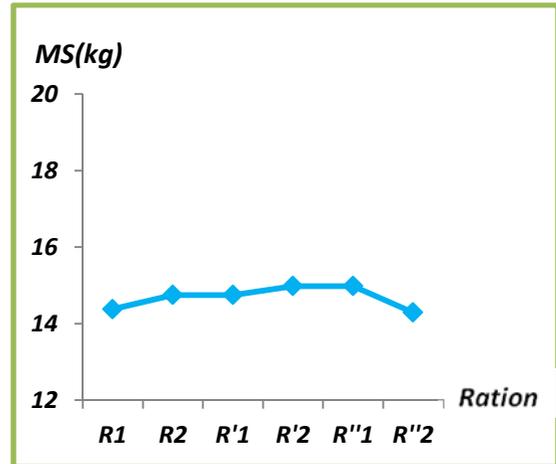


Figure 14. Variation des apports en MS des rations de la ferme B.

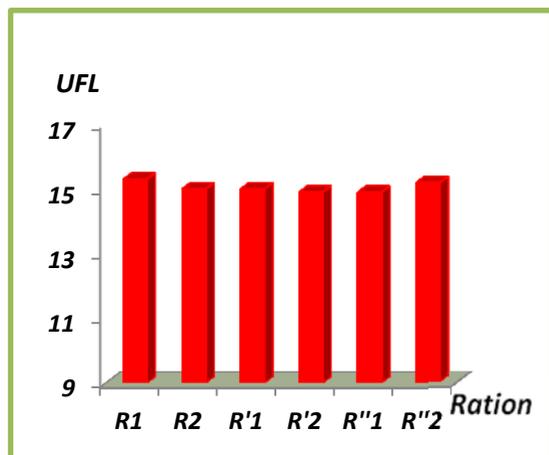


Figure 15. Variation des apports énergétique (UFL) des différentes rations de la ferme A.

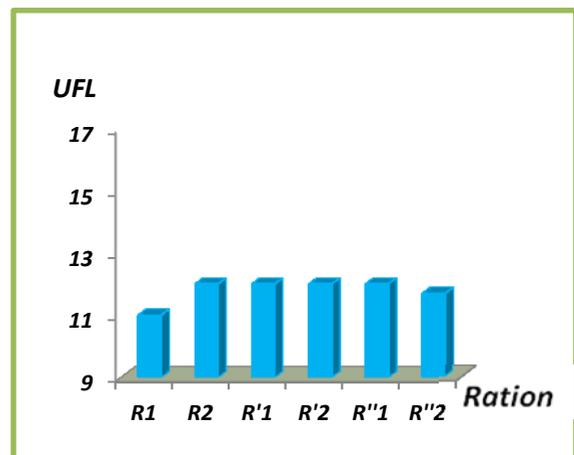


Figure 16. Variation des apports énergétique (UFL) des différentes rations de la ferme B.

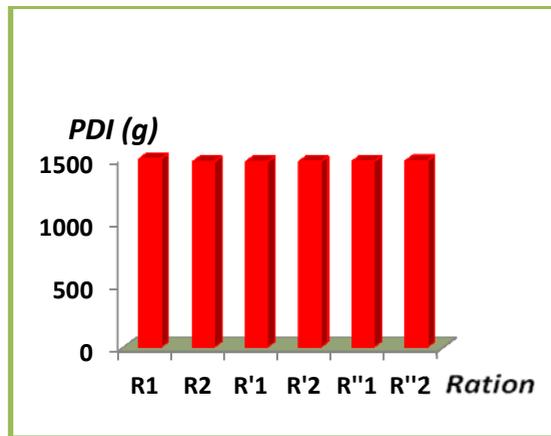


Figure 17. Variation des apports azotés (PDI) des différentes rations de la ferme A.

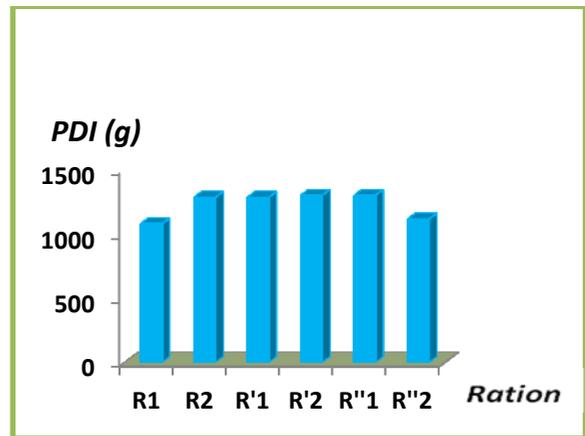


Figure 18. Variation des apports azotés (PDI) des différentes rations de la ferme B.

II-1.1.4. Rapport fourrage/concentré

❖ Ferme A :

Le rapport fourrage/concentré d'une ration est un facteur majeur dans la variation de la teneur en matière grasse du lait, mais joue aussi un rôle important dans l'ingestion de la matière sèche.

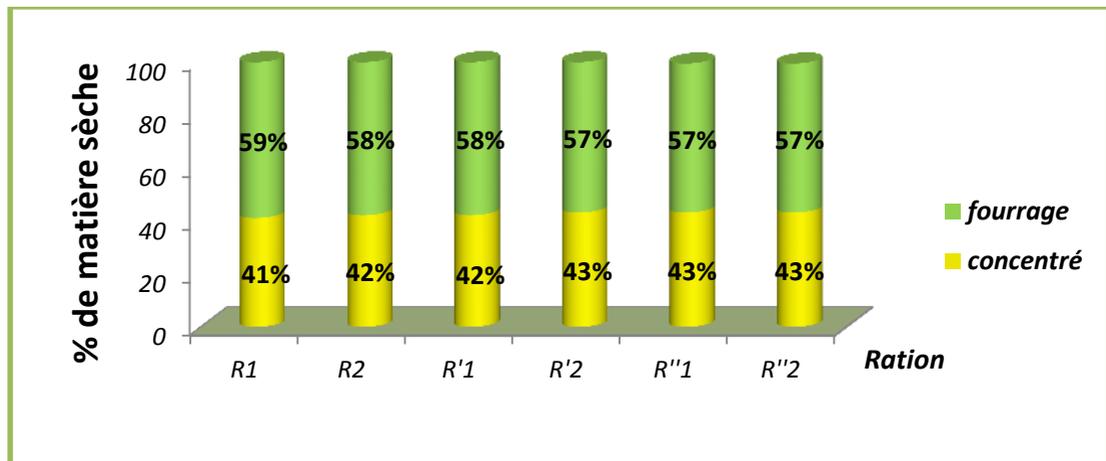


Figure 19. Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS pour la ferme A.

La figure 19 fait ressortir que le fourrage participe en moyenne avec 58% dans l'apport global de la ration en MS ce qui se rapproche des normes de la littérature qui préconisent une proportion de 40% de concentré et 60% de fourrage.

❖ Ferme B :

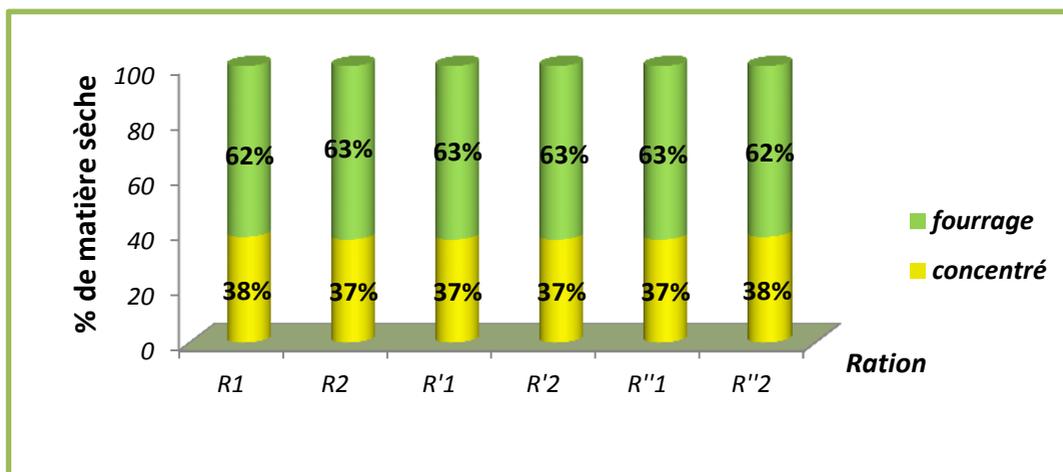


Figure 20. Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS pour la ferme B.

D'après la figure 20, on note que la part du concentré est presque la même dans les différentes rations participant en moyenne avec 38% dans l'apport global en MS ce qui se rapproche aux recommandations citées précédemment.

Le rapport fourrage/concentré dans les deux fermes est dans les normes, en revanche, on constate que le concentré participe avec plus de 45% dans l'apport énergétique de la ration (figure 21 et 22), et près de 53 % dans l'apport azoté total de la ration (figure 23 et 24). Ceci témoigne de la pauvreté des fourrages utilisés notamment en azote.

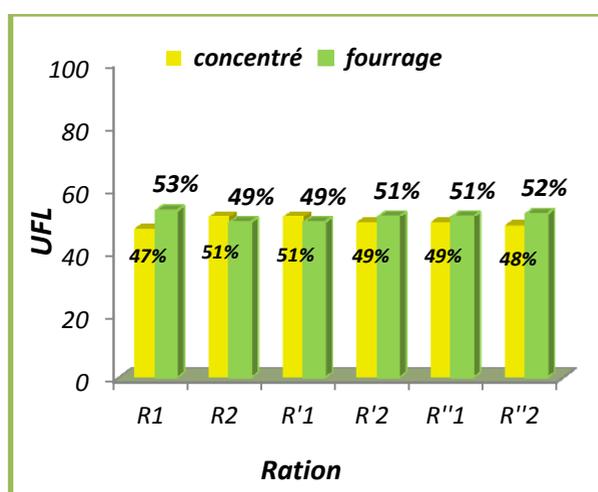


Figure 21. Variation de l'apport énergétique (UFL) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme A.

