

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



Mémoire



En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : *Sciences Agronomiques*

Spécialité : *Production Animale*

THEME

**Etude comparative de deux élevages
(alimentation et production laitière) dans la
wilaya de Tizi-Ouzou**

Présenté par : KAHLAL Nabila
SERBOUH Leticia

Soutenu le : 07/10/2018

Jury:

Président : Mme ABBAD M.

Encadreur : M. AMRANE R.

Examineur : Mme DJOUBER F.

Promotion : 2017/2018

Remerciements

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Nous voudrions, avant tout, remercier notre promoteur, Monsieur **AMRANE R.**, pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à Madame **ABBAD M.** qui nous a fait l'honneur de présider notre jury et pour sa précieuse contribution tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos plus vifs remerciements vont également à Madame **DJOUBER F.** pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Notre gratitude s'étend à tous nos enseignants durant les deux années d'études de master.

Nous exprimons notre respect le plus profond et notre sincère reconnaissance à Madame **TESKA**, Directrice de la division production animale, à Madame **ALOUACHE**, Ingénieur de laboratoire et Monsieur **BOUKHARI K.**, Ingénieur au sein de l'INRAA pour nous avoir acceptées au sein de leur établissement ainsi que pour leur aide précieuse. Ils ont été pour nous d'un grand apport lors de la réalisation de ce projet.

Nous remercions également Monsieur **AIREDA A.**, Directeur de la laiterie Tassili et son personnel pour nous avoir orienté.

Nous n'omettrons pas de citer Monsieur **AKLOUCHE R.** et Monsieur **MESSAOUDENE**, éleveurs de la région de Tizi Ouzou, pour leur collaboration.

On n'oubliera pas bien évidemment nos parents, nos proches et ami(e)s pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

A mon cher mari qui m'a tant soutenue, encouragée et supportée avec patience tout au long de ces 2 années d'étude de master.

A ma mère et mon père dont la seule présence constitue un réconfort inestimable.

A mes frères Kamel, Ramdane et Youcef et leurs épouses et enfants.

A mon beau père et ma belle mère et toute mon adorable belle famille.

A ma cousine Nassima qui occupe une place privilégiée dans mon cœur.

A mon binôme Leticia qui m'a tant aidée tout au long de mes études de master. Sa compétence et son abnégation au travail feront d'elle un cadre de valeur.

Et enfin à mes enfants chéris, Eliza et Amnay, les deux rayons de soleil qui illuminent ma vie.

Nabila Kahlal

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mes grands-parents,

A mes parents,

A mes tantes Mahdia, Zakia, Mebarka,

A mon petit frère Illyas,

A tata Louisa, tata Dalila et tata Safia

A mon binôme Nabila

A mes ami(e)s et collègues.

Leticia Serbouh

Table des matières

Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre I : Filière lait	
1. Généralités	2
2. Aperçu sur la filière lait dans le monde	2
3. Situation de la filière lait en Algérie	3
4. Caractéristiques du cheptel bovin laitier	4
5. Evolution de la collecte	6
6. Consommation	7
Chapitre II : Alimentation de la vache laitière	
1. Besoins nutritifs de la vache laitière	9
1.1. Besoins d'entretien	9
1.2. Besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles	10
1.3. Besoins de gestation	10
1.4. Besoins de production	11
1.5. Besoins en eau	12
2. Aliments utilisés en élevage	13
2.1. Fourrages	13
2.2. Concentré	14
2.3. Minéraux et vitamines	16
3. Alimentation de la vache laitière au cours de la lactation	16
3.1. Début de lactation	17
3.2. Milieu de lactation	18
3.3. Fin de lactation	19
3.4. Tarissement	20
Chapitre III : Evaluation et variation de la qualité et de la production laitière	
1. Définition du lait	22
2. Composition chimique du lait	22
2.1. Eau	24
2.2. Matière grasse	24
2.3. Protéines	25
2.4. Lactose	26
2.5. Minéraux	26
2.6. Vitamines	26
2.7. Enzymes	27

3. Propriétés physico-chimiques du lait	28
3.1. Densité	28
3.2. Point de congélation	29
3.3. Point d'ébullition	29
3.4. Acidité	29
4. Qualité du lait	30
4.1. Généralités	30
4.2. Qualité microbiologique	30
4.2.1. Flore indigène	31
4.2.2. Flore de contamination	31
4.2.2.1. Flore d'altération	31
4.2.2.2. Flore pathogène	32
5. Contrôle laitier	32
5.1. Intérêts	32
5.2. Données quantitatives du contrôle laitier	32
6. Facteurs de variation de la qualité et de la production laitière	33
6.1. Généralités	33
6.2. Facteurs liés à l'animal	33
6.2.1. Effet génétique	33
6.2.2. Facteurs physiologiques	34
6.2.2.1. Effet de l'âge au premier vêlage	34
6.2.2.2. Effet rang de mise bas	35
6.2.2.3. Effet du stade de lactation	35
6.2.2.4. Effet de l'état de gestation	36
6.3. Facteurs liés à l'environnement	36
6.3.1. Effet de l'état sanitaire	37
6.3.2. Effet de l'alimentation	37
6.3.3. Effet de la saison	38
6.3.4. Effet du tarissement	38

Partie expérimentale

Chapitre IV: Matériels et méthodes

1. Objectifs	39
2. Présentation de la région d'étude	39
3. Matériels et méthodes	40
3.1. Matériel	40
3.1.1. Présentations des élevages	40
3.1.1.1. Exploitation bovine de Tizi Rached	40
3.1.1.1.1. Structure	41
3.1.1.1.2. Calendrier alimentaire	42
3.1.1.1.3. Caractéristiques du troupeau et production laitière	42
3.1.1.1.4. Organisation	43
3.1.1.2. Exploitation bovine d'Azazga	44
3.1.1.2.1. Structure	44
3.1.1.2.2. Calendrier alimentaire	44
3.1.1.2.3. Caractéristiques du troupeau et production laitière	45
3.1.1.2.4. Organisation	46
3.1.2. Présentation des laboratoires	46
3.1.2.1. Institut National de Recherche Agronomique Algérie	46
3.1.2.2. Laiterie Tassili de Draa Ben Khedda	47

3.2. Méthodes	47
3.2.1. Echantillonnage	47
3.2.2. Analyse des aliments du bétail	47
3.2.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche	48
3.2.2.2. Détermination de la teneur en matière minérale	48
3.2.2.3. Détermination de la teneur en matière organique	49
3.2.2.4. Détermination de la teneur en cellulose brute	49
3.2.2.5. Détermination de la teneur en matière azotée totale	51
3.2.3. Analyse physico-chimique des échantillons de lait	53
3.2.3.1. Détermination de l'acidité	53
3.2.3.2. Dosage de la matière grasse	53
3.2.3.3. Détermination de la densité	54
3.2.3.4. Test d'antibiotique	55
Chapitre V: Résultats et discussion	
1. Caractéristiques générales des exploitations laitières	57
1.1. Bâtiment d'élevage	57
1.2. Caractéristiques du cheptel	58
1.3. Pratiques alimentaires	58
1.4. Pratiques d'hygiène	59
1.4.1. Hygiène de la traite et des locaux	59
2. Analyse des aliments du bétail	59
3. Analyse physico-chimique des échantillons de lait	62
3.1. Acidité	63
3.2. Taux butyreux	64
3.3. Densité	65
3.4. Test d'antibiotique	66
4. Production laitière	66
Conclusion et recommandations	69
Références bibliographiques	71
Annexes	

Liste des figures

Figure 1: Evolution de la production laitière totale, de la production de lait de vache et du lait collecté

Figure 2: Consommation de lait par habitant et par an en litres, au Maghreb et en France

Figure 3: Récolte de fourrage en vue de l'enrubannage

Figure 4: Courbe de lactation

Figure 5: Composition de la matière grasse du lait

Figure 6: Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation après annulation de l'effet de la saison

Figure 7: Carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou

Figure 8: Entrée de l'exploitation agricole de Tizi Rached

Figure 9: Aire d'exercice pour les animaux

Figure 10: Mélangeuse d'aliments reliée à un tracteur

Figure 11: Bâtiments d'élevage d'engraissement, des veaux/velles et des vaches laitières

Figure 12: Troupeau de vaches laitières

Figure 13: Cuve de stockage du lait

Figure 14: Désinfectant

Figure 15: Exploitation agricole d'Azazga: Bâtiment d'élevage

Figure 16: Stock d'aliments: carottes et ensilage de maïs

Figure 17: Préparation des échantillons

Figure 18: Echantillons dans les capsules

Figure 19: Echantillons après incinération dans le four à moufle

Figure 20: Protocole expérimental de la détermination de la cellulose brute

Figure 21: Protocole expérimental de la détermination des matières azotées

Figure 22: Détermination de l'acidité titrable du lait

Figure 23: Dosage de la matière grasse

Figure 24: Mesure de la masse volumique au lactodensimètre

Figure 25: Test d'antibiotique Béta Star Combo

Figure 26: Production laitière permise par la ration totale dans les deux exploitations A et B

Figure 27: Variation de l'acidité des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

Figure 28: Variation du TB des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

Figure 29: Variation de la densité des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

Figure 30: Production laitière journalière dans les fermes A et B

Figure 31: Rendement de la production laitière dans les deux fermes

Liste des tableaux

Tableau I: Estimation du cheptel en Algérie durant l'année 2011

Tableau II: Répartition du cheptel bovin selon le type d'élevage

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

Tableau IV: Besoins de gestation de la vache laitière pour un veau pesant 40 Kg à la naissance

Tableau V: Besoins de production en fonction du Taux Butyreux et du Taux Protéique

Tableau VI: Besoins quotidiens en minéraux de la vache laitière

Tableau VII: Besoins quantitatifs en eau totale en l/vache/Jour pour une vache de 635 Kg de poids vif

Tableau VIII: Composition chimique de la carotte

Tableau IX: Valeurs nutritionnelles de la carotte

Tableau X: Recommandations d'utilisation de la carotte

Tableau XI: Rythme de distribution du concentré de production au dessus de la quantité de lait permise par les UFL de la ration de base selon la valeur énergétique du concentré et la qualité de la ration de base

Tableau XII: Composition du lait de vache

Tableau XIII: Composition du lait de différentes espèces

Tableau XIV: Classification des protéines

Tableau XV: Composition minérale du lait de vache

Tableau XVI: Composition vitaminique moyenne du lait cru

Tableau XVII: Caractéristiques des principaux enzymes du lait

Tableau XVIII: Composition de la ration alimentaire de la ferme A

Tableau XIX: Composition de la ration alimentaire de la ferme B

Tableau XX: Quantités distribuées en Kilogrammes, par vache et par jour (ferme B)

Tableau XXI: Equipements utilisés dans les deux exploitations agricoles

Tableau XXII: Composition chimique des aliments du bétail de la ferme B

Tableau XXIII: Composition chimique des aliments du bétail de la ferme A

Tableau XXIV: Valeurs nutritives de quelques aliments distribués dans les deux exploitations agricoles

Tableau XXV: Production de lait permise par la ration totale dans l'élevage A

Tableau XXVI: Production de lait permise par la ration totale dans l'élevage B

Tableau XXVII: Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de lait provenant de la ferme A

Tableau XXVIII: Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de lait provenant de la ferme B

Tableau XXIX: Production laitière journalière en litres dans les deux fermes A et B

Tableau XXX: Rendement laitier des deux exploitations A et B

Liste des abréviations

CNIEL: Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FDN: Fibre Détergent Neutre

GIPLAIT: Groupe Industriel des Productions Laitières

ITELV: Institut Technique des Elevages

MADRP: Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche

MAT: Matières Azotées Totales

MG: Matière Grasse

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Economiques

ONIL: Office National Interprofessionnel du Lait

PDI: Protéines Digestibles dans l'Intestin

pH: Potentiel hydrogène

Pi: Production initiale

PNDA: Plan National de Développement Agricole

PNDAR: Plan National de Développement Agricole et Rural

PRAR: Programme de Renouveau Agricole et Rural

TB: Taux Butyreux

TP: Taux Protéique

UE: Union Européenne

UFC: Unité Formant Colonies

UFL: Unité Fourragère Lait

VL: Vache Laitière

Introduction

Introduction

Le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérien (Amellal, 1995). En outre, sa consommation n'a pas cessé d'augmenter depuis les premières années de son indépendance (Chenouf, 2014). Face à cet impératif, l'Algérie se retrouve devant le choix de continuer l'importation de la poudre de lait, en accentuant la dépendance.

Par ailleurs, la réduction de cette dernière passe principalement par l'amélioration des rendements laitiers de nos exploitations. Cependant, la filière lait se heurte à un handicap majeur, causé entre autre, par les contraintes politiques et économiques : système d'élevage non spécialisé et rarement orienté vers la production laitière, les surfaces irriguées sont réservées aux cultures maraichères jugées plus rentables, et ce au dépend des ressources fourragères qui sont donc insuffisantes et souvent de mauvaises qualités, sans oublier le fait que le coût d'achat des aliments concentrés est évidemment très élevé (Souki, 2009).

De plus, de nombreux facteurs interviennent simultanément sur la variation quantitative et qualitative du lait à la collecte et qui exigent que le prix à payer aux éleveurs soit ajusté à son taux butyreux, taux protéique et sa qualité hygiénique (Lazar, 2014). Pour ces raisons, nous avons considéré opportun d'examiner de plus près la pratique de l'élevage laitier en activité dans notre région et d'étudier l'effet de l'alimentation sur la variation de la production de lait de vache.

Nous avons ainsi réalisé un suivi de deux exploitations de bovins laitiers dans la wilaya de Tizi-Ouzou. 78 vaches de races Pie Noir, Pie Rouge et Fleckvieh à différents stades physiologiques et rang de mise bas ont été retenues. Une étude comparative des deux élevages a été faite, en dépit des différences fondamentales affichées. D'abord de par leur situation géographique mais aussi de par leurs moyens mis en œuvre. La première, située en plaine, est dotée de moyens moderne. La seconde, située en altitude, dispose de moyens beaucoup plus rudimentaires.

Pour mener à terme ce travail, nous l'avons scindé en deux parties distinctes: une partie bibliographique et une partie expérimentale.

La première partie est subdivisée en trois chapitres: le premier présente la filière lait et apporte un aperçu sur son évolution en Algérie et dans le monde, le second, quant à lui est consacré à l'alimentation de la vache laitière et le dernier concerne le lait de vache et les facteurs qui interviennent sur la variation de cette production laitière.

Dans la seconde partie, il s'agira de réaliser une enquête afin de sélectionner les élevages à étudier, de récolter les différentes données concernant la conduite des deux exploitations et d'analyser les différents échantillons prélevés. Enfin, les résultats obtenus seront discutés et commentés à la lumière des normes universelles.

Partie Bibliographique

Chapitre I: Filière lait

1. Généralités

Les travaux fondateurs concernant le concept de "filière" remontent à l'entre deux-guerres mondiales. Cette idéologie a été imaginée par les économistes industriels pour faire référence à un ensemble d'activités liées dans un processus de production-transformation-distribution d'un bien ou d'un service (Mason, 1939). Apparue aux Etats-Unis à la fin des années 50, et reprise en France par les universitaires dans les années 60; le concept de "filière" s'est généralisé à partir de 1980 notamment dans le domaine de l'agro-alimentaire. Bien que sa large diffusion en France contraste avec son application quasi-intimiste dans la plupart des autres pays; en milieu anglo-saxon, on se contente de parler de "chain, de channel ou de market chain" (Corniaux, 2003). Lossouarn (2003), propose la définition suivante: «La filière d'un produit ou d'un groupe de produits, c'est l'ensemble de flux de matières, qui font intervenir des agents économiques exerçant des fonctions complémentaires et indépendantes en vue de concourir à une demande finale». D'après Soukehal (2013), la filière laitière constitue un exemple pertinent de l'utilisation de ce concept; elle fait intervenir de multiples acteurs agissant autour du lait et de ses produits dérivés. Il s'agit d'une filière « lourde » car elle touche pratiquement tous les segments de la production agricole c'est-à-dire de l'étable à la table en commençant par le foncier agricole, les productions végétales (fourrages et céréales), l'industrie des aliments du bétail, le machinisme agricole, les bâtiments et équipements d'élevage, le cheptel évidemment avec tous les problèmes de reproduction, de sélection et de santé animale, la récolte, la qualité, la conservation et le transport du lait, la transformation dans les laiteries ainsi que la distribution commerciale.

2. Aperçu sur la filière lait dans le monde

L'effectif total du cheptel mondial de vaches laitières n'a pas cessé d'augmenter au cours de ces dernières années, mais cet accroissement est jugé insuffisant du fait de l'accroissement de la demande. En effet, selon le CNIEL (2015), ce cheptel n'est passé que de 245,6 millions de vaches laitières en 2006 à 268,7 millions en 2013, soit un taux annuel de croissance mondiale de 1,3% par an. Quant à la structure de la répartition de l'effectif total de vaches laitières (VL) selon les différentes parties du monde, celle-ci n'a pas connu aussi une modification significative depuis ces dernières années. L'Asie et l'Afrique s'accaparent à eux seules, une part de 61% de l'effectif total des VL dans le monde. Le reste de l'effectif mondial se répartit entre l'Europe (15%), Amérique du Sud (14,4%), Amérique du Nord (6,2%) et enfin l'Océanie (2,6%).

La production laitière mondiale, toutes espèces confondues, est estimée à 782 millions de tonnes en 2013 (CNIEL, 2015). De 2000 à 2013, la production laitière mondiale a augmenté de 180 milliards de litres, soit près d'un tiers. Les rendements laitiers moyens présentent une très forte hétérogénéité entre les continents. Ils sont très faibles en Inde (1405 l/VL/an), en Chine (2452 l/VL/an) et en Amérique du Sud (2093 l/VL/an); moyens dans l'UE (6627 l/VL/an) et très élevés aux USA (9900 l/VL/an) où le modèle de l'élevage intensif domine (CNIEL, 2015). En Afrique, le rendement laitier est considéré comme le plus faible au monde (de 509 l/VL/an en 2007 à 520 l/VL/an en 2013) et il est extrêmement difficile de l'améliorer compte tenu des systèmes d'élevage pratiqués (Makhlouf et Montaigne, 2016). La baisse de la demande et la hausse de la production observées à l'échelle mondiale ont entraîné la chute des prix du lait et des produits laitiers en 2014-2015. La demande mondiale de produits laitiers transformés a baissé sous l'effet du recul des importations de la République populaire de Chine, essentiellement de lait en poudre et de lait écrémé en poudre, et du maintien de l'embargo imposé par la Fédération de Russie sur les importations de plusieurs produits laitiers en provenance de grands pays exportateurs. En ce qui concerne l'offre, l'augmentation de la production des principaux exportateurs a également pesé sur les prix mondiaux, les faibles prix des matières premières ayant eu pour effet d'accroître la production aux Etats-Unis, tandis que des marges satisfaisantes et la suppression des quotas laitiers ont relancé la croissance de la production dans l'Union Européenne. A moyen terme, la demande de lait et produits laitiers dans les pays en développement devrait progresser sous l'effet de l'accroissement des revenus et de la population, et de l'évolution de l'alimentation. Cette croissance sera satisfaite essentiellement par la production intérieure, grâce à l'augmentation du cheptel laitier et des rendements, mais la demande d'importations supplémentaires soutiendra les prix mondiaux des produits laitiers au cours de la décennie à venir (OCDE/FAO, 2016).

3. Situation de la filière lait en Algérie

La filière lait en Algérie se trouve actuellement dans une phase critique et se heurte à un handicap de taille résultant de la multitude de ses intervenants à tous les niveaux; elle fait face à une production locale insuffisante, aggravée par un taux de collecte très faible et une augmentation des prix de la matière première sur les marchés internationaux. Régulièrement croissante depuis les années 80, la production nationale est très faiblement intégrée à la production industrielle des laits et dérivés, elle s'est stabilisée autour de un milliard de litres

jusqu'à l'année 1997. Cependant, le taux d'intégration, qui correspond à la part du lait collecté dans les quantités totales produites, reste très faible, inférieur à 10 % (Bencharif, 2001; Kacimi El Hassani, 2013). L'émergence en amont d'un élevage laitier en mesure d'assurer les approvisionnements nécessaires conséquents en lait, représente la principale condition pour le développement de cette filière. Celle-ci s'articule autour de trois maillons principaux: à l'amont, une grande diversité d'élevages bovins; les organismes de collecte et de transformation à la fois étatiques et privés; les systèmes de mise en marché et les consommateurs en aval. (Belhadia et *al.*, 2009).

La création de l'ONIL (Office National Interprofessionnel du Lait), établissement public à caractère industriel et commercial (Décret 97/247 du 08/07/1997) devait confronter le système d'approvisionnement des unités industrielles notamment sur les circuits émergents. Les prérogatives de cet organisme deviendront effectives sur l'ensemble des opérateurs à partir de 2008. Ses missions étant d'assurer une disponibilité suffisante en lait et produits laitiers, d'organiser la collecte de la production nationale de lait cru, le développement et l'appui à la production nationale de lait cru ainsi que la constitution de stocks stratégiques en laits sur les marchés intérieurs et extérieurs pour le compte de l'état.

De plus, la création du Plan National de Développement Agricole (PNDA) à partir de 2000 et qui s'est élargi en 2002 à la dimension rurale (PNDAR), qui ont pour objet la modernisation, la mise à niveau des exploitations et des filières agricoles tout en préservant les ressources naturelles à l'instar de l'eau, du sol et des ressources biologiques; sans oublier le Programme de Renouveau Agricole et Rural (PRAR) en 2008, qui s'est inscrit dans le cadre de démarche de développement de la filière et de l'augmentation de la production de lait cru; ont permis le maintien plus ou moins stable de la production nationale de lait tout en affichant des prix permettant de relativiser cette production et assurer la subsistance de la population (ITELV, 2013).

4. Caractéristiques du cheptel bovin laitier

Dans notre pays, le cheptel laitier est représenté par 4 espèces animales : vache, chèvre, brebis et chamelle dont le capital zootechnique et les productions respectives durant l'année 2011 figurent sur le tableau I.

Tableau I: Estimation du cheptel en Algérie durant l'année 2011 (Soukehal, 2013).

	Vaches	Chèvres	Brebis	Chamelles	Total
Effectifs (têtes)	950.000	2.500.000	13.500.000	185.000	
Nombre d'éleveurs	215.000	200.000	350.000	10.000	775.000
Nombre moyen de femelles/éleveur	4	12	38	18	
Production laitière en tonnes	1.860.000 72%	250.000 10%	400.000 16%	50.000 2%	2.560.000 100%
Capital zootechnique	40	15	3	200	

A travers ces données, il ressort que la production nationale est dominée par le lait bovin (72%) et que le capital zootechnique laitier correspondant est très faible (1 vache pour 40 habitants). Le potentiel de production en matière d'élevage reste mal valorisé et donc peu productif, car il est principalement de type extensif et réparti inégalement à travers le territoire national. Le système semi-intensif est organisé au niveau des fermes étatiques et de quelques exploitations appartenant à des particuliers, éleveurs professionnels de longue date. Un troupeau constitué essentiellement de VL à haut potentiel productif, varie de 100 à 150 VL dans les fermes étatiques et ne dépasse pas 50 vaches dans les exploitations privés (Amellal, 1995). Le tableau II représente la répartition du cheptel bovin selon le type d'élevage en Algérie.

Tableau II: Répartition du cheptel bovin selon le type d'élevage (Soukehal, 2013).

Type d'élevage	Nombre de vaches en moyenne	Répartition
Familial	2	86%
Traditionnel	9	13%
Moderne	45	0,9%
Industriel	170	0,1%

Comme le montre le tableau ci-dessus, 86% des exploitations pratiquent un élevage "familial" avec deux vaches en moyenne, ce qui explique la paralysie dont la filière souffre, et constitue une contrainte de base à la modernisation de l'élevage bovin d'autant plus que 45% d'éleveurs n'ont pas d'étables (Soukehal, 2013).

Quant aux races, le cheptel bovin est constitué de trois races de vaches laitières (Amellal, 1995):

- La race laitière hautement productive, importée principalement des pays d'Europe;
- La race locale peu productive, disponible surtout dans les régions montagneuses, prisée surtout pour sa rusticité;
- La race améliorée, issue d'un croisement entre la race locale et la race importée.