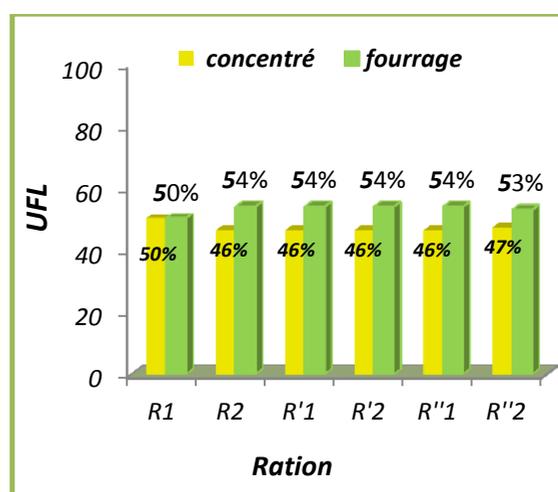


Figure 22. Variation de l'apport énergétique (UFL) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme B.

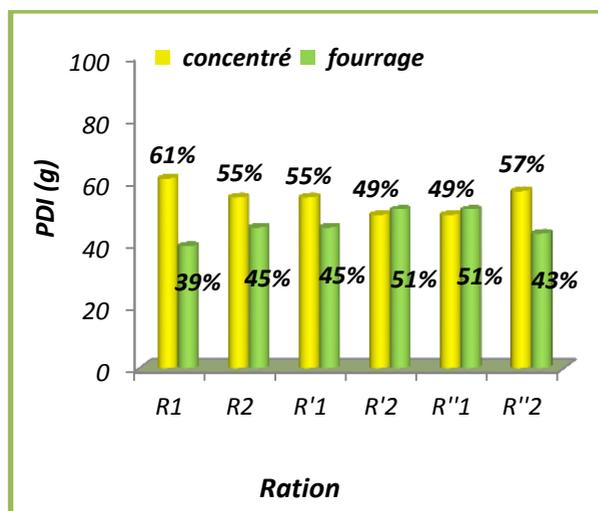


Figure 23. Variation de l'apport azoté (PDI) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme A.

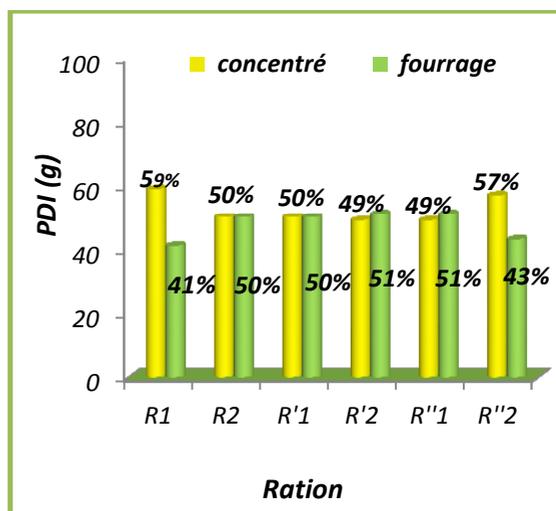


Figure 24. Variation de l'apport azoté (PDI) du concentré et du fourrage dans la ration totale pour la ferme B.

II-1.2. Analyse de la variation de la composition physico-chimique du lait

Pour l'interprétation des résultats des analyses du lait, nous avons constitué 3 groupes de vaches dans chaque ferme selon leur période de vêlage. Nous avons suivi les contrôles laitiers effectués durant les 2 premiers mois de lactation (un contrôle chaque 15 jour).

Notre étude a concerné 26 vaches dans chaque ferme, soit un total de 52 vaches de différentes races (Prim'Holstein, Montbéliarde, Brune des aple et Fleckvieh).

La composition physicochimique moyenne du lait (TP, TB) des vaches laitières des deux fermes est représentée dans les tableaux 22 et 23.

❖ Ferme A :

Tableau 22. Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans la ferme A.

Variables	TB (g/l)	TP (g/l)
Groupe A	40 ± 0,4	30 ± 0,2
Groupe B	40 ± 0,5	28 ± 0,2
Groupe C	42 ± 0,4	28 ± 0,2

Le taux butyreux enregistré pour le groupe C est de 42 ± 0,4 g/l, il est supérieur aux normes, cependant il est presque comparable à celui trouvé par BELHADI (2010). Dans

les groupes A et B, les valeurs enregistrés sont comparables à ceux de la littérature à savoir des taux compris entre 38 et 40 g/l.

D'un autre côté, le TP moyen (variant de 28 à 30 g/l) est en général légèrement inférieure aux normes comprises entre 30,7 à 34 g/l selon la race, de même, il est en dessous des résultats rapportés par **BENHOUDA (2006)** qui a trouvé un taux protéique moyen de 30,3 g/l.

❖ **Ferme B :**

Tableau 23. Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans la ferme B.

Variables	TB (g/l)	TP (g/l)
Groupe E	39 ± 0,2	24 ± 0,1
Groupe F	38 ± 0,5	25 ± 0,1
Groupe G	40 ± 0,4	25 ± 0,2

Nous constatons d'après le tableau ci-dessus que le taux butyreux enregistré durant la période de notre étude dans la ferme B est compris entre 38 et 40 g/l, il est jugé bon comparativement aux normes et résultats de **BOUKIR (2007)** qui a trouvé des taux butyreux inférieurs à 35 g/l.

En revanche, les valeurs observées pour le TP sont nettement inférieures aux recommandations de la littérature, elles sont en moyenne entre 24 et 25 g/l. Ce résultat reste également faible par rapport à celui des autres auteurs cités précédemment.

Les figures 25 et 26 montrent la variation moyenne des taux protéiques et butyreux du lait dans les deux fermes au cours des deux premiers mois de lactation. Nous constatons d'après ces résultats que les taux des matières utiles du lait diminue avec l'avancement de la lactation passant de 49 g/l à J15 à 30 g/l à J 60 pour le TB et entre 36 et 21 g/l pour le TP dans la ferme A. Même constatation a été notée dans la ferme B, avec une diminution de près de 20 g/l pour le TB dans les 2 mois postpartum, alors que le TP passe de 28 g/l à 19 g/l.

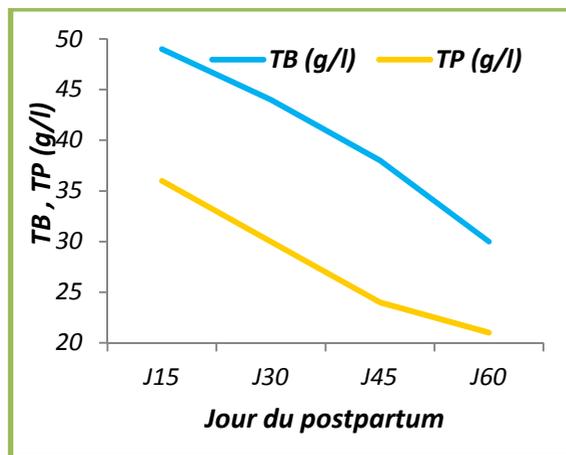


Figure 25. L'évolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans la ferme A.

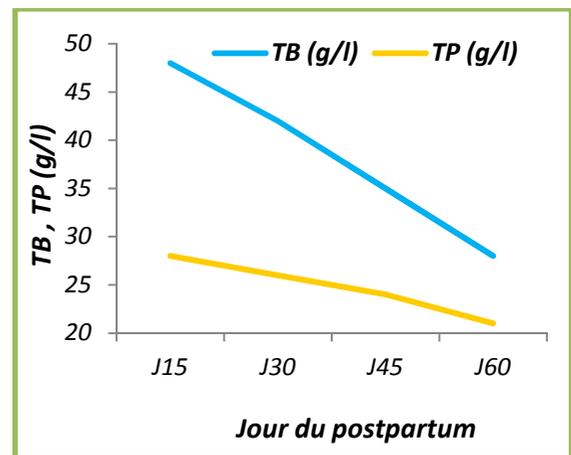


Figure 26. L'évolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans la ferme B.

Selon la littérature, la variation de ces taux pourrait être en relation avec plusieurs facteurs dont la race, le rang de lactation, le niveau de production laitière et l'alimentation.

II-1.2.1. Variation de la composition du lait selon le numéro de lactation

Le TB et Le TP du lait suivent une évolution presque linéaire avec l'avancement de la lactation, les taux les plus élevés sont enregistrés chez les multipares comparativement aux primipares pour les deux fermes. Cette différence entre multipares et primipares a été signalé par **BELHADI (2010)** qui a constaté que la variation des taux de TB et TP du lait était proportionnelle avec l'avancement de l'âge de l'animal.

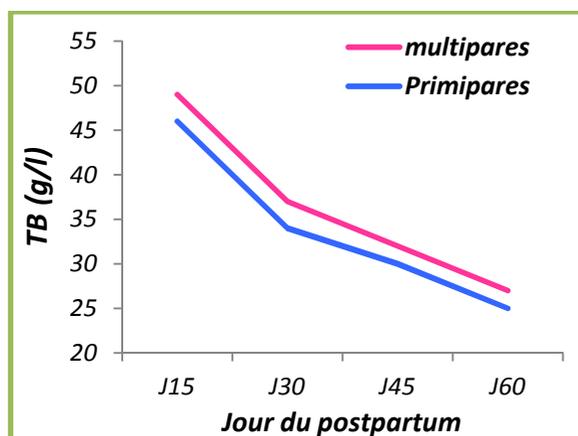


Figure 27. L'évolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme A.

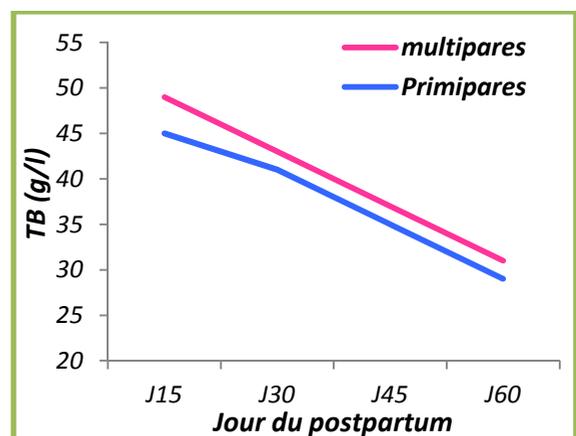


Figure 28. L'évolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme B.