5. Evolution de la collecte

La collecte de lait qui fait l'objet d'un intérêt particulier des autorités publiques connaît une tendance à la hausse durant les années 2009, 2010 et 2011 (Figure 1), qui respectivement se caractérise par les taux de 13, 15 et 18% (Brabez, 2011); subséquemment à l'accroissement de la production en 2009 qui atteint 2,39 milliards de litre dont 73% de lait de vache, 16% de lait de brebis, 9% de lait de chèvre et 2% de lait de chamelle et 2,92 milliards de litre en 2011 dont 73% de lait de vache. Cette dynamique de collecte du lait est enclenchée depuis 2009, peut en partie s'expliquer par la revalorisation de la prime à la collecte. En effet, en 2009, la filière lait est marquée par l'augmentation des primes à destination des producteurs, collecteurs et éleveurs. La perception de ces primes étant liée à une convention dite de fourniture de lait cru. L'éleveur s'engage ainsi à fournir un lait:

- Non mouillé, ni écrémé;
- Non mélangé avec le colostrum, et non issu des vaches malades ou traitées aux antibiotiques;
- Réfrigéré à une température de 4° à 8°C;
- Ne doit pas être mélangé avec un autre type de laits (lait reconstitué, lait de chèvre...etc);
- Ne contenant pas d'impuretés physiques, ni être coloré, ni avoir de mauvaises odeurs;
- De densité comprise entre 1028 et 1033 à 20°C;
- Non acide au moment de l'enlèvement.

Le lait livré à la laiterie doit également être de qualité standard et doit contenir 34 g de matière grasse (MG) par litre. Toutefois, pour encourager les éleveurs à livrer du lait de bonne qualité, un système de prime de qualité est instauré (une bonification de 0,50 DA pour chaque gramme de MG supérieur à 34 g de MG) (Mansour, 2015).

Quoi qu'il en soit, la collecte de lait reste incessamment le maillon faible de la production laitière malgré sa forte augmentation entre l'année 2010 et l'année 2015, en passant de

414.610.000 litres, soit 15% de la production laitière totale à 929.560.000 litres en 2015, soit une croissance de 10% par rapport à 2010 (MADRP, 2009). Ceci pourrait s'expliquer par:

- La mauvaise organisation et le manque de coordination entre les collaborateurs et les producteurs;
- La modicité des actions d'investissement engagées par l'industrie dans le domaine de la collecte;
- La grande dispersion de la majorité des producteurs et leur faible production, entraînant des coûts de ramassage souvent prohibitifs;
- Les contraintes d'ordre matérielles et humaines: la vétusté du parc de matériel, l'absence de moyen de réfrigération à la ferme qui se traduit par l'instabilité de la qualité biochimique et bactériologique du lait et le non-respect des normes d'hygiène par les éleveurs et les livreurs (Boumghar, 2000).

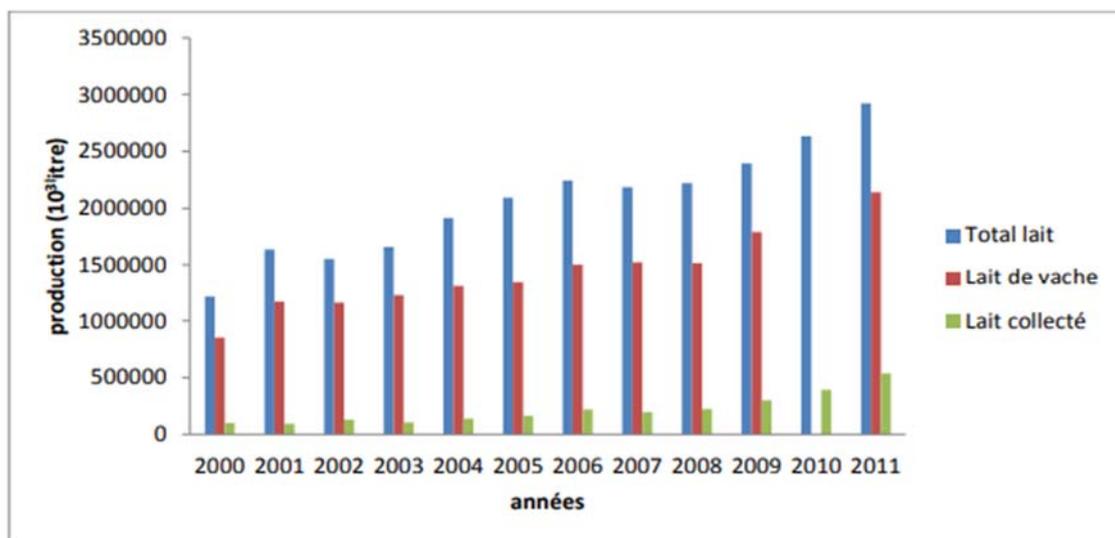


Fig.1: Evolution de la production laitière totale, de la production de lait de vache et du lait collecté (Brabez, 2011)

6. Consommation

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quelque soit sa rémunération. Afin de combler le déficit en protéines d'origine animale, les populations à faible revenus recourent généralement à la consommation de lait parce que, d'une part, en tant que produit très riche en nutriments, il peut suppléer à d'autres produits coûteux tels que la viande, et d'autre part, il est subventionné par l'état (Amellal, 1995).

La consommation de lait a connu une augmentation rapide, elle passe successivement de 54 l/habitant/an en 1970 à 112 l/habitant/an en 1990, pour atteindre les 120 l de nos jours (Kacimi El Hassani 2013). Selon le CEFCE, la consommation du lait et de ses dérivés en Algérie est plus importante que celle du Maroc (42 l) et de la Tunisie (102 l), mais elle reste très loin de celle des pays développés (380 l en France) comme le montre la figure suivante (Souki, 2009).

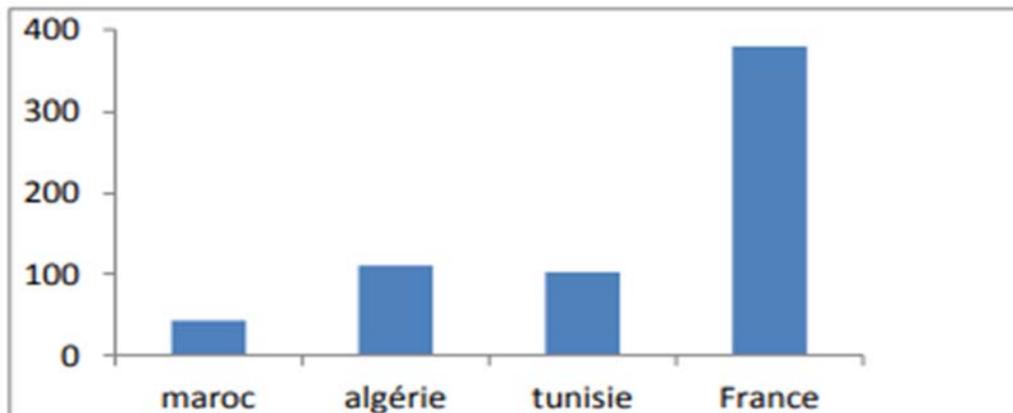


Fig.2: Consommation de lait par habitant et par an en litres, au Maghreb et en France (Souki, 2009)

Cette forte consommation est favorisée par la politique de prix pratiquée par l'état algérien, qui encourage la consommation par rapport à la production. Conjugée à une démographie extrêmement importante, cette politique a conduit à une augmentation de la demande, dont le surplus est naturellement compensé par les importations (Mezani, 2000).

Chapitre II: Alimentation de la vache laitière

1. Besoins nutritifs de la vache laitière

Rationner un animal consiste à satisfaire ses besoins nutritifs par l'ajustement d'apports alimentaires suffisants, équilibrés, adaptés à ses capacités digestives et les plus économiques possibles. Le rationnement théorique est forcément approximatif, avec des marges d'erreurs pouvant atteindre 20%. Il est donc souvent inutile de rechercher une précision excessive. Il importe surtout de confronter cette ration calculée aux réalités de la pratique pour juger de son efficacité en fonction de l'évolution de l'état corporel, de la production laitière, de la qualité du lait et de la santé de la vache (Salgado, 2003). Le rationnement pratique de la vache laitière repose sur les principes suivants:

- Evaluer les besoins nutritifs cumulés de la vache pour son entretien (éventuellement à sa croissance et/ou sa gestation);
- Déterminer les apports nutritifs de la ration de base (fourrages, racines, tubercules, sous-produits de cultures industrielles) distribuée à tous les animaux (rationnement collectif de base) (Coulon, 2003.)

Il est appelé à suivre un programme d'alimentation adéquat pour combler les différents besoins de la vache laitière afin de répondre aux objectifs de l'éleveur, qui sont la production d'un veau/vache/an et assurer une bonne production en quantité et en qualité du lait. Pour ce faire, la ration ingérée par la vache doit apporter suffisamment d'énergie (UFL), d'azote (PDI), de minéraux (majeurs et oligo-éléments), de vitamines et d'eau (Faverdin et *al.*, 2007).

1.1. Besoins d'entretien

Ils correspondent à la consommation des nutriments nécessaires au maintien de la vie d'un animal ne subissant pas de variation de masse corporelle; ils se traduisent par l'utilisation d'énergie à l'accomplissement des fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguine, tonicité musculaire...etc) et par le renouvellement d'une partie des matériaux constitutifs des tissus animaux (Barret, 1992). Selon Serieys (1997), les besoins d'entretien varient essentiellement en fonction du poids de l'animal (Tableau III).

Les besoins énergétiques d'entretien (BEE) sont déterminés en utilisant la formule qui suit:

$BEE = 1,4 + 0,6 * PV/100$ (UFL) avec PV: poids vif de l'animal. Alors que les besoins azotés d'entretien (BAE) sont calculés à partir de l'expression: $BAE = 100 + 50 * PV /100$

Tableau III: Besoins d'entretien de la vache laitière en fonction de son poids vif (INRA, 2004).

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

1.2. Besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles

La croissance de la vache laitière se poursuit pendant plusieurs lactations, elle n'est importante que chez les primipares, notamment en cas de vêlage à 2 ans (environ 60 Kg par an soit 200 g/j). Chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondants sont considérablement négligeables (Serieys, 1997). D'après Jarrige (1988), les primipares de 2 ans doivent bénéficier d'un apport supplémentaire de 1 UFL et de 120 g de PDI environ par rapport aux primipares de 3 ans.

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

1.3. Besoins de gestation

Ils correspondent aux besoins nécessaires à la fixation des os du fœtus, du placenta, des enveloppes de la paroi utérine et des glandes mammaires. Ils deviennent importants au cours du dernier tiers de la gestation (Jarrige, 1988). Selon Serieys (1997), durant cette période, les dépenses augmentent plus vite que le poids du fœtus du fait que celui-ci s'enrichit en protéines, en graisses et en minéraux au cours de son développement, elles deviennent sensibles à partir du 7^{ème} mois de gestation, elles augmentent avec le poids du veau à la naissance. Au 9^{ème} mois, ils représentent presque la moitié des besoins d'entretien de la vache. Les besoins de gestation d'une VL au cours du dernier tiers de la parturition et pour un veau de 40 Kg sont indiqués dans le Tableau IV.

Tableau IV: Besoins de gestation de la vache laitière pour un veau pesant 40 Kg à la naissance (INRA, 2004).

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

1.4. Besoins de production

Ces besoins correspondent à l'ensemble des synthèses et exportations réalisées par la mamelle pour la production laitière, ils varient selon la quantité de lait produite et sa composition en taux butyreux et en taux protéique (Tableau V). Au début de la lactation, les besoins maximaux sont atteints dès la première semaine après le vêlage pour les PDI et le calcium et après 2 à 3 semaines pour les UFL c'est-à-dire bien avant le pic de production qui intervient habituellement vers la 5^{ème} semaine (Serieys, 1997). Les vaches laitières à haut niveau de production ont des besoins élevés en acides aminés pour la synthèse des protéines du lait, elles ne peuvent couvrir leurs besoins en protéines uniquement par les acides aminés microbiens et l'apport des acides aminés alimentaires est non négligeable (INRA, 2004).

Tableau V: Besoins de production en fonction du Taux Butyreux et du Taux Protéique (Serieys, 1997).

Taux butyreux (g/Kg)	Taux protéique (g/Kg)	UFL/Kg	g de PDI/Kg
30	27	0.38	42
35	29	0.41	45
40	31	0.44	48
45	33	0.48	51
50	35	0.51	54
55	37		57

Les besoins énergétiques de production (BEP) sont calculés en multipliant la quantité moyenne de lait produite par 0,44 UFL. Le résultat est exprimé en UFL. Les besoins azotés de production (BAP), quant à eux, sont de 48 g de PDI/Kg de lait pour un TP de 31 g/Kg. Pour d'autres valeurs de TP, le calcul peut être affiné par la formule suivante: $BAP = 48 + 2 * (TP - 31)$.

Selon Jarrige (1988), les besoins des vaches laitières en calcium (Ca) et en phosphore (P) augmentent substantiellement à partir du vêlage, du fait que ces deux minéraux entrent amplement dans la composition du lait. Meyer et Denis (1999) ajoutent que si l'apport alimentaire en Ca et P est insuffisant, l'animal utilise ses réserves osseuses. Cependant, en cas de carence grave, la production laitière diminue (Tableau VI).

Tableau VI: Besoins quotidiens en minéraux de la vache laitière (Meyer et Denis, 1999).

Type de besoins	Poids vif (Kg)	Minéraux		
		Ca (g)	Na (g)	P(g)
Entretien en stabulation entravée	200	12	7	4
	400	24	17	6
	600	36	27	8
Gestation (3 derniers mois)		+ 25-50 %	+ 20-50 %	+ 25 %
Lactation		3.5*	1.7*	0.5*

* Besoins par kilogramme de lait.

1.5. Besoins en eau

L'eau représente généralement la moitié à deux tiers du poids de l'animal, elle assure de nombreuses fonctions indispensables à la vie, et se trouve à raison de 70 % à l'intérieur des cellules et de 30 % dans le sang (Jarrige, 1988). Elle représente le nutriment le plus important chez la vache laitière, car elle intervient dans tous les processus vitaux. Chez la femelle en lactation les besoins sont importants, car le lait contient approximativement 87 % d'eau, si bien qu'une vache consommera quotidiennement environ quatre fois sa production laitière. Ainsi, une vache produisant 30 Kg de lait a besoin d'environ 102 litres d'eau par jour (Dubreuil, 2001). Ces besoins, assurés par l'abreuvement ainsi que par l'eau contenue dans les aliments (surtout le fourrage vert), varient en fonction de l'alimentation, de la production, de l'état physiologique et de la température; et augmentent avec la température extérieure (Tableau VII), le niveau de production laitière, le niveau d'ingestion, les teneurs des aliments indigestibles (cellulose) ainsi que les teneurs en protéines et minéraux (sodium, potassium) par accroissement des pertes hydriques urinaires (Wolter, 1997). En effet, Crapelet et *al.* (1973) ont observé que par temps chaud, les vaches peuvent boire 80 % de plus de leurs

besoins par rapport à la température ambiante. Toutefois, tout sous abreuvement diminue la consommation alimentaire et la production laitière. Par exemple, une baisse d'abreuvement de 40% diminue l'ingestion de 24% et la production laitière de 16% (Wolter, 1997). En ce qui concerne la qualité, l'eau à apporter doit être propre, saine et à température moyenne de 15°C.

Tableau VII: Besoins quantitatifs en eau totale en l/vache/Jour pour une vache de 635 Kg de poids vif (Wolter, 1997).

	4 – 5°C	26 - 27°C	
Entretien	27	41	Soit en moyenne 4 - 5 l/Kg de matière sèche
Gestation	37	58	
Lactation 9 l lait/J	45	67	3 litres par litre de lait (en plus de l'entretien)
18 l lait/J	65	94	
27 l lait/J	85	120	
36 l lait/J	100	147	
45 l lait/J	120	173	

2. Aliments utilisés en élevage

En général, les aliments sont groupés dans l'une des trois catégories suivantes:

- Fourrages;
- Concentrés (aliments énergétiques ou protéiques);
- Vitamines et minéraux (Wattiaux et Howard, 2017).

2.1. Fourrages

Les fourrages sont les parties végétatives des plantes herbacées qui contiennent une proportion importante de fibre de détergent neutre (FDN) et qui sont nécessaire dans la ration sous forme de longues particules (plus de 2.5 cm de longueur) pour maintenir le bon fonctionnement du rumen. Produits à la ferme, ils peuvent être pâturés ou récoltés et préservés sous forme d'ensilage ou de foin (Wattiaux et Howard, 2017). En effet, la valeur des fourrages peut varier fortement et c'est l'espèce et le stade physiologique qui détermineront la date de fauche en ensilage, enrubannage ou foin. D'un côté, une jeune herbe est riche en protéine et contient une fibre jeune très digestible. D'un autre côté, la paille, par exemple, est un aliment très pauvre à cause de sa richesse en fibre indigestible et sa faible teneur en protéines (Wattiaux et Howard, 2017). La teneur en matière sèche ainsi que la teneur en matières

azotées totales (MAT) évoluent en fonction du stade de récolte. Selon le mode d'exploitation, la valeur alimentaire du fourrage varie et le lait permis n'est pas le même (ARVALIS, 2011).



Fig.3: Récolte de fourrage en vue de l'enrubannage (Originale, 2018)

2.2. Concentré

Les concentrés peuvent être décrits par leurs caractéristiques et leurs effets sur le fonctionnement du rumen. Ils sont pauvres en fibre et riches en énergie. Ils ont un contenu variable en protéines, sont rapidement ingérés et fermentent plus rapidement, augmentant ainsi l'acidité du contenu du rumen.

Les vaches qui possèdent un grand potentiel de production laitière ont aussi un grand besoin en énergie et en protéines. Etant donné que la quantité de fourrage ingérée par jour est limitée, les fourrages seuls ne peuvent pas fournir l'énergie et les protéines requises. Donc, la ration de la vache laitière doit souvent être complétée avec des sources concentrées en énergie et protéines pour pouvoir couvrir ses besoins. Les concentrés sont donc des aliments importants parce qu'ils permettent de formuler des rations qui maximisent la production laitière. La limite de concentrés dans la ration d'une vache de 600 Kg est d'environ 12 Kg, ce qui correspond à 60-70 % de la matière sèche ingérée. Au delà de cette limite, l'acidose ruminale apparaît et la santé de la vache se détériore (Wattiaux et Howard, 2017).

Quoique, un des principaux facteurs limitant les productions animales dans les pays en développement est le coût prohibitif des aliments concentrés qui sont indispensables si on souhaite augmenter les performances des animaux d'élevage. Habituellement, les aliments concentrés distribués au bétail sont constitués de céréales importés, principalement du maïs (Bindelle et Buldgen, 2004). Pour faire face à ce fléau, et pour combler rapidement un déficit fourrager, une des pistes à soutenir est celle des coproduits. Ces derniers, utilisables dans l'alimentation des animaux d'élevage, ont plusieurs origines: les coproduits de l'industrie

agroalimentaire (pulpes de betteraves, lactosérum, drêches de brasserie...etc), les coproduits disponibles directement sur l'exploitation (paille de céréales, canne de maïs, paille de pois) et les coproduits de retrait des filières fruits et légumes (pommes, pommes de terre, carottes) (Rouillé, 2015). A cet égard, les plantes à racines et à tubercules sont des cultures vivrières prioritairement destinées à la consommation humaine (Rivière, 1991). Néanmoins, elles offrent un important potentiel. Non seulement leurs racines sont riches en énergie mais les parties aériennes sont aussi riches en protéines. Ce sont donc des aliments énergétiques pouvant se substituer aux céréales dans les rations lorsqu'ils sont distribués en sec, en veillant cependant à équilibrer les régimes en protéines. La richesse en amidon de ces aliments doit toutefois inciter à la plus grande vigilance lorsqu'on en introduit dans les régimes pour les ruminants (vaches, moutons et chèvres), en raison des risques d'acidose du rumen (Bindelle et Buldgen, 2004).

Parmi les coproduits utilisables dans l'alimentation des bovins, on retrouve la carotte, qui présente une bonne appétibilité et une teneur en énergie élevée. Riches en sucres, oligoéléments et vitamine A (Tableau VIII), les carottes utilisées proviennent souvent des écarts de triage (Anonyme, 2003).

Tableau VIII: Composition chimique de la carotte (Anonyme, 2018).

Matière sèche	%	12,5
Matière azotée totale	% MS	10,5
Matière grasse	% MS	1
Cellulose brute	% MS	10
Sucres	% MS	45
Matière minérale	% MS	9
Calcium	g/Kg MS	4,5
Phosphore	g/Kg MS	3
Magnésium	g/Kg MS	1,2
Potassium	g/Kg MS	13,3

Les valeurs nutritionnelles de la carotte, établies par l'INRA sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau IX: Valeurs nutritionnelles de la carotte (Anonyme, 2018).

UFL	UFV	PDIN	PDIE	PDIA
1,08	1,08	61g	82 g	10

Le tableau X présente les quantités recommandées de carotte à distribuer aux ruminants.

Tableau X: Recommandations d'utilisation de la carotte (Anonyme, 2018).

Vaches laitières	Taurillons	Gros bovins	Petits ruminants
5 à 20 Kg brut/ J	5 à 10 Kg brut/J	5 à 20 Kg brut/J	1 à 2 Kg brut/J

2.3. Minéraux et vitamines

Minéraux et vitamines sont très importants pour la santé, la production et la reproduction des animaux car tout excès ou déficit peut être à l'origine de l'apparition de troubles dans l'organisme. Par exemple, la fièvre de lait en début de lactation est due à un excès ou à un déficit en calcium et une faible fertilité des animaux peut être due à un déficit en phosphore. Chez les vaches en lactation, il faut faire particulièrement attention aux macro-minéraux suivants: le sel (chlorure de sodium NaCl), le calcium (Ca), le phosphore (P) et parfois le potassium (K), le magnésium (Mg) et le soufre (S). De plus, les micro-minéraux (fer, sélénium, iode et zinc) sont pratiquement toujours requis sous forme de suppléments dans la ration, inclus dans des blocs de sel à lécher. Ils sont souvent mélangés avec des vitamines et ce "prémix" est à son tour mélangé avec les concentrés (Wattiaux et Howard, 2017).

3. Alimentation de la vache laitière au cours de la lactation

Les besoins des vaches laitières surtout les hautes productrices varient au cours du cycle de production en fonction des stades de lactation, ces derniers sont illustrés par une représentation graphique; une courbe de lactation qui comporte quatre phases essentielles à retenir: début, milieu, fin de lactation ainsi que la période de tarissement; afin de répondre aux besoins de l'animal (Figure 4).