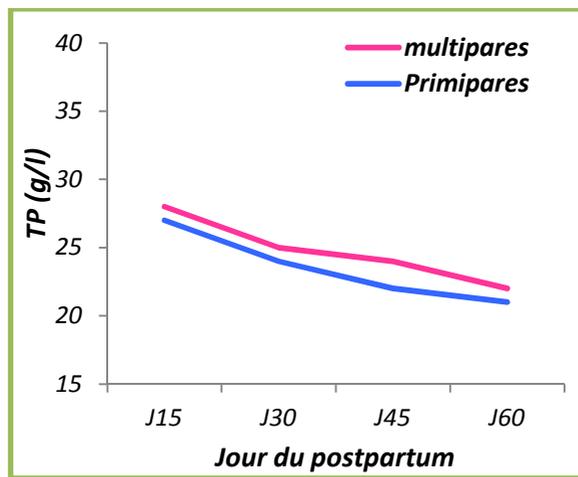


Figure 29. L'évolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme A.

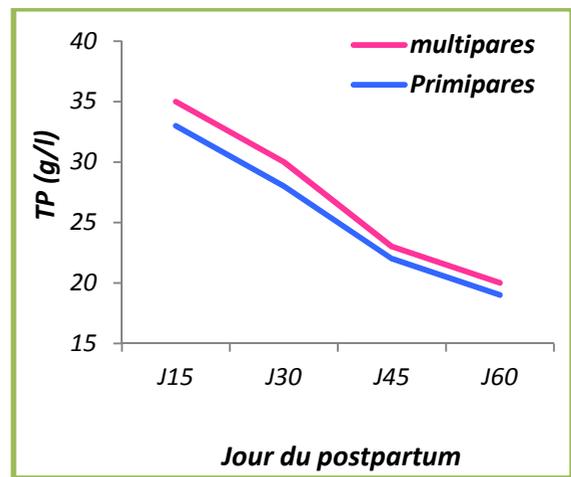


Figure 30. L'évolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum selon de la parité dans la ferme B.

II-1.2.2. Variation de la composition du lait selon le niveau de production

La variation des taux de TB et TP du lait enregistrés durant les 60J postpartum sont inversement proportionnels au niveau de production laitière (figure 31 et 32). En effet, les concentrations les plus élevées ont été noté dans les premiers jours après vêlage où la production de lait était moyenne. Avec l'augmentation de cette dernière, on assiste à une diminution des taux butyreux et protéiques du lait. Ce résultat corrobore avec celui de **FAVERDIN et al (1987)**, il est expliqué par le fait que les niveaux bas de la production laitière entraînent une forte concentration du lait en matières utiles (**COULON et al, 1998**).

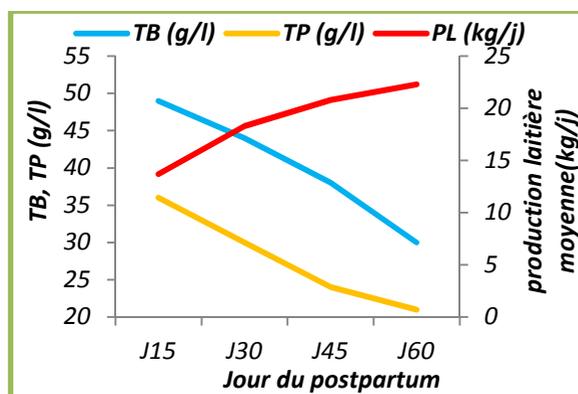


Figure 31. L'évolution moyenne du TB et TP du lait en fonction de la production laitière moyenne dans la ferme A au cours des 60J postpartum.

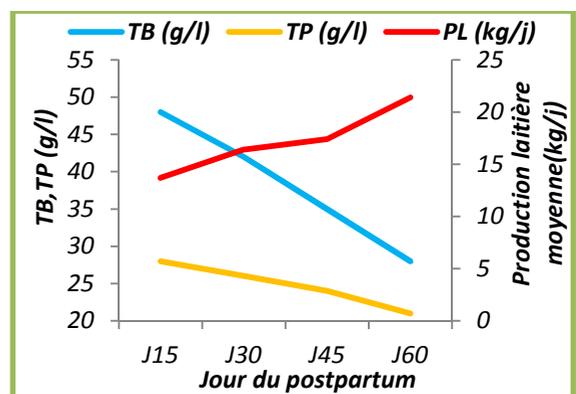


Figure 32. L'évolution moyenne du TB et TP du lait en fonction de la production laitière moyenne dans la ferme B au cours des 60J postpartum.

II-1.2.3. Variation de la composition du lait selon l'alimentation

✓ *Variation de la composition du lait selon la ration du 1^{er} mois de lactation*

Nous constatons d'après les figures 33 et 34 que la diminution de l'apport en MS a plus d'effet sur la variation du taux protéiques que sur le taux butyreux. Ce dernier a connu la même variation dans les deux fermes avec des niveaux de MS différents.

Le taux protéique du lait semble baisser lorsque les quantités de MS des premières rations post vêlage sont moins importantes. En revanche, d'après les figures 35, 36, 37 et 38, cette diminution est beaucoup plus liée aux niveaux énergétiques et azotés des rations, nous constatons en effet que les taux protéiques les plus faibles sont enregistrés avec les rations faiblement énergétiques et qui présentant un niveau d'apport azoté faible.

Cette constatation rejoint les données de la littérature, **COULON et REMOND (1991)** trouvent d'ailleurs que le TP augmente de manière linéaire avec les apports énergétique, alors que **REMOND (1985)** constate que l'augmentation du niveau des apports azotés dans la ration entraîne une augmentation conjointe des quantités du lait et des protéines sécrétées, de sorte que le taux protéique est peu modifié.

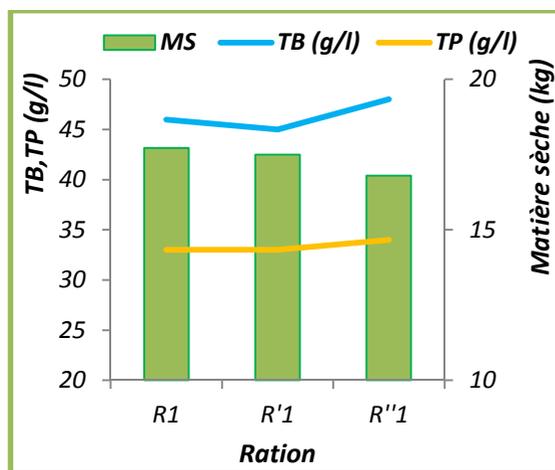


Figure 33. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme A.

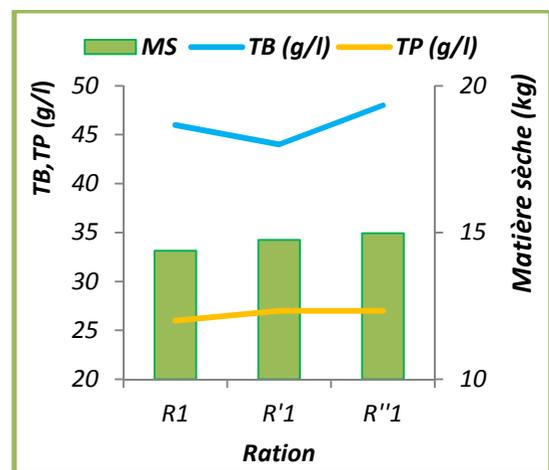


Figure 34. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme B.

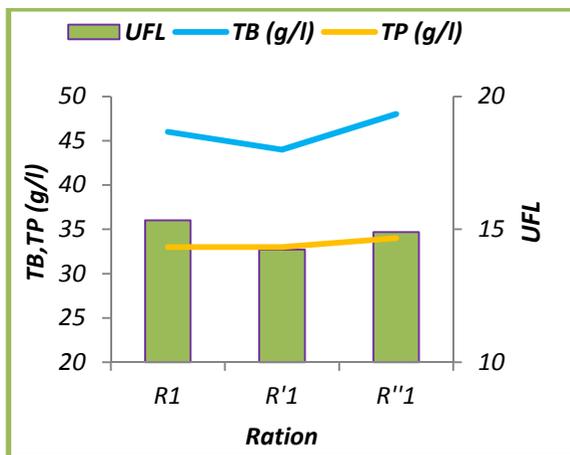


Figure 35. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme A.

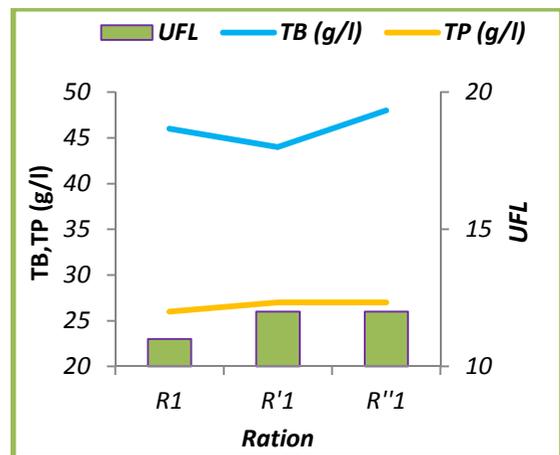


Figure 36. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme B.