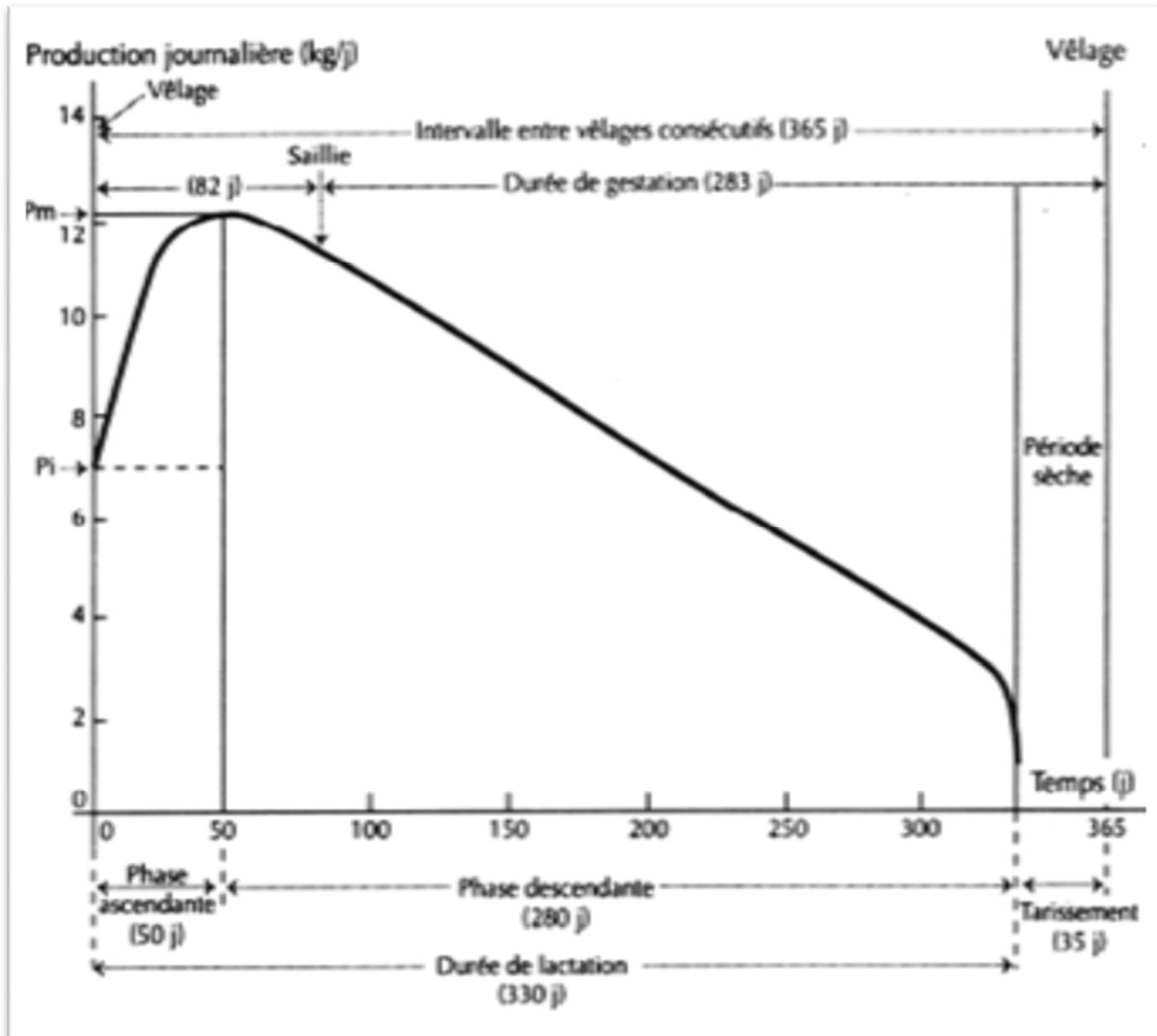


Fig.4: Courbe de lactation (Meyer et Denis, 1999)

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

3.1. Début de lactation

En début de lactation, un déficit énergétique inévitable est observé causé par une très forte augmentation des besoins nutritifs et la faible capacité d'ingestion de la vache qui ne progresse que lentement; conduisant ainsi l'animal à mobiliser ses réserves corporelles, soit 15 à 60 Kg de matière grasse selon le potentiel de celui-ci; qui représente l'apport énergétique nécessaire à la production de 150 à 600 Kg de lait. Concernant les réserves protéiques

mobilisables, elles sont beaucoup plus réduites et varient de 5 et 10 Kg, en fonction du potentiel des animaux, soit l'équivalent pour la production de 100 à 200 Kg de lait (Hoden et *al.*, 1988). Durant cette période, la quantité et la qualité de l'alimentation sont essentielles pour exprimer le potentiel de production en rationnant les animaux: on veillera à assurer un apport nutritionnel maximal surtout en énergie. Une quantité plus importante de fibres serait souhaitable si le fourrage est finement haché ou pelletisé. Pour des vaches fraîches vèlées, le foin de luzerne et l'ensilage de maïs sont recommandés (Araba, 2006). Le recours excessif à l'aliment concentré, pour éviter le problème de sous alimentation, n'est pas une solution car cela peut causer des risques d'acidose. Pour surmonter ce problème de déficit énergétique en début de lactation, la vache devrait être en bon état corporel au vêlage, autrement dit elle devrait être capable de mobiliser ses réserves (Wolter, 1994).

Cette phase (phase croissante de la production laitière) durant laquelle les quantités de lait augmentent d'autant plus que le niveau de production est élevé, se caractérise par une variation de la production entre la production initiale (P_i = moyenne de production des 4, 5 et 6^{ème} jours) et le maximale hebdomadaire (PM). Cet accroissement varie d'environ 6 Kg de lait pour les faibles productrices (20 Kg chez les primipares et 25 Kg chez les multipares) à plus de 10 Kg de lait pour les fortes productrices (30 Kg chez les primipares et 45 Kg chez les multipares) (Faverdin et *al.*, 1987).

3.2. Milieu de lactation

Faverdin et *al.* (1987) assurent qu'au cours de la phase décroissante de la lactation, les persistances de la production laitière (entre les semaines 10 et 40) sont plus faibles chez les multipares que chez les primipares; la satisfaction des besoins azotés est plus facile à réaliser, vu que le bilan énergétique devient largement positif et que les animaux sont moins dépendant de la capacité d'ingestion (Hoden et *al.*, 1988).

Faverdin et *al.* (1987) affirment que la reconstitution des réserves corporelles doit commencer dès le milieu de la lactation. En effet, la reprise d'un bon état d'embonpoint nécessite en milieu de lactation au moins 70 jours, par conséquent une vache laitière haute productrice a besoin d'au moins 4 à 5 mois pour reconstituer ses réserves corporelles. De ce fait, la réduction des apports nutritifs en cette période peut être préjudiciable à la santé de l'animal et à la qualité technologique du lait notamment la chute du taux protéique (Hoden et *al.*, 1988).

L'apport d'une ration alimentaire équilibré en énergie et en azote, durant cette phase, doit permettre la satisfaction des besoins de production et de ceux de la reconstitution des réserves

corporelles. On en conclut que le rythme de distribution du concentré de production doit obligatoirement dépendre de la qualité de la ration de base (Tableau XI).

Tableau XI: Rythme de distribution du concentré de production au dessus de la quantité de lait permise par les UFL de la ration de base selon la valeur énergétique du concentré et la qualité de la ration de base (INRA, 1988).

Ration de base		Rapport PDI/UFL du concentré (g)	Rythme de distribution du concentré (Valeur UFL/Kg brut du concentré)		
Qualité	Lait permis par les UFL avant correction		1,0	09,	0,8
Fourrages offerts à volonté					
Médiocre	5	105	1 Kg/2,2 Kg de lait	1 Kg/2 Kg de lait	1 Kg/ 1,8 Kg de lait
Moyenne	5 à 10	115	1 Kg/2,4 Kg de lait	1 Kg/2,2 Kg de lait	1 Kg/2 Kg de lait
Bonne	10 à 15	135	1 Kg/ 2,8 Kg de lait	1 Kg/ 2,6 Kg de lait	1 Kg/2,2 Kg de lait
Excellente	15	145	1 Kg/ 3 Kg de lait	1 Kg/ 2,8 Kg de lait	1 Kg/2,4 Kg de lait
Fourrages offerts sans refus					
	Moins de 7,5	105	1 Kg/2,2 Kg de lait	1 Kg/2 Kg de lait	1 Kg/ 1,8 Kg de lait
	Plus de 7,5	115	1 Kg/2,4 Kg de lait	1 Kg/2,2 Kg de lait	1 Kg/2 Kg de lait

3.3. Fin de lactation

Cette période correspond aux deux derniers mois de la lactation qui se caractérise par une chute plus importante de la production suite à l'effet des hormones de gestation. En conséquence de la sécrétion de la progestérone qui a pour rôle l'inhibition des contractions de l'utérus, empêchant ainsi la naissance prématurée du veau, celle-ci exerce également un contrôle négatif sur la lactogénèse, en empêchant la synthèse de prolactine, hormone de

lactation, par la glande pituitaire tout en bloquant la formation des récepteurs de cette hormone (Martinet et Houdebine, 1993).

Dulphy et Rouel (1988) notent que les vaches en fin de lactation ont bien une capacité d'ingestion élevée qui leur permet largement d'être suralimenté et de reprendre du poids. Cependant, Walter (2001) prévient que tout apport excessif en énergie conduira les vaches à l'engraissement excessif dans le dernier tiers de la lactation, si la consommation ou la concentration de la ration en éléments nutritifs ne sont pas adaptés aux besoins du troupeau; et cette erreur d'alimentation ne peut plus être corrigée pendant la période de tarissement. L'auteur rajoute de dire, qu'en fin de lactation, les fourrages peuvent suffire à couvrir les besoins nutritifs des vaches ayant une grande capacité d'ingestion, de sorte que des apports supplémentaires d'aliments concentrés sont superflus. A ce moment là, l'éleveur peut commencer à préparer la vache au tarissement en réduisant les apports alimentaires essentiellement le concentré de production. De ce fait il est primordial que l'éleveur connaisse bien la consommation de ses bêtes et la valeur nutritive des aliments qu'il met à leur disposition.

3.4. Tarissement

Le tarissement ou encore période sèche, est le laps de temps durant lequel la vache ne produit pas de lait; il est souvent perçu comme une phase de repos physiologique avant la lactation suivante. Obligatoire pour une bonne relance hormonale et la régénération des tissus mammaires, il se pratique aux environs de deux mois avant la date de vêlage (Sérieys, 1997). 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. Il se distingue par des besoins quantitatifs relativement bas mais aussi par des exigences qualitatives en rapport avec la gestation, de plus il doit éviter les risques de suralimentation qui conduisent aux difficultés de vêlage. Afin de prévenir les multiples obstacles rencontrés lors de la période sèche, le même auteur rapporte les particularités du rationnement en période de tarissement, ils sont définis comme suit:

- Ajuster le niveau alimentaire en fonction de l'état d'entretien;
- Séparer les vaches tarées de ses congénères;
- Introduire le concentré dans la ration alimentaire de manière progressive;
 - Régime minimum à base de fourrage durant le 1^{er} mois;
 - Additionner graduellement le concentré à partir du 2^{ème} mois;

- 1 Kg/vache/j 3 semaines avant le vêlage;
 - 2 Kg/vache/j 2 semaines avant le vêlage;
 - 2 à 3 Kg/vache/j 1 semaine avant le vêlage.
- La nature de la ration doit être:
- Même fond de cuve: en fourrages et en concentrés;
 - Peu acidifiante: 15-18 Kg/vache/j d'ensilages et 1 puis 2 et parfois 3 Kg/vache/j de concentrés.

L'alimentation minérale ne doit pas être négligée en cette période, durant laquelle on assiste à la croissance maximal du fœtus et à la reconstitution des réserves osseuses minérales (Meschy et Guéguen, 1992), raison pour laquelle un bon apport en minéraux majeurs notamment le calcium et le phosphore est recommandé.

**Chapitre III: Evaluation et variation
de la qualité et de la production
laitière**

1. Définition du lait

Selon le congrès international de la répression des fraudes alimentaires, le lait est défini comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum (Debry, 2007). Il apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotènes de la matière grasse, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré pour la nutrition des jeunes. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable (Aboutayeb, 2009). C'est le produit de sécrétion de la glande mammaire, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction; dont la dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache.

2. Composition chimique du lait

Le lait constitue une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels (Favier, 1985). D'autres éléments composent la sécrétion lactée (Tableau XII), tels que les hydrates de carbones, des graisses et des vitamines (vitamines A, D et E). La proportion de ces différents composants est variable en fonction des espèces animales. Ceci est représenté dans le Tableau XIII (Hanzen, 2010). Fredot (2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases:

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

Tableau XII: Composition du lait de vache (Alais et Linden, 2004).

Éléments	Composition (g/l)
Eau	905
Glucides: lactose	49
Lipides	35
• Matière grasse proprement dite	34
• Lécithine (phospholipides)	0.5
• Partie insaponifiable (carotènes, stérols)	0.5
Protides	34
• Caséines	27
• Protides solubles (globulines, albumines)	5.5
• Substances azotées non protéiques	1.5
Sels	9
• Acide citrique	2
• Acide phosphorique	2.6
• Acide chlorhydrique	1.7
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non gras	92

Tableau XIII: Composition du lait de différentes espèces (Hanzen, 2010).

Espèces	Graisses	Protéines	Lactose	Eau
Jument	1.9	2.5	6.2	88.8
Vache	3.7	3.4	4.8	87.3
Chèvre	4.5	3.3	4.4	86.8
Brebis	7.5	5.6	4.4	80.7

2.1. Eau

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

2.2. Matière grasse

Jeantet et *al.* (2008) rapportent que la matière grasse présente dans le lait sous forme de globules gras est essentiellement constituée de triglycérides (98%). Elle représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique de ce nutriment; qui est composée de 65% d'acides gras saturés ainsi que de 35% d'acides gras insaturés. La matière grasse renferme:

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

La figure 5 représente un globule gras du lait dont la membrane est composée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérébrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes, d'oligoéléments et d'eau (Bylund, 1995). La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acide acétique et butyrique). Le premier est formé essentiellement 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. Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (Stoll, 2003).



Fig.5: Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995)

2.3. Protéines

Selon Jeantet *et al.* (2006), 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 et qui représentent 80% des protéines totales;
- Les protéines sériques, qui forment les 20% restantes, sont solubles à pH 4.6.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau XIV.

Tableau XIV: Classification des protéines (Pougheon, 2001).

NOMS	% des protéines	Nombre d'acides aminés
CASEINES	75 – 85	
Caséines α 1	39 – 46	199
Caséines α 2	8 - 11	207
Caséines β	25 – 35	209
Caséines κ	8 – 15	169
Caséines γ	3 – 7	
PROTEINES DU LACTOSERUM	15 – 28	
β -lactoglobuline	7 – 12	162
γ -lactalbumine	2 – 5	123
Sérum-albumine	0,7 - 1,3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1,9 - 3,3	
Protéoses – péptones	2,4	

2.4. Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$ est formée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie (Mathieu, 1997). Il est quasiment le seul ose du lait de vache et représente 99% des glucides du lait des monogastriques. Sa teneur est très stable dans le lait de vache (48 et 50 g/l), et présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (Hoden et Coulon, 1991).

2.5. Minéraux

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

Tableau XV: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et *al.*, 2006).

Eléments minéraux	Concentration (mg/Kg)
Calcium	1043 – 1283
Magnésium	97 – 146
Phosphate inorganique	1805 – 2185
Citrate	1323 – 2079
Sodium	391 – 644
Potassium	1212 – 1681
Chlorure	772 – 1207

2.6. Vitamines

Vignola (2002) affirme que les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires (Tableau XVI); ces derniers ne peuvent être synthétisés par l'organisme humain. On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) en quantité constante, et d'autres part les vitamines liposolubles A, D, E et K (Jeantet et *al.*, 2008).

Tableau XVI: Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et *al.*, 2002).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A + Carotènes	40 µg/100 ml
Vitamine D	2.4 µg/100 ml
Vitamine E	100 µg/100 ml
Vitamine K	5 µg/100 ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (Acide ascorbique)	2 mg/100 ml
Vitamine B ₁ (Thiamine)	45 µg/100 ml
Vitamine B ₂ (Riboflavine)	175 µg/100 ml
Vitamine B ₆ (Pyridoxine)	50 µg/100 ml
Vitamine B ₁₂ (Cyanocobalamine)	0.45 µg/100 ml
Niacine et niacinamide	90 µg/100 ml
Acide pantothénique	350 µg/100 ml
Acide folique	5.5 µg/100 ml
Vitamine H (Biotine)	3.5 µg/100 ml

2.7. Enzymes

Pougheon (2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs et pouvant jouer un rôle très important. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras. De nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) présentes dans le lait élaborent différentes enzymes, rendant ainsi la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs difficile (Tableau XVII). On retrouve principalement trois groupes d'enzymes dans le lait: les hydrolases, les déshydrogénases et les oxygénases. Leurs activités sont influencées par deux principaux facteurs qui sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (Veisseyre, 1975).

Tableau XVII: Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola, 2002).

Groupe d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	<u>Estérases</u>			
	Lipases	8,5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4,0-5,2		
	<u>Protéases</u>			
	Lysozyme	7,5	37	Paroi cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Déshydrogénases ou oxydases	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8,3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6,8	20	Composés réducteurs + H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

3. Propriétés physico-chimiques du lait

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stables; elles dépendent soit de l'ensemble des constituants, soit des substances en solution ou encore des concentrations en ions. Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique ou densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Vignola, 2002).

3.1. Densité

Selon Pointurier (2003), la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg/m³ dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée: $\rho = m/v$. La densité du lait varie entre 1.028 et 1.035 pour une moyenne de 1.032 à 15°C (Vignola, 2002).

3.2. Point de congélation

Jensen et Neville (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0.54 et -0.55°C , celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de -0.530 à -0.575°C . Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C , puisque le nombre de molécules, autres que celles de l'eau, et des ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (Mathieu, 1997). Le point de congélation du lait est vérifié à l'aide d'un cryoscope (Piveteau, 1999).

3.3. Point d'ébullition

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

3.4. Acidité

Selon Jean et Dijon (1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle; due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone, aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$), sachant que 1°D est égal à 0.1g d'acide lactique par litre de lait.

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité inférieure ou égale à 21°D . Un lait dont l'acidité est supérieure ou égale à 27°D , coagule au chauffage; et un lait dont l'acidité est supérieure ou égale à 70°D , coagule à froid. Normalement, l'acidité du lait est proche de la neutralité. Il est légèrement acide et son pH varie de 6.6 à 6.8 . Cependant, lorsque le lait n'est pas refroidi rapidement à 4°C après la traite, les bactéries lactiques y croissent rapidement,

produisant ainsi de l'acide lactique qui diminue le pH (augmente l'acidité) du lait. Lorsque l'acidité est suffisamment forte à température ambiante ($\text{pH} < 4.7$) la caséine du lait coagule. Si la température est plus élevée, la coagulation de la caséine du lait se produit en présence de moins d'acide (Wattiaux, 1997).

4. Qualité du lait

4.1. Généralités

La qualité est une notion très subjective, le producteur cherche une absence d'impureté, l'industriel réclame un lait sans germe pouvant être à l'origine de problèmes de fabrication, et le consommateur recherche une absence de risque pathogène; alors que quelques bactéries peuvent être recherchées pour certaine transformation. La politique actuelle dirige les différents intervenants de la filière vers une diminution de la teneur microbienne dans le lait (Pougheon, 2001). Selon Le Hir (2001), le mot "contrôle" peut être utilisé dans le sens de vérification ou dans celui de maîtrise. Il consiste à mesurer une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et à comparer les résultats obtenus à des spécifications préétablies. Le contrôle ne constitue pas par lui-même une opération qui crée la qualité, mais il est une source d'information indispensable à la gestion de la qualité. Il est effectué à des points clés (points critiques) et évite d'engager inopportunistement des frais coûteux dans la suite des opérations. Le contrôle final juge de la conformité du produit aux objectives qualités préalablement définis (Anonyme, 1996).

4.2. Qualité microbiologique

Le lait est par sa composition un aliment de choix; il contient des matières grasses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau. En raison de son pH légèrement acide, il constitue donc un substrat favorable au développement des microorganismes (Guiraud, 1998). Provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normale, il peut renfermer de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides (Fredot, 2006). Cet aliment peut être contaminé par de nombreuses espèces microbiennes. Pour certaines, il constitue un bon milieu de culture, ce qui leur permet de s'y développer. Pour d'autres germes banals ou pathogènes, il n'est qu'un véhicule occasionnel (Dieng, 2001).

Les microorganismes du lait sont répartis selon leur importance en deux grandes classes: la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux catégories: la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

4.2.1. Flore indigène

Cette flore se définit comme l'ensemble des microorganismes qui se retrouvent dans le lait à la sortie du pis et qui devrait contenir moins de 5000 UFC (Unités Formant Colonies) par millilitre (Vignola, 2002). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes tels que les microcoques, les streptocoques lactiques et les lactobacilles (Larpen, 1997). Toute fois, lorsque le lait est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain, il contient peu de microorganismes (moins de 10^3 germes/ ml) (Guiraud, 1998). D'autres germes peuvent se trouver dans ce nutriment lorsque celui-ci est issu d'un animal malade. Ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agents de mammites (Guiraud, 1998).

4.2.2. Flore de contamination

C'est l'ensemble des microorganismes présent dans le lait, de la récolte jusqu'à la consommation (Lamontagne et al., 2002). Au cours de la traite, du transport et du stockage à la ferme ou à l'usine, le lait est contaminé par une grande variété de germes. Une partie seulement d'entre eux peut se multiplier dans le lait si la température est favorable et le milieu propice. Il en résulte que la nature de la flore microbienne du lait cru est à la fois complexe et variable d'un échantillon à un autre et suivant l'âge du lait, étant donné qu'il peut être contaminé par divers facteurs: téguments de l'animal, le sol, l'air, l'eau, les équipements de traite et de stockage du lait, les manipulateurs ainsi que divers vecteurs notamment les insectes (Bourgeois et al., 1996; Guiraud, 1998).

4.2.2.1. Flore d'altération

Il s'agit des espèces bactériennes du lait cru capables de dégrader le lactose, les protéines ou les lipides de cette matière première (Richard, 1987). Les principaux genres identifiés sont *pseudomonas sp*, *proteus sp*, les *coliformes*, soit principalement *escherichia* et *enterobacter*, les *bacillus sp* et *clostridium* ainsi que certaines levures et moisissures. Ils sont à l'origine de défauts sensoriels: du goût, d'arômes, d'apparence ou de texture (Lamontagne et al., 2002).

4.2.2.2. Flore pathogène

Parmi les bactéries pathogènes pouvant être retrouvées dans le lait, certaines ont peu de chance de se développer (*Bacilles de koch*, *Compylobacter fetus*, *Salmonella*). D'autres peuvent se multiplier, c'est le cas des bactéries mésophiles: *E coli* et *Staphylococcus aureus* (Richard, 1987).

5. Contrôle laitier

5.1. Intérêts

Le contrôle de la production laitière présente pour l'éleveur, le zootechnicien et le vétérinaire plusieurs intérêts:

- Génétique, car il permet de sélectionner au sein d'un élevage les meilleures productrices et de tester les taureaux acquis par les centres d'insémination;
- Nutritionnel, car il permet d'adapter la ration au niveau de production;
- Sanitaire, puisqu'il constitue une méthode de choix pour le suivi des mammites sub-cliniques;
- Technico-économique, car il constitue une aide à la décision de réforme d'un animal.

Ce contrôle s'exerce d'une double manière: individuel au travers d'un prélèvement mensuel des vaches inscrites (11 contrôles par an) et collectif au travers d'un prélèvement du tank à lait (2 à 4 fois par mois). Le rythme des collectes du lait de tank ne peut en aucun cas être supérieur à 72heures (Hanzen, 2010).

5.2. Données quantitatives du contrôle laitier

Schématiquement, l'intervalle compris entre deux vêlages se divise en une période de lactation de 305 à 325 jours et une période de tarissement comprise entre 60 et 80 jours. La période de lactation se caractérise par sa durée et son niveau de production. La durée de lactation comprend par convention la période comprise entre le lendemain du vêlage et le 14^{ème} jour suivant le dernier contrôle réalisé. Dans le cas des animaux non taris, la durée de lactation est évaluée du lendemain du dernier vêlage jusqu'à la veille du vêlage suivant. En cas d'avortement après 8 mois de gestation, l'animal est considéré comme une vache tarie. Enfin, et pour permettre une comparaison entre animaux, la production totale est ramenée à une production en 305 jours (Hanzen, 2010).

6. Facteurs de variation de la qualité et de la production laitière

6.1. Généralités

Le lait est un système complexe et hétérogène dont la composition chimique ainsi que ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs, bien connus (Grappin et *al.*, 2000; Walstra et *al.*, 2005; Stoll, 2003). Ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter (Pougheon, 2001). La production et la composition du lait varient, bien entendu, en fonction des facteurs génétiques et des facteurs du milieu, en particulier ceux liés à l'alimentation. Ces derniers sont la plupart du temps prépondérants, parce que la variabilité génétique des troupeaux est réduite par rapport à celle des caractéristiques du milieu. Celles-ci interagissent souvent entre elles (Coulon, 1991).