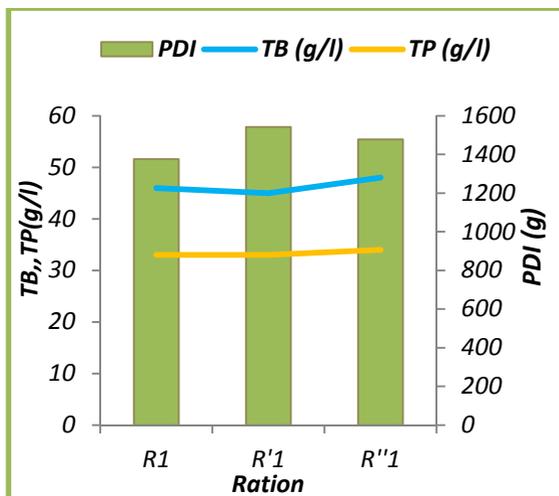


Figure 37. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme A.

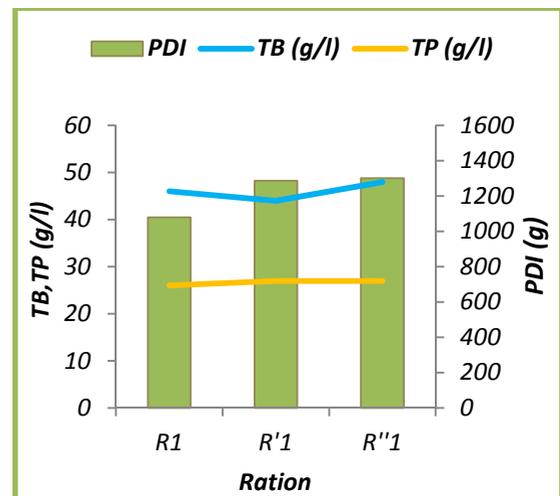


Figure 38. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 1^{er} mois de lactation pour la ferme B.

✓ *Variation de la composition du lait selon la ration du 2^{ème} mois de lactation*

Le TB est plus bas dans le 2^{ème} mois de lactation comparativement au 1^{er} mois. Sa variation en fonction du niveau alimentaire n'est pas très évidente, cependant, il semble diminuer légèrement lorsque le niveau de MS des rations est plus bas (figures 39 et 40), par contre, il augmente avec le niveau du concentré de la ration (figures 41 et 42), ce qui est contradictoire aux résultats de SUTTON (1989) qui trouve que le taux butyreux (TB) du lait diminue quand la part des aliments concentrés dans la ration augmente. En revanche, la

nature des glucides de la ration a aussi une influence sur le taux butyreux, **MICHALET DOREAU et SAUVANT, (1985)** rapportent que, les concentrés riches en amidon (blé, orge, maïs) favorisent plus le taux butyreux en favorisant les fermentations butyriques au détriment des fermentations acétiques que les concentrés riches en parois (pulpe sèche de betterave, drêches de brasserie, ...).

En parallèle, contrairement aux constatations remarquées au 1^{er} mois de lactation, les variations du TP sont presque similaires dans les deux fermes même avec des apports énergétiques et azotés nettement différents entre rations du 2^e mois de lactation (figures 43, 44, 45 et 46).

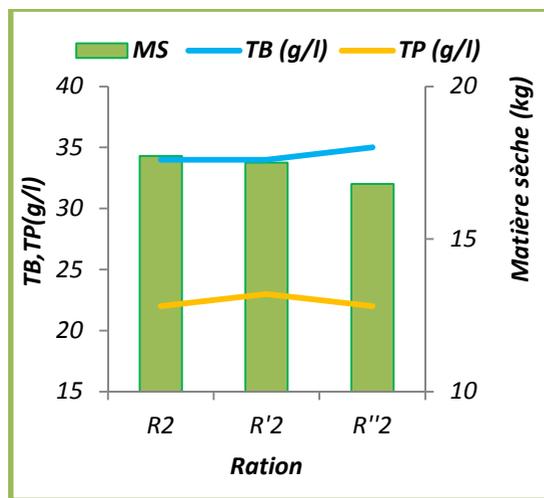


Figure 39. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme A.

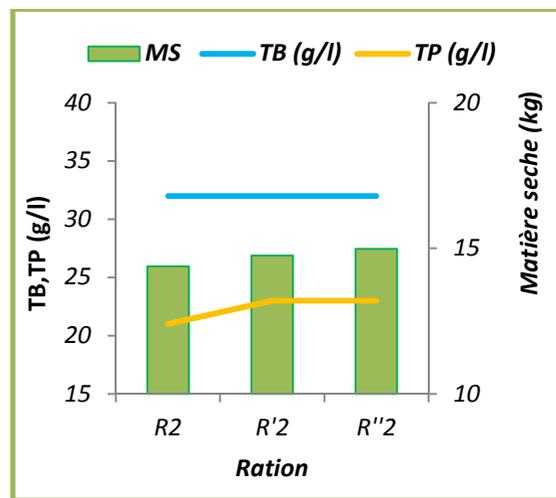


Figure 40. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de matière sèche de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme B.

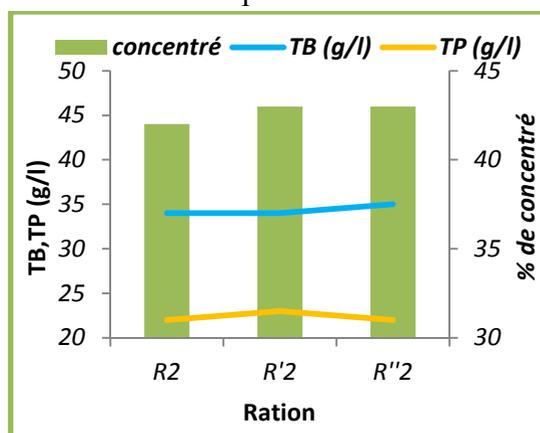


Figure 41. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de concentré de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme A.

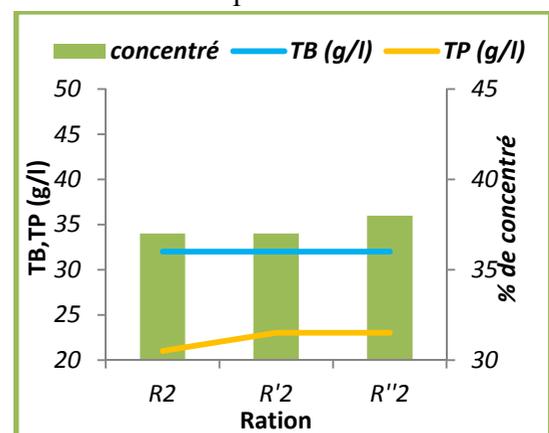


Figure 42. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du % de concentré de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme B.

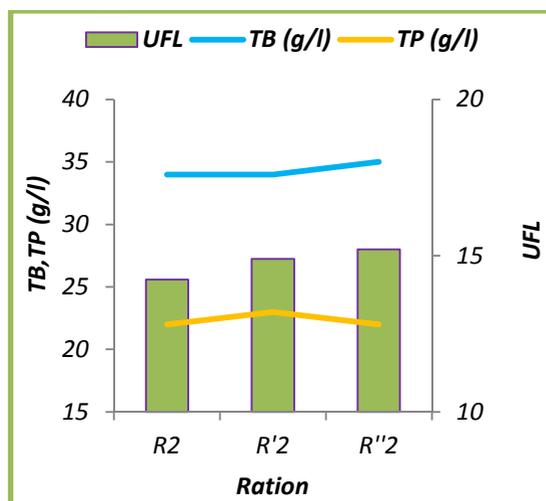


Figure 43. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme A.

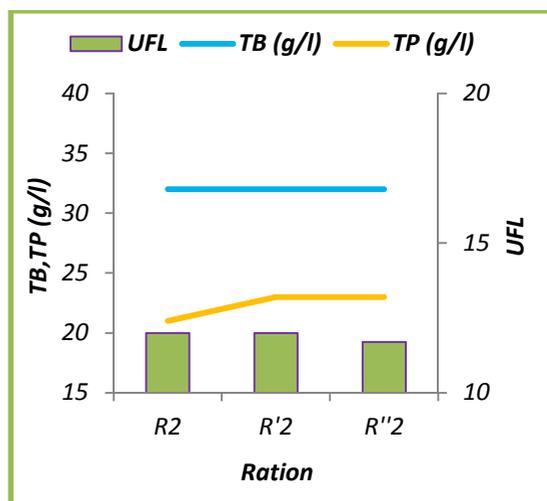


Figure 44. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme B.

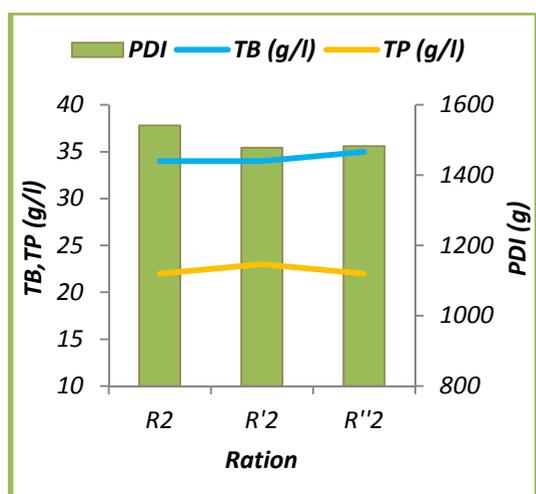


Figure 45. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme A.

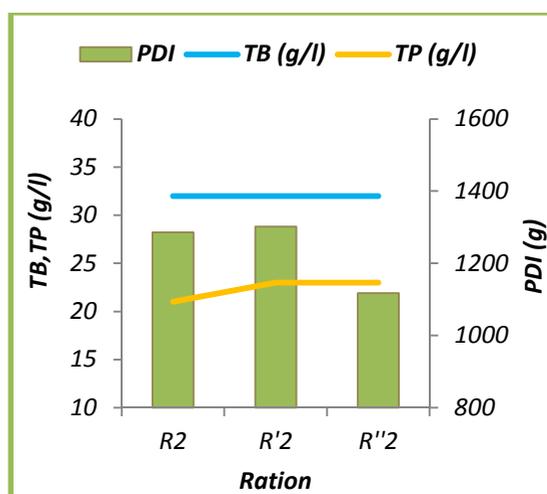


Figure 46. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) de la ration du 2^{ème} mois de lactation pour la ferme B.