6.2. Facteurs liés à l'animal

6.2.1. Effet génétique

La performance d'un animal est la résultante de son potentiel génétique et des conditions d'élevage dans lesquelles 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'opposé, si le potentiel génétique de l'animal est faible, sa performance le sera aussi, même si les conditions d'élevage sont très sophistiquées. Il paraît donc que la performance d'un animal est toujours inférieure ou égale à son potentiel génétique. Auparavant, Coulon et *al.* (1991) ont cité que la limite supérieure de la teneur en différents taux dans le lait de vache (TP et TB) est déterminée par son potentiel génétique. C'est pour cela que l'on parle des races laitières, qui se distinguent par le volume et la composition du lait qu'elles produisent. Ce sont les Frisonnes qui produisent le plus grand volume de lait; en moyenne 7890 Kg par vêlage mais c'est chez les vaches les moins productives que l'on trouve le lait le plus riche en corps gras (5%), alors que les Frisonnes fournissent un lait qui n'en contient que 3,61%. La race Normande produisant moins de lait que la Pie Noire (- 4 Kg/j), mais ayant des taux protéiques (+ 2 à + 2,5 ‰), butyreux (+ 2 à + 3‰) et calciques (+0,1‰) nettement plus élevés, des micelles de caséine plus petites (Froc et *al.*, 1988). Selon Malossini et *al.* (1996), le lait produit par la Brune est le plus riche en

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

Les taux de Ca et de P du lait sont des caractéristiques fortement héritable et bien corrélés avec le taux de caséines. Le lait des races Jersey et Guernesey est plus riche en Ca et P, d'environ 20 à 25 %, et plus pauvre en K, N et Cl que le lait des Frisonnes, Pies Noires et Holsteins. Les teneurs en Ca et P du lait de vache Normande sont plus élevées que celles du lait de vache Frisonne ou Pie Rouge (Derby, 2006).

6.2.2. Facteurs physiologiques

6.2.2.1. Effet de l'âge au premier vêlage

L'âge au premier vêlage est généralement associé au poids corporel et au développement général lors de la première saillie. Comme l'ont montré Craplet et Thibier (1973) et Charron (1986), l'âge au premier vêlage est associé au poids corporel qui doit être d'environ 60 à 70 % du poids adulte. Le fait de diminuer le poids de la vache laitière au vêlage entraînerait la diminution de la production laitière en première lactation (Wolter, 1994). Craplet et Thibier (1973), citent qu'en France, dans une région peu étendue et au sein de la même race, les génisses vêlent à des âges très différents. D'autres auteurs ont montré la grande variation de l'âge au premier vêlage selon les races, pouvant aller jusqu'à sept mois. Ce facteur agit nettement sur le rendement laitier. Il existe un écart entre la production des génisses suivant que leur 1^{er} vêlage a eu lieu à 2 ou 3 ans d'âge, la production de la première lactation est plus faible chez les génisses très jeunes que chez les génisses les plus âgées. Les génisses qui vêlent tôt (saillie à moins d'une année) ont une production nettement inférieure, ce qui se répercutera sur les lactations suivantes (Soltner, 1989).

6.2.2.2. Effet rang de mise bas

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle. Chez les vaches convenablement exploitées, la faculté productive s'élève progressivement. Le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année. Elle régresse au cours des lactations suivantes (Zelter, 1953). Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu. Craplet et Thibier (1973) rapportent que le TB décroît lentement mais régulièrement dès la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième; alors que le TP reste assez stable au cours des lactations successives. Selon Agabriel *et al.* (1990), les primipares ont des TB supérieurs (+ 0,8 g/Kg en moyenne) et des TP inférieurs à ceux des multipares (-0,6 g/Kg après le 4^{ème} mois de lactation).

6.2.2.3. Effet du stade de lactation

Les variations de la production et de la composition chimique du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux. Agabriel *et al.* (1990); Rémond (1987) notent que les teneurs en MG et protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite (Fig.6). Les auteurs cités ci-dessus rapportent que les teneurs en TP et TB sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière. Pour les deux taux, les écarts entre les mois extrêmes atteignent 7 g/Kg (Rémond, 1987; Schultz *et al.*, 1990).

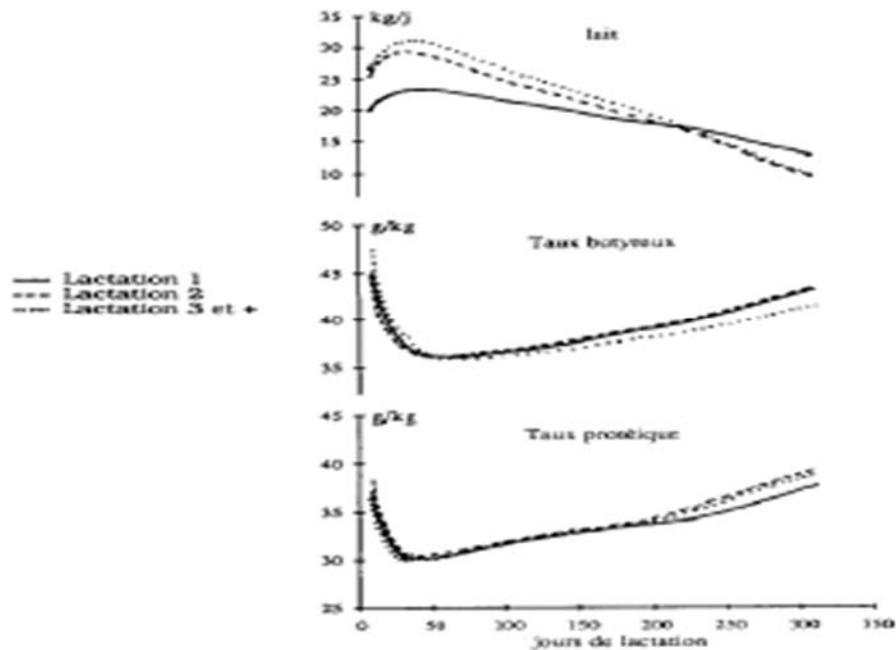


Fig.6: Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation après annulation de l'effet de la saison (Schultz *et al.*, 1990)

6.2.2.4. Effet de l'état de gestation

La gestation a un effet marqué sur la baisse de la production laitière; cela est dû à la production de la progestérone par le placenta. Coulon *et al.* (1995) notent que la quantité journalière du lait sécrété continue de diminuer avec l'avancement de la lactation et de la gestation. L'effet commence à se faire sentir à environ vingt semaines après la fécondation. Chupin (1974) rapporte que la production laitière diminue rapidement chez la vache gestante que chez la vache vide, notamment durant les 120 jours qui suivent la saillie fécondante, D'après Nebel et McGilliard (1993), l'existence d'une influence négative possible de la gestation sur la production laitière pousse l'éleveur à retarder volontairement le moment de l'insémination artificielle, prolongeant ainsi la persistance de la lactation, chez les vaches traites jusqu'au vêlage.

6.3. Facteurs liés à l'environnement

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

6.3.1. Effet de l'état sanitaire

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

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

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

6.3.2. Effet de l'alimentation

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant (Journet et Chilliard, 1985; Hoden et *al.*, 1985; Sutton, 1989; Coulon et Rémond, 1991). Contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), son mode de distribution, son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en l'azote et en l'énergie. L'apport énergétique de la ration connaît l'effet majeur sur le taux protéique (Sutton, 1989; Coulon et Rémond, 1991). Ainsi, selon Jarrige (1988), une variation moyenne des apports en UFL le modifie dans le même sens d'environ 0,5 g/Kg sans avoir d'effet sensible sur le TB. D'autres auteurs tels que Coulon et Rémond (1991), Agabriel et *al.* (1993) rapportent qu'une augmentation d'apport énergétique se traduit généralement par un accroissement de la teneur

en protéines et de la production laitière. Au contraire, l'augmentation du niveau des apports azotés conduit à une augmentation conjointe de la production laitière et de la matière protéique (Coulon, 1991). Coilliot (1989) rapporte que l'apport d'urée à des rations pauvres en azote à base d'ensilage de maïs provoque un accroissement du TP du lait et surtout de la quantité de lait sécrétée. Hoden (1987) affirme qu'en début de lactation, chez les vaches recevant des ensilages de maïs d'excellente qualité et à volonté, l'amélioration de la nutrition azotée fait augmenter la production de lait tout en diminuant la mobilisation des réserves lipidiques. Cependant, le TB ne diminue pas, il a plutôt tendance à s'accroître, car l'ingestion de fourrages et sa proportion dans la ration s'accroissent.

6.3.3. Effet de la saison

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont, en effet, montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles (Peters et *al.*, 1981; Tucker, 1985; Bocquier, 1985; Stanisiewski et *al.*, 1985; Phillips et Schofield, 1989). Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (de l'ordre de 1 à 1,5 kg MS/j) J (Peters et *al.*, 1981; Phillips et Schofield, 1989), alors que la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières sécrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéique (Bocquier, 1985).

6.3.4. Effet du tarissement

Le tarissement, autrement dit la période sèche, désigne la régression finale de la lactation, qu'elle soit naturelle ou provoquée. C'est la période de repos physiologique allant de l'arrêt de la traite jusqu'au vêlage. Son raccourcissement ou son omission a des effets considérables sur la qualité et la quantité du lait produit. La durée du tarissement doit être d'environ deux mois. En dessous de 40 jours, la future lactation est diminuée. Au-delà de 100 jours, l'improductivité de la vache constitue un handicap économique (Bazin, 1985). Rémond et *al.* (1997) rapportent que la réduction de la durée de la période sèche à partir de la durée de 6 à 8 semaines diminue d'environ 10%, la quantité de lait sécrétée au cours de la lactation suivante pour une période sèche de 1 mois et d'un peu plus de 20% lorsque la période sèche est omise.

Partie Expérimentale

Matériel et Méthodes

1. Objectifs

Notre étude a pour intérêt de montrer l'effet de l'alimentation sur la variation de la production de lait de vache. Pour ce faire, nous avons, dans un premier temps, déterminé la composition chimique des divers échantillons d'aliment destinés au bétail, récoltés au sein de deux exploitations bovines et situées dans la wilaya de Tizi-Ouzou (communes de Tizi-Rached et d'Azazga). Dans un second temps, nous avons procédé à l'analyse des calendriers alimentaires des fermes. Cette dernière consiste à établir les besoins nutritionnels des animaux et vérifier que les rations distribuées y corrélaient parfaitement avec les exigences des troupeaux laitiers et ainsi apporter des corrections aux rations préalablement établis, dans le cas où les besoins des bêtes ne seraient pas satisfaits.

De plus, nous avons accompli des analyses physico-chimiques aux laits produits dans les deux élevages dans le but d'évaluer la qualité de ceux-ci.

Enfin, nous avons comparé la conduite d'élevage dans les deux exploitations afin d'apprécier les paramètres qui pourraient influencer la production laitière (orientation du troupeau: production laitière ou engraissement, état sanitaire du troupeau, hygiène).

2. Présentation de la région d'étude

Le présent travail, réalisé durant la période qui s'étale du mois de mars au mois de juillet de l'année 2018, a été effectué dans les deux communes de Tizi-Rached et d'Azazga, toutes deux situées dans la wilaya de Tizi-Ouzou. La commune de Tizi-Rached se localise au centre de la wilaya de Tizi-Ouzou; délimitée au Nord par la commune de Freha et le Oued Sébaou, au Sud par Fort National et Irdjen, à l'Ouest par le chef lieu de la wilaya, et enfin à l'Est par Mekla et Ait Oumalou. Sa superficie s'étend sur 31,05 Km², avec une altitude de 412 m. La région est caractérisée par un climat méditerranéen avec un été chaud. La seconde commune, quant à elle, s'étend sur 77,05 Km². Avec une altitude 436 m; la localité est entourée de montagnes, de forêts, de terres agricoles, de rivières et du fleuve Sébaou. Située à 30 Km de l'Est de la commune de Tizi-Ouzou, elle est circonscrite au Nord par Aghrib et Akerrou, à l'Est par Yakouren, à l'Ouest par Freha et Mekla et au Sud par Souamaa et Ifigha. Azazga se situe dans la zone du climat méditerranéen.