Le niveau des matières utiles du lait est lié également aux facteurs génétiques. L'effet race pourrait expliquer une grande part de la variation de la composition physico chimique du lait entre les deux fermes.

II-2. Etude d'impact :

II-2.1. Relation entre le niveau alimentaire, la production laitière et la composition chimique du lait

D'après le tableau ci-dessous, il n'existe aucune corrélation significative entre le niveau d'apport alimentaire (MS, UFL et PDI) des rations et les taux protéique et butyreux du lait, des coefficients de corrélation très faibles et non significatifs ont été d'ailleurs enregistrés. Cependant, le TB est fortement corrélé de manière négative avec le niveau de production laitière ($r = -0,912$), ce dernier est également corrélé significativement avec le TP ($r = -0,778$).

Nous constatons d'ailleurs que plus la production de lait augmente, moins est le TP et TB (figures 47 et 48).

En augmentant la quantité de lait produite, l'alimentation pourrait donc avoir un effet indirect sur la composition du lait.

Tableau 24. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations, le niveau de production laitière et la composition physico-chimique du lait.

	MS (kg)	UFL	PDI(g)	Concentré(%)	TB (g/l)	TP (g/l)	PL (kg/j)
MS (kg)	1	0,939**	0,880**	0,877**	0,147	0,402	0,087
UFL		1	0,848**	0,921**	0,074	0,330	0,118
PDI (g)			1	0,795**	0,006	0,216	0,217
Concentré(%)				1	0,050	0,261	0,113
TB (g/l)					1	0,843**	-0,912**
TP (g/l)						1	-0,778**
PL (kg/j)							1

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

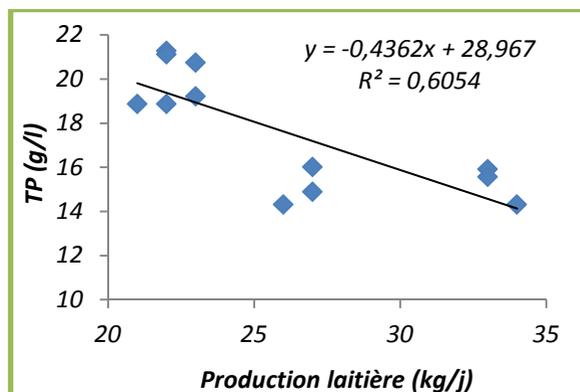


Figure 47. Variation moyenne du TP du lait en fonction de production laitière.

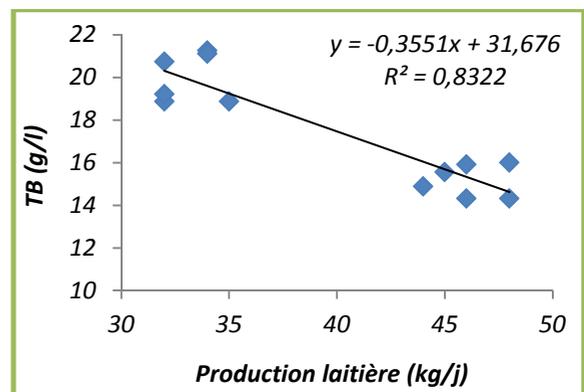


Figure 48. Variation moyenne du TB du lait en fonction de production laitière.

II-2.2. Relation entre le niveau alimentaire durant le 1^{er} mois de lactation et la composition chimique du lait

Tableau 25. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 1^{er} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait.

	MS (kg)	UFL	PDI (g)	Concentré(%)	TB (g/l)	TP(g/l)	PL(kg/j)
MS (kg)	1	0,960**	0,825*	0,870*	0,045	0,953**	0,359
UFL		1	0,817*	0,877*	0,160	0,973**	0,252
PDI (g)			1	0,764	0,078	0,858*	0,307
Concentré(%)				1	0,203	0,959**	-0,101
TB (g/l)					1	0,169	0,022
TP (g/l)						1	0,120
PL (kg/j)							1

** : La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* : La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

Selon le tableau ci-dessus, de fortes corrélations ont été notées entre le TP et le niveau d'apport alimentaire en 1^{er} mois de lactation. La part du concentré dans la ration qui fait augmenter le niveau énergétique et azoté a permis une augmentation du TP (figure 49 et 50), ce qui est en accord avec les résultats de la littérature.

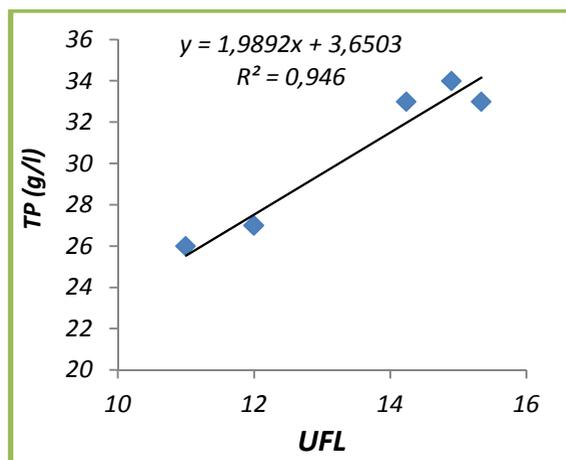


Figure 49. Variation moyenne du TP du lait en fonction de niveau énergétique (UFL).

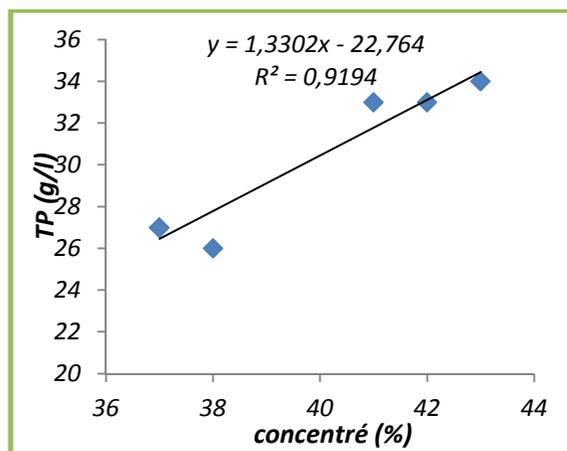


Figure 50. Variation moyenne du TP du lait en fonction de % de concentré.

II-2.3. Relation entre le niveau alimentaire durant le 2^{ème} mois de lactation et la composition chimique du lait

La matrice de corrélation illustrée dans le tableau 26 montre que les rations du 2^{ème} mois de lactation ont un effet positif sur le TB et non pas sur le TP.

En effet, le taux des matières grasses du lait augmente avec la part du concentré dans la ration qui fait augmenter le niveau UFL et PDI.

Des corrélations positives et très significatives ont été enregistrées entre le TB et le niveau énergétique des rations du 2^{ème} mois de lactation ($r= 0,98$), de même avec le pourcentage du concentré dans la ration ($r= 0,96$) (figures 51 et 52).

Tableau 26. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 2^{ème} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait

	MS(kg)	UFL	PDI (g)	Concentré(%)	TB (g/l)	TP (g/l)	PL (Kg/j)
MS (kg)	1	0,922**	0,967**	0,910*	0,904*	-0,265	0,509
UFL		1	0,888*	0,978**	0,980**	-0,270	0,280
PDI (g)			1	0,824*	0,853*	-0,388	0,491
Concentré(%)				1	0,964**	-0,179	0,308
TB (g/l)					1	-0,233	0,169
TP (g/l)						1	0,249
PL (Kg/j)							1

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* . La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

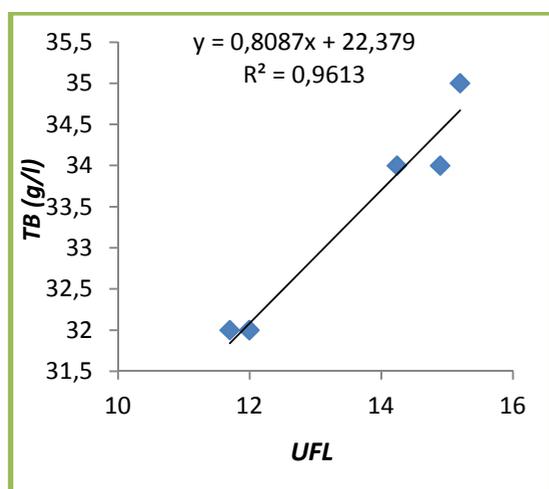


Figure 51. Variation moyenne du TB du lait en fonction de niveau énergétique (UFL).

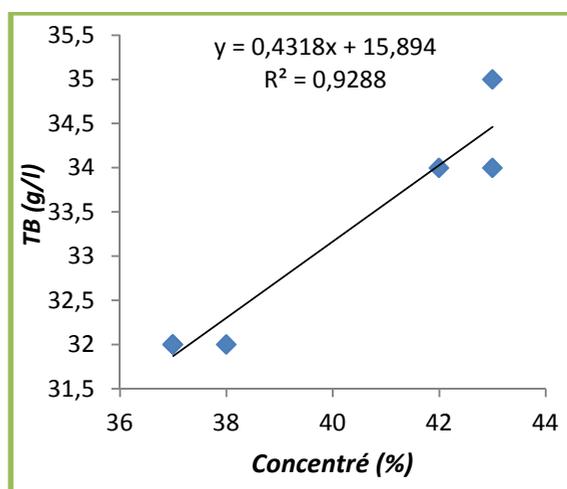


Figure 52. Variation moyenne du TB du lait en fonction de % de concentré.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure ce qui suit :

L'analyse fourragère a révélé de faibles teneurs en MAT des fourrages dans les deux fermes.

Les régimes alimentaires adaptés durant le tarissement ne permettent pas la couverture des besoins des vaches d'un poids corporel standard. D'autre part, les rations du début lactation ont permis un apport moyen de $17,25 \pm 0,89$ kg de MS/VL/J dans la ferme A et $14,68 \pm 0,69$ pour la ferme B permettent respectivement un apport énergétique de 14,8 et 11,78 UFL, et un apport azoté de 1483 et 1228 g de PDI.

La part du concentré dans la ration globale dans la ferme A, a été à la limite des normes de la littérature dépassant ainsi les 40%, en revanche, dans la ferme B, les rations sont constituées majoritairement de fourrages, le pourcentage de concentré dans la rations a été estimé en moyenne à 38%. Par ailleurs, le concentré dans les deux exploitations étudiées participe avec plus de 45% dans l'apport énergétique (UFL) de la ration, et près de 53% dans l'apport azoté total.

Les résultats de l'analyse du lait, a montré que le taux butyreux moyen a été comparable dans les deux fermes, respectivement de 41 et 39 g/l pour la ferme A et B, cependant, le taux protéique moyen a été beaucoup plus bas dans la ferme B par rapport à la ferme A (24 vs 29 g/l).

Notre étude a révélé que les taux butyreux et protéiques du lait diminuent progressivement en début de lactation, les primipares présentant des taux moins importants que les multipares. Cette baisse a été liée à l'augmentation du niveau de la production de lait durant les 2 premiers mois de lactation (un coefficient de corrélations de -0,91 avec le TB de -0,77 pour le TP) suite à l'augmentation des quantités de MS ingérées.

D'un autre coté, la part du concentré dans les rations a joué un rôle important dans la variation du TP et TB du lait, en effet en augmentant les UFL et PDI des rations, le concentré a amélioré le taux protéique ($r = 0,95$) lors du 1^{er} mois de lactation sans aucun effet sur le TB, alors que dans le 2^{ème} mois de lactation, c'est l'effet inverse qui a été remarqué où le TB a été plus élevée avec des rations plus énergétiques ($r = 0,98$).

Conclusion

Une étude plus approfondie sur un échantillon plus important en prenant en considération la composition du concentré, la nature des lipides alimentaires, l'effet de la race et de la période de vêlage, permettrait de confirmer ces résultats et de comprendre d'avantage la variation des taux butyreux et protéiques du lait.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- 1) **AOAC, 1990. Association Official Analytical Chemists.**
- 2) **AFNOR, 1985. Association Française de Normalisation.**
- 3) **AGABRIEL C., COULON JB., MARTY G., BONADIT B et BONFACE P., 1993.**
Effets respectifs de la génétique et du milieu sur la production et la composition du lait de vache. Étude exploitations. INRA prod, anim.119-213p.
- 4) **AGABRIEL G., COULON JB., MARTY G et CHENCAN N., 1990.** Facteur de variation du taux protéique du lait de vache étude dans des exploitations du pays.-de-Dôme.INRA prod, anim.137-150p.
- 5) **AGABRIEL G., COULON JB., JOURNAL C et DERANCOURT B., 2001.**
Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du massif central. INRA prod, anim, 119-128p.
- 6) **AGABRIEL J., POMIES D., NOZIERES MO et FAVERDIN P., 2007.** Principes de rationnement des ruminants.In ; INRA, Alimentation des bovins, ovin, caprin. Ed, QUAE, paris, 9-22p.
- 7) **ALLOUA S., 2004.** Alimentation reproduction et profile métabolique chez la vache laitière. Mémoire de Magister Université SAAD DEHLEB DE BLIDA.120p.
- 8) **ALLEN MS., BRADFORD BJ et HAREVANTINE K., 2005.** The cow as a model to study food intake regulation. Annu, Rev, nutr. 523-547p.
- 9) **ARABA A., 2006.** Conduite alimentaire du vache laitier transfert de technologie en agriculture, n, 136, 4p.

B

- 10) **BASTIEN D et LECCERC MC., 2010.** Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. Institut de l'élevage. Edition QUAE. 261p.
- 11) **BEDOUET J., 1994.** La visite de reproduction en élevage laitier. Bull, group, tech, vét, 129-489p.
- 12) **BELHADI E N., 2010.** Effet des factures d'élevage sur la production et la qualité du lait vache en régions montagneuses. Mémoire de Magister, Université MOULOUDE MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 141p.

Références bibliographiques

- 13) **BELHADI E ET CHERIF N., 2004.** Étude de quelques facteurs de variation de la production et qualité physico-chimique du lait de vache. Mémoire de Magister en agronomie Université MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU.76p.
- 14) **BELDJILALI M et DEKHANE Z., 2009.** Étude de l'alimentation et de la production laitière de deux élevages dans la commune de Timizart (wilaya de TIZI-OUZOU). Mémoire de Magister en agronomie Université MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU.115p.
- 15) **BOUJENANE I., 2003.** Programme national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Instituts, rabat, Maroc. 6464p.
- 16) **BOUJENANE I et AISSA H., 2008.** Performance de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. Revue E'ley. Méd. Vêt, pays trop, v, 61, 191-196p.
- 17) **BROCARD V., BRUNSCHWING P., LEGARRTO J., PACCARD P., ROUILE B et COULON JB., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du de vache en exploitation. INRA prod, anim, 309p.
- 18) **BYLUND G., 1995.** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems ABS-22186, Lund, Sweden : 381-436p.

C

- 19) **CAUTY I et PERREAU M., 2003.** La conduite du troupeau laitière. Editions France. Agricole, 288p.
- 20) **CHEMLAL W., 2011.** Contribution à l'étude de l'élevage bovin laitier dans la wilaya de Brouira : Diagnostic et possibilités d'amélioration.Mém, Ing.ENSA (Alger) ,88p.
- 21) **CHERMAT A., 2001.** La lettre synthèse élevage la lettre d'information dédiée aux éleveurs de bovins.N°1,177-574p.
- 22) **CHRISTINE C et ISABELLE D., 2011.** Alimentation de la vache laitière, Aliments, Calculs de rations, Indicateurs d'évaluation des équilibres de la ration et pathologies d'origine notionnelle, Livret de l'agriculture, Université de liège.105p.
- 23) **CHIBANI C., CHABACA R. et BOULBERHANE D., 2010.** Fourrages algériens :Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. Livestock Research for Rural Développement, 22 – 30p.

Références bibliographiques

- 24) **COULON J., AGABRIEL C et BONNEFOY JC., 1995.** Effet de forme de présentation de l'orge sur la production et la composition du lait de vache. Anim. Zootechnie. 253p.
- 25) **COULON J., FAVERDIN P., LAURENT F et COTTO G., 1989.** Influences des vaches laitières. INRA prod, anim.53p.
- 26) **COULON J. B., REMOND B., et VERITE R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. INRA Prod. Anim., 11 (4), 299-310p.
- 27) **COULON J. B., REMOND B., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait des vaches en exploitation : réflexion à partir des résultats d'enquête. INRA Prod. Anim., 4,303-309p.
- 28) **COULON j., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation, INRA Prod.Anim., 4(4),303-309p.
- 29) **CRAPLET C et THIBIER M., 1973.** La vache laitière 2^{ème} édition .720p.
- 30) **CUVELIER CH ET DUFRASNE I., 2010.** L'aliment de la vache laitière : aliment, calcul de la ration, indicateurs d'évaluation du déséquilibre de la ration et pathologie d'origine nutritionnelle.Université de LIEGE, 105p.
- 31) **CUVELIER CH., LUCHRNICK J., BECKERS Y., FROIDMONT E., KNAPE., ISTASSE L et DUFRASNE I., 2010.** L'alimentation de la vache laitière physiologie et besoin ; Université de LI7GE, Centre Walton de recherche agronomique, 67p.

D

- 32) **DEBRY G., 2006.** Lait nutrition et santé. Ed : tec et doc Lavoisier paris. 566 p.
- 33) **DELABY L., PEYRAUD L et DELAGARDE R., 2003.** Complémenter les vaches laitières au pâturage, INRA Pro Anim, 183– 195p.
- 34) **DOSOGNE H., ARENDT J., GABRIEL A., ET BURVENICH C., 2000.** Aspect physiologique de la sécrétion laitière par la mamelle bovine, anim, Med, Vêt, 357-382p.
- 35) **DUFRASNE I., 2012.** Importance de la quantité et de qualité de l'eau d'abreuvement pour les bovins laitiers, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de L'liège, 4p.
- 36) **DROGOUL C et GADOUD R., 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. 2^{ème} édition. Edition Educagri .312p.

Références bibliographiques

E

- 37) **ENJALBERT F., 2003.** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage, Point. Vêt. 34p-44p.

F

- 38) **FAVERDIN P., M'HAMED D., RICO-GOMEZ M et VERITE R., 2003.** La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière. INRA Prod. Anim., 27-37p.
- 39) **FAVERDIN P, DELABY L et DELAGARED R., 2007.** L'ingestion aliments et prévision au cours de lactation les vaches laitières, INRA prod. Anim, 151p-162p.
- 40) **FAYE B et LANDAI S., 1993.** Le rôle nutritionnel chez la vache en lactation, des acides acétiques et butyriques formés au cours de l'ensilage. Anim, Zootechnie, 47-147p.
- 41) **FAVERDIN P., HODEN A et COULON JB., 1987.** Recommandations alimentaires pour les vaches laitières .GRZV.Theixe, INRA.133p - 152p.
- 42) **FAVERDIN P., DELAGARDE R et DELABY L., 2006.** Prévision de l'ingestion des vaches laitières au cours de la lactation. Renc. Rech. Rum., 13p, 85p.88p.
- 43) **FILTEAU V et CALDWELL V., 2010.** Fertilité et Alimentation chez la vache laitière. 12p 19p.
- 44) **FOURNIR S et GOULET J., 2004.** Lait de qualité, IN : CRAAQ. Symposium sur les bovins laitiers, 2-33p.
- 45) **FREDOT E., 2005.** Connaissance des aliments Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 397p.
- 46) **FREDORT E., 2006.** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et doc, Lavoisier : 397p.

H

- 47) **HENZEN CH., 2012.** Gestion de la reproduction bovine : approche épidémiologique de la reproduction bovine. Université de LIEGE, faculté de Médecine Vétérinaire, 34p.

I

Références bibliographiques

- 48) **INRA., 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux, valeurs des aliments, tables INRA2007. Editions QUAE, Versailles, France, 265-310p.
- 49) **INRA., 1984.** Pratique de l'alimentation des bovins : nouvelle recommandation alimentaire de l'INRA. Deuxième édition, 132-160p.
- 50) **INRA., 1988.** Pratique de L'alimentation des bovins, l'institut technique de l'élevage bovin, 186p.

J

- 51) **JARRIGE R., 1980.** Alimentation des ruminants ,2^{ème} édition. INRA. Paris, 167p.599p.
- 52) **JARRIGE R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins, caprins, INRA ; Paris, 198p. 426P.
- 53) **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P et BRULE G., 2007.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier. 456p.
- 54) **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P et BRULE G., 2008.** Les produits laitiers ,2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier : 185 p.
- 55) **JOUZIER F et COHEN M., 1995.** Manuel de référence pour la qualité du lait.206 P.

K

- 56) **KACIMI A ET HASSANI S., 2013.** Dépendance alimentaire en Algérie : Importation de lait en poudre versus production locale, Quelle Evolution. Méditerranéen journal of social sciences, v,4 n.11-7p.
- 57) **KADI A et DJELLAL F., 2009.** Autonomie alimentaire des exploitations laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie 3p.

L

- 58) **LAGHROUR W., 2012.** Comparaison de deux méthodes de traitement de maîtrise des cycles associant la progestérone œstrogènes et la prostaglandine f2alpha chez la vache laitière en Algérie. 180p.
- 59) **LECLERC E., ROUSSELOT M ET FAVERDIN P., 1993.** Capacité d'ingestion des vaches laitières en début de lactation, Ecole supérieure d'agriculture, INRA, prod, anim, paris, 67-136p.

M

Références bibliographiques

- 60)MADANI T ET MOUFFOK., 2008.** Production laitière et performances de reproduction des vaches montbéliardes en région semi-aride algérienne. Revue, élev, méd, vêt.pays trop.2008, v.61n.2, 97-107p.
- 61)MALOSSINI F., BOVOLENTA S., PIRAS C., DALLA M et VENTURA RW., 1996.** Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. Ann. Zootechni, 29p. 45p.
- 62)MAYER C et DENIS JP., 1999.**Elevage de la vache laitière en zone tropicale, CIRAD, Montpellier, 205-344p.
- 63)MEADRU M., 2013.** La sécurité d'un aliment sain : vache laitière. Guide technique, 2-65p.
- 64)MESCH F., 2002.** Recommandations d'apport en phosphore absorbé chez les ruminants. Renc Rech. Rum, 279-.285p.
- 65)MESCHY F., BRAVO D et SAWANT D., 2004.** Analyse quantitative des réponses des vaches laitières à l'apport de substances tampon, INRA Prod. Anim, 18 -171p.
- 66)MESCHY F., 2010.** Nutrition minérale des ruminante, Édition. Queu, France, 56-207p.
- 67)MESCHY F., 2007.** Alimentation des vaches laitières. In : INRA, alimentation des bovins, ovins et caprin. Ed, QUITE, paris, 23-55p. .
- 68)MESCHY F., BAUMONT R., DULPHY JP et NOZIERESMO., 2005.** Effet du mode de conservation sur la composition en éléments minéraux majeurs des fourrages. Renc.Rech. Rum, 12-116p.
- 69)METAIS D.,PIRON A., BEGUIN JM., 2009.**Effet de l'apport d'un supplément nutritionnel sur les paramètres métaboliques et les performances laitières de vaches en début de lactation.Renc,rech,Ruminants,v,16-22950p.
- 70)MICHALET –DOREAU B. et SAUVANT D., 1989.** Influence de la nature du concentré, céréales ou pulpe de betterave, sur la digestion chez les ruminants. INRA Prod. Anim., 2 (4), 235-244p.

R

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

Références bibliographiques

72) ROBELIN J., COULON JB., VERITE R., MICOL D et PETITM., 2000.

Nutrition des ruminants et complémentation protéique des rations alimentaire INRA. 3R- Supplément 2000, 21-26p.

73) RULQUIN H., HURTAURD C., LEMOSQUE T et PEYRAUD JL., 2007. Effet

des nutriments énergétique sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. INRA Pro. Anim, 202p, 163p .176p.

S

74) SALAT O., 2005. Les troubles du péripartum de la vache laitière, risques associées et moyens de contrôle. Bull. Acad., 8p.

75) SADY M., 2009. Tarissement : pour bien préparer la lactation ! Syndic at de contrôle de performances en levage et de conseil du calvados, 4p..

76) SCHULTZ MM., HANSEN LB., STEURNAGEL GR et KUCK AL, 1990.

Variation of Milk, fot, protéine and somatic cells for dairy cattle.j.Dairy sci. 73p, 484p, 493p.500p.

77) SEREYS F., 1997. Tarissement de la vache laitière. Edition France Agricole.224p.

78) SOLTER D., 1986. Alimentation des animaux domestiques. Collection sciences et technique agricoles, 17 édition, 339p.

79) SOLTNER D., 2001.Alimentation des animaux domestique : tome II : la pratique du rationnement des bovins, ovins, caorin, 21 éditions. Collection sciences et techniques agricole, 737p.

80) STOLL W., 2003.Vaches laitières et l'alimentation influence la composition du lait.

81) SUTTON J.D., 1989. Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci., 72: 2801-2814p.

T

82) TERCHA MY., 2005. Essais de fabrication de blocs multi-nutritionnels à base de sous, produits du palmier dattier. Mémoire d'ingénieur d'état en sciences agronomique. Université d'Ouargla, 87p.

V

83) VIGNOLA CL., 2002. Science et technologie du lait. Ed : Ecole polytechnique de Montréal. 600p.

P

Références bibliographiques

- 84) PERROS C., 2001.** Un break bénéfique pour vos vaches laitières, magazine produits et marchés, paysan breton, 167p
- 85) PONOCELET J., 2006.** Les base de l'alimentation ; fiche n°99 .ovins alimentation CMV.VITAMINES .Société nationale des Groupement techniques vétérinaires, 28p.
- 86) PONTER A., DOMINIQUE R et GRIMARD B., 2013.** Prévention nutritionnelle des troubles de reproduction chez la vache laitière, L'âge adulte nutrition et reproduction ; Le Point Vétérinaire, Prévention nutritionnelle en élevage bovin, 9p.
- 87) PUGHEON S., 2001.**Contribution l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34p, 102 p.
- 88) PUGHEON S et GOURSAUD J., 2001.** Le lait caractéristique physicochimique In debryg. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6p ,566 p.

W

- 89) WOLTER R., 1994.** Alimentation de la vache laitière, Editions France agricole, 2^{ème} édition.288p.
- 90) WOLTER R., 1997.** Alimentation de la vache laitière 3^{ème} édition, Edition France agricole, 253p.
- 91) WOLTER R ET PONTER A., 2012.** Alimentation de la vache laitière : des conseils pratique pour tous les acteurs de la filière, des notions clés à maitriser en anatomie et physiologie.4^{ème} édition, France Agricole, paris, 263p.

Références bibliographiques

Web graphie :

- 1) **ABOUTAYEB R., _ 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- 2) **FRANWORTH E ET MAINVILLE I., 2010.** Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.
- 3) **WALTER S., 2002.** Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Station fédérale de recherche en production animale. www.adrin.ch/sar/rap_8p.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Calcul des valeurs nutritives des aliments

1. La détermination de la valeur énergétique

$$UFL = EN/1700 = (EM \times KI)/1700$$

4	$EM = EB \times dE \times EM/ED$	5	$KI = 0,60 + 0,24(q-0,57)$ $q = EM/EB$
---	----------------------------------	---	--

1	EB : Energie brute	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: middle;">Kcal/Kg de MO</td> <td style="width: 5%; vertical-align: middle;">{</td> <td style="width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages verts + Foins : EB= 4531+ 1,73 MAT + Δ </td> <td style="width: 20%; vertical-align: middle;"> Δ = -71 Fourrages verts. Graminées Δ = -11 Fourrages verts. Trèfle, Foins Δ = +82 Fourrages verts. Luzerne </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle;">Kcal/Kg de MS</td> <td style="vertical-align: middle;">{</td> <td style="vertical-align: middle;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensilages : EB= 3910+ 2,450 MAT+ 169,6 pH ▪ Concentrés </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="vertical-align: middle;"> Simples : EB= 4134 + 1,473MAT + 5,239MG + 0,925CB - 4,44MM + Δ Composés : EB= 5,7MAT + 9,57MG + 4,24(MO-MAT-MG) </td> <td></td> </tr> </table>	Kcal/Kg de MO	{	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages verts + Foins : EB= 4531+ 1,73 MAT + Δ 	Δ = -71 Fourrages verts. Graminées Δ = -11 Fourrages verts. Trèfle, Foins Δ = +82 Fourrages verts. Luzerne	Kcal/Kg de MS	{	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensilages : EB= 3910+ 2,450 MAT+ 169,6 pH ▪ Concentrés 				Simples : EB = 4134 + 1,473MAT + 5,239MG + 0,925CB - 4,44MM + Δ Composés : EB = 5,7MAT + 9,57MG + 4,24(MO-MAT-MG)	
Kcal/Kg de MO	{	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages verts + Foins : EB= 4531+ 1,73 MAT + Δ 	Δ = -71 Fourrages verts. Graminées Δ = -11 Fourrages verts. Trèfle, Foins Δ = +82 Fourrages verts. Luzerne											
Kcal/Kg de MS	{	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensilages : EB= 3910+ 2,450 MAT+ 169,6 pH ▪ Concentrés 												
		Simples : EB = 4134 + 1,473MAT + 5,239MG + 0,925CB - 4,44MM + Δ Composés : EB = 5,7MAT + 9,57MG + 4,24(MO-MAT-MG)												

2	dE : digestibilité de l'énergie⁶⁺	<p>Fourrages verts (graminée + légumineuses) : dE= 0,957 dMO – 0,068</p> <p style="padding-left: 40px;">Ensilages : dE= 1,0263 dMO – 5,723</p> <p style="padding-left: 40px;">Foins : dE= 0,985 dMO – 2,556</p> <p style="padding-left: 40px;">Concentrés : dE=dMO – 3,94 + 0,0104MAT + 0,0149MG + 0,0022NDF – 0,0244 MM</p> <p><i>La dMO a été calculée à partir des équations rapportées par CHIBANI et al (2010).</i></p>
----------	---	--

3	<p>EM/ED= (84, 17 - 0,0099CBo - 0,0196MATo + 2,21NA) / 100</p> <p>NA : Niveau alimentaire = 1,7 pour les fourrages verts 1,5 pour les ensilages 1,35 pour les foins 1 pour les aliments concentrés</p> <p>CBo : teneur en CB (g/Kg de MO) MATo : teneur en MAT (g/Kg de MO)</p>
----------	--

2. La détermination de la valeur azotée

$$PDIN = PDIMN + PDIA$$

$$PDIE = PDIME + PDIA$$

<p>PDIA= 1,11x MAT x (1- Dt) x dr</p> <p>PDIMN= 0,64 x MAT x (Dt-0,1)</p> <p>PDIME= 0,093 x MOF</p> <p>Orge (Dt= 74%, dr= 85%) MOF= MOD – MG – MAT (1-Dt) MOD= MO x dMO</p>	<p>Fourrages verts et ensilages (Dt= 73%, dr= 75%) Foins (Dt= 66%, dr= 65%) Tourteau de soja (Dt= 62%, dr= 90%)</p>
--	---

Annexes

Annexe 2. Rationnement des vaches laitières

Rationnement des vaches laitières en tarissement (ferme A)

Ration T	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Foin d'avoine	0,87	0,61	49,00	69,00	6,50	5,7	3,56	279	393
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,00	1,8	1,07	69	107
Concentré VL B 18	0,93	1,00	116,00	116,00	2,00	1,9	1,86	216	216
apports nutritifs totaux					10,50	9,40	6,5	471	645

Rationnement des vaches laitières en lactation (ferme A)

Ration R1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Luzerne	0,23	0,89	62,00	79,00	22,00	5,1	4,50	314	400
Sorgho	0,24	0,75	51,00	73,00	15,00	3,6	2,70	184	263
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,00	1,8	0,85	33,32	107
apports nutritifs totaux					47,00	17,72	15,3	1375	1613

Ration R2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Trèfle	0,15	0,77	92,00	77,00	26,00	3,9	3,00	359	300
Foin d'avoine	0,87	0,61	49,00	69,00	2,00	1,7	1,06	85	120
Ensilage d'orge	0,36	0,71	64,00	67,00	8,00	2,9	2,04	184	193
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,00	1,8	0,85	69	107
apports nutritifs totaux					46,00	17,58	14,2	1542	1564

Annexes

Ration R'1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Trèfle	0,15	0,77	92,00	77,00	26,00	3,9	3,00	359	300
Foin d'avoine	0,87	0,61	49,00	69,00	2,00	1,7	1,06	85	120
Ensilage d'orge	0,36	0,71	64,00	67,00	8,00	2,9	2,04	184	193
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,00	1,8	0,85	69	107
apports nutritifs totaux					46,00	17,58	14,2	1542	1564

Ration R'2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Trèfle	0,15	0,77	92,00	77,00	25,00	3,8	2,89	345	289
Mais	0,89	1,22	74,00	97,00	1,50	1,3	1,63	99	129
Ensilage Mais	0,28	0,91	46,00	79,00	8,00	2,2	2,04	103	177
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,50	2,2	1,07	87	134
apports nutritifs totaux					45,00	16,83	14,9	1478	1573

Ration R''1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Trèfle	0,15	0,77	92,00	77,00	25,00	3,8	2,89	345	289
Mais	0,89	1,22	74,00	97,00	1,50	1,3	1,63	99	129
Ensilage Mais	0,28	0,91	46,00	79,00	8,00	2,2	2,04	103	177
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,50	2,2	1,07	87	134
apports nutritifs totaux					45,00	16,83	14,9	1478	1573

Annexes

Ration R"2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Trèfle	0,15	0,77	92,00	77,00	23,00	3,5	2,66	317	266
Mais	0,89	1,22	74,00	97,00	2,00	1,8	2,17	132	173
Ensilage Mais	0,28	0,91	46,00	79,00	8,00	2,2	2,04	103	177
Concentré VL B 17	0,91	1,00	116,00	116,00	8,00	7,3	7,28	844	844
Paille de blé	0,89	0,48	39,00	60,00	2,50	2,2	1,07	87	134
						0,0	0,00	0	0
apports nutritifs totaux					43,50	16,98	15,2	1483	1593

Rationnement des vaches laitières en tarissement (ferme B)

Ration T	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	4,50	3,9	3,56	222	273
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					6,50	5,6	3,3	188	279

Rationnement des vaches laitières en lactation (ferme B)

Ration R1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Sorgho	0,24	0,63	51,00	66,00	22,00	5,4	3,39	275	355
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 18	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					32,00	14,38	11,0	1080	1227

Annexes

Ration R2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Avoine	0,25	0,78	87,00	72,00	23,00	5,8	4,49	500	414
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 18	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					33,00	14,75	12,0	1305	1286

Ration R'1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Avoine	0,25	0,78	87,00	72,00	23,00	5,8	4,49	500	414
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 18	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					33,00	14,75	12,0	1305	1286

Ration R'2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Orge	0,26	0,74	87,00	72,00	23,00	6,0	4,43	520	431
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 18	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					33,00	14,98	12,0	1326	1302

Annexes

Ration R'1	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Orge	0,26	0,74	87,00	72,00	23,00	6,0	4,43	520	431
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 18	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					33,00	14,98	12,0	1326	1302

Ration R'2	MS (kg/kg brut)	Valeurs alimentaires (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Luzerne	0,23	0,78	59,00	71,00	23,00	5,3	4,13	312	376
Foin d'avoine	0,86	0,65	57,00	70,00	2,00	1,7	1,12	98	120
Concentré VL B 17	0,92	1,00	116,00	116,00	6,00	5,5	5,52	640	640
Paille de blé	0,88	0,52	38,00	63,00	2,00	1,8	0,92	67	111
apports nutritifs totaux					33,00	14,29	11,7	1117	1247

ANNEXE 3 : Valeurs nutritives des aliments de la ferme A

Aliments	MS %	Constitution organique %MS			Energie (Kcal/kg)		Energie (UF/kg)	Azote (g/kg)		
		MAT <i>MAT0</i>	CB <i>CB0</i>	MO <i>d Mo %</i>	EB <i>d E %</i>	EM	UFL	PDIA	PDIN	PDIE
Luzerne en vert	23,70	9,87 <i>88,65</i>	23,39 <i>210,09</i>	89,82 <i>72,52</i>	4323 <i>65,50</i>	2245	0,78	22	62	79
Bersim en vert	15,10	12,56 <i>104</i>	25,7 <i>218,8</i>	82,8 <i>69,88</i>	4156 <i>69,80</i>	2293	0,80	22	73	72
Sorgho en vert	24,16	6,99 <i>51,13</i>	24,82 <i>201,44</i>	81,16 <i>70,89</i>	4321 <i>60,3</i>	2102	0,63	22	51	73
Foin d'avoine	87,23	6,3 <i>56,02</i>	37,75 <i>353,67</i>	88,92 <i>56,15</i>	4299 <i>56,70</i>	1882	0,65	25	47	68
Ensilage d'orge	36,3	10,2 <i>92,51</i>	33,5 <i>303,85</i>	90,7 <i>63,9</i>	4228 <i>61,10</i>	2580	0,71	18	64	74

Aliments	MS %	Constitution organique %MS			Energie (Kcal/kg)		Energie (UF/kg)	Azote (g/kg)		
		MAT <i>MAT0</i>	CB <i>CB0</i>	MO <i>d Mo %</i>	EB <i>d E %</i>	EM	UFL	PDIA	PDIN	PDIE
Maïs	86,2	8,8 <i>86,59</i>	2,7 <i>26,57</i>	84 <i>88,1</i>	4466 <i>85,6</i>	3224	1,21	31	58	104
Ensilage de maïs	32,5	7 <i>67,41</i>	20,3 <i>195,49</i>	96,3 <i>71,7</i>	4490 <i>69,10</i>	3105	0,91	20	46	79

ANNEXE 4 : Valeurs nutritives des aliments de la ferme B

Aliments	MS %	Constitution organique %MS			Energie (Kcal/kg)		Energie (UF/kg)	Azote (g/kg)		
		MAT <i>MAT0</i>	CB <i>CB0</i>	MO <i>d Mo %</i>	EB <i>d E %</i>	EM	UFL	PDIA	PDIN	PDIE
Sorgho en vert	24,48	7,08 <i>58,78</i>	34,17 <i>283,68</i>	83,02 <i>60,23</i>	4321 <i>60,30</i>	2102	0,63	22	51	66
Avoine en vert	25,42	16 <i>136</i>	33,54 <i>221,6</i>	81,42 <i>69,46</i>	4299 <i>64</i>	2221	0,78	22	87	72
Orge en vert	26,01	10,79 <i>100,61</i>	33,54 <i>312,73</i>	93,24 <i>60,94</i>	4132 <i>66,10</i>	2197	0,74	25	69	74
Luzerne en vert	22,61	9,01 <i>76,21</i>	20,15 <i>146,65</i>	72,78 <i>76,21</i>	4323 <i>65,50</i>	2245	0,78	22	59	71
Foin d'avoine	86,42	5,81 <i>52,31</i>	35,78 <i>322,16</i>	90,04 <i>58,39</i>	4299 <i>56,76</i>	1982	0,65	25	57	70
Paille de blé	87,68	3,70 <i>34,5</i>	45,46 <i>423,87</i>	93,24 <i>47,36</i>	4419 <i>45,20</i>	1624	0,52	25	38	63