Fig.8: Entrée de l'exploitation agricole de Tizi Rached (Originale, 2018)

3.1.1.1. Structure

L'exploitation abrite 3 bâtiments d'élevage. Le premier qui s'étale sur 2 niveaux, est réservé aux vaches laitières. Le rez de chaussé, dont la surface s'étend sur 735 m², comprend la chambre de stockage du lait ainsi qu'une salle pour les ouvriers. L'étable qui abrite 46 VL est équipée de logettes, de cornadis avec tapis et abreuvoir automatique, d'une brosse rotative, d'une cuve réfrigérante, de 4 machines à traire, d'un distributeur de lait pour veaux. L'étage sert de stockage pour les fourrages. Le second bâtiment, dont la superficie est égale à 350 m², abrite les génisses, les veaux et les velles. Avec une surface de 192,50 m², le troisième bâtiment est destiné à l'engraissement. L'élevage est doté d'une mélangeuse d'aliment qui permet la distribution rationnée quotidienne de l'aliment.



Fig.9: Aire d'exercice pour les animaux
(Originale, 2018)



Fig.10: Mélangeuse d'aliments reliée à
un tracteur (Originale, 2018)

La figure 9 montre l'aire d'exercice réservée aux bêtes, la mélangeuse d'aliments est représentée dans la figure 10 et les bâtiments d'élevage sont illustrés dans la figure 11.



Fig.11: Bâtiments d'élevage d'engraissement, des veaux/velles et des vaches laitières
(Originale, 2018)

3.1.1.1.2. Calendrier alimentaire

Au sein de cette exploitation agricole, l'éleveur pratique le rationnement, dont la formule a été réalisée par un nutritionniste. Les différentes rations distribuées au cours de l'année sont décrites dans le Tableau XVIII, mentionné ci-dessous. Les matières premières utilisées pour la fabrication du mélange d'aliment ainsi que les quantités distribuées, dans cet élevage, sont jointes en Annexe 2.

Tableau XVIII: Composition de la ration alimentaire de la ferme A

Saisons	Ration de base	Complémentation
Eté	Avoine enrubanné	Concentré
Automne	Avoine enrubanné	Concentré
Hiver	Fourrage vert (trèfle) + sorgho enrubanné + maïs enrubanné + luzerne enrubannée	Concentré
Printemps	Fourrage vert (trèfle) + sorgho enrubanné + maïs enrubanné + luzerne enrubannée	Concentré

*Ferme A: exploitation de Tizi-Rached

3.1.1.1.3. Caractéristiques du troupeau et production laitière

La ferme dispose d'un cheptel bovin composé de 125 têtes, de race Montbéliarde et de race Holstein dont 46 vaches laitières, 22 génisses, 18 vèles, le reste étant constitué de 39 veaux et taurillons. Les vaches sont à des stades physiologiques et rangs de mise bas différents. Arrivée à la 8^{ème} mise-bas, les vaches sont réformées. Dans cet élevage, l'éleveur a recours à l'insémination artificielle.

Le lait produit est récolté deux fois par jour à l'aide d'une machine à traire, avec un intervalle de douze heures. Du concentré est distribué avant et après la traite. Quant aux vaches atteintes de mammites, elles sont manipulées en derniers et ce dans le but d'éviter la contamination du lait précédemment collecté.

Une partie de la production laitière est livrée à la laiterie SOUMMAM, environ huit litres sont offerts chaque jour et six litres sont distribués aux veaux tous les jours.



Fig.12: Troupeau de vaches laitières (Originale, 2018)

3.1.1.1.4. Organisation

Le nettoyage de fond des bâtiments d'élevage s'effectue quatre fois par an, par beau temps. Cette opération est réalisée en utilisant la force mécanique de l'eau sous pression (nettoyeur Kärcher), un désinfectant à usage multiple (Biocid-30 et/ou IODODAD-P 2,5% Solution) ainsi que la chaux. La salle de traite ainsi que l'équipement (cuve de stockage, machine à traire et autre matériel) qui y sont installés sont constamment nettoyés, ils sont aseptisés de temps à autres. La cuve, où est stocké le lait, est rincée tous les jours après le passage du collecteur.

L'exploitation dispose d'un effectif de 5 ouvriers, dont un technicien. Le personnel est chargé d'effectuer les différentes tâches au sein de l'exploitation: distribuer les aliments aux animaux, accomplir les opérations de nettoyage, récolter le fourrage cultivé.



Fig.13: Cuve de stockage du lait (Originale, 2018) **Fig.14:** Désinfectant (Originale, 2018)

3.1.1.2. Exploitation bovine d'Azazga

3.1.1.2.1. Structure

L'exploitation comprend un seul bâtiment d'élevage construit en dur avec une toiture en tôle nervurée. En raison de contraintes de manque d'espace, le bâtiment est destiné uniquement à la production laitière : il abrite 32 vaches laitières. Les veaux et velles sont vendus juste après leur naissance. Dans cette exploitation, une partie de l'aliment (concentré) est stockée dans une pièce qui fait face à l'abri ; le reste (carottes, ensilage) est disposée à l'extérieur.

Le bâtiment d'élevage de cette exploitation est représenté dans la figure 15.



Fig.15: Exploitation agricole d'Azazga: Bâtiment d'élevage (Originale, 2018)

3.1.1.2.2. Calendrier alimentaire

La ration de base est composée de paille, de carottes, de fourrages verts en fonction de sa disponibilité (essentiellement présent au printemps) et d'ensilages, le reste du temps. Les

tableaux ci-dessous (XIX et XX) indiquent la composition de la ration, les variations alimentaires ainsi que les quantités distribuées au troupeau durant toute l'année.

Tableau XIX: Composition de la ration alimentaire de la ferme B

Saisons	Ration de base	Complémentation
Été	Carotte – paille	Concentré
Automne	Carotte - trèfle ou luzerne enrubanné	Concentré
Hiver	Carotte - fourrage vert	Concentré
Printemps	Carotte - fourrage vert	Concentré

*Ferme B: exploitation agricole d'Azazga

Tableau XX: Quantités distribuées en Kilogrammes, par vache et par jour (ferme B)

Aliments	Paille	Carotte	Ensilage de maïs	Fourrage vert	Concentré
Quantités (Kg)	2	20	15	Selon la disponibilité	4



Fig.16: Stock d'aliments: carottes et ensilage de maïs (Originale, 2018)

3.1.1.2.3. Caractéristiques du troupeau et production laitière

L'élevage est composé d'un troupeau de 32 vaches laitières (VL) Pie Rouge, dont deux de race Fleckvieh, le reste étant de race Montbéliarde. En raison de la surface limitée de la zone d'élevage, l'établissement agricole ne dispose pas taureau, les vaches sont donc inséminées et les veaux sont vendus. Les VL sont souvent sujettes à des problèmes de boiteries.

De même, la traite qui s'effectue deux fois par jour, à raison de douze heures d'intervalle, est de type mécanique. Avant cela, les trayons sont lavés avec du savon, rincés à l'eau chaude puis essuyés à l'aide d'un tissu. Durant cette opération, du concentré est également distribué aux animaux.

En fonction de la saison de vêlage et de l'alimentation distribuée, la durée de lactation est variable. La quantité moyenne de lait produite tourne aux alentours de 650 l de lait/jour au printemps, la quasi-totalité de cette production est livrée à la laiterie TASSILI de DBK.

3.1.1.2.4. Organisation

La citerne destinée à la collecte du lait est nettoyée avec de l'eau chaude. Dans cette exploitation, l'éleveur ne dispose pas d'employé, par conséquent il s'occupe de toutes les tâches.

3.1.2. Présentation des laboratoires

3.1.2.1. Institut National de Recherche Agronomique Algérie

Créé en 1966, l'Institut National de Recherche Agronomique Algérie (INRAA) a pour mission l'amélioration ainsi que le développement des productions végétales et animales; la conservation, la transformation et l'amélioration de la qualité des produits agricoles. De plus, il contribue à la caractérisation, la préservation et la valorisation des ressources génétiques. L'INRAA, dont la direction générale est située à El Harrach, comporte plusieurs stations régionales, localisées dans diverses régions d'Algérie (Nord, Sud, Est et Ouest). La station MEHDI BOUALEM, où nous avons réalisé notre expérimentation est située dans la commune de Baraki. Cette dernière s'étend sur une superficie de 26 ha. Elle possède sept divisions, et qui sont:

- Division des ressources phytogénétiques
- Division bioclimatologie et hydraulique agricoles
- Division technologies agro-alimentaires
- Division protection des cultures
- Division sol et gestion des espaces agricoles
- Division biotechnologie et amélioration des plantes
- Division productions animales

La station est destinée à apporter tout le soutien nécessaire à l'exécution des projets de recherche, accueillir et proposer des solutions aux problèmes agro-alimentaires de la zone d'étude. Elle a également pour fonction de diffuser les nouvelles technologies en direction des agriculteurs, des éleveurs, des entreprises de l'industrie agro-alimentaire par le biais de journées de démonstration et de vulgarisation. Pour ce faire, elle dispose d'un personnel constitué de 80 chercheurs ainsi que d'un personnel de soutien dont le nombre est de 74.

3.1.2.2. Laiterie TASSILI de Draa Ben Khedda

La laiterie-fromagerie de Draa Ben Khedda fut créée en 1971, dans le cadre de l'Office National Algérien du Lait et des Produits Laitiers (ONALAIT) et de ses trois offices régionaux. Son objectif initial était de répondre au développement et aux besoins laitiers de la wilaya de Tizi-Ouzou. En 1997, la laiterie de Draa Ben Khedda fut rattachée au Groupe Industriel de Productions Laitières (GIPLAIT), issu de la fusion des trois offices régionaux. Par la suite, cet établissement se dissocie, en devenant une entreprise privée. Depuis, son rôle majeur est d'assurer non seulement la distribution de la production laitière au sein de la région mais aussi de proposer au consommateur diverses gammes de produits dérivés (fromages, lben, raïeb, boissons, crèmes fraîches), tout en garantissant une qualité des produits (hygiène et sécurité, contrôle qualité de la chaîne de production, application des normes internationales).

3.2. Méthodes

3.2.1. Echantillonnage

Les prélèvements d'aliment et de lait ont été réalisés dans les deux fermes. Pour l'aliment, il s'agit de prélever un échantillon de chaque portion distribuée (300 g), de les placer dans un sac en plastique et de les identifier. Ils seront par la suite acheminés au laboratoire, après avoir été séché afin de déterminer leurs compositions chimiques. Il en ressort ainsi 6 échantillons dont un est commun aux deux élevages (enrubannage), par conséquent ce prélèvement n'a été fait qu'une seule fois, vu que la provenance est identique.

Quant aux prélèvements laitiers, ils sont récoltés à partir de la citerne de stockage du lait des deux exploitations, après avoir été bien mélangé ultérieurement et ce dans le but d'éviter que la matière grasse ne se retrouve à la surface. Ils sont conservés à + 4°C ou congelé à -18°C en vue de l'analyse physico-chimique qui sera réalisée le lendemain ou une semaine plus tard.

3.2.2. Analyse des aliments du bétail

La détermination de la composition chimique des variétés d'échantillons, récoltés au sein des deux fermes, consiste à établir les teneurs suivantes:

- La teneur en matière sèche (MS);
- La teneur en matière minérale (MM);
- La cellulose brute (CB);
- La teneur en matière azotée totale (MAT).

Avant d'effectuer les analyses, les échantillons d'aliment sont finement broyés à l'aide d'un broyeur (1-2 cm de long) et sont ensuite conservés dans des sacs hermétiques en papier.

3.2.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche

La MS constitue la partie d'un produit végétal qui reste une fois que l'eau en a été totalement extraite. Elle est conventionnellement déterminée par le poids de ce produit après dessiccation dans une étuve ventilée.

Mode opératoire

Dans une capsule en porcelaine séchée et tarée au préalable, on introduit 3 g d'échantillon à analyser. La capsule est par la suite portée à l'étuve réglée à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Après un séjour de 24 heures, la capsule est refroidie au dessiccateur, puis pesée, remise à l'étuve de nouveau et pesée. L'opération est renouvelée jusqu'à obtention d'un poids constant. La teneur en MS est donnée par la formule suivante: $\text{MS \%} = (P_2 / P_1) * 100$

P_2 : Poids de l'échantillon après dessiccation en grammes

P_1 : Poids de l'échantillon humide en grammes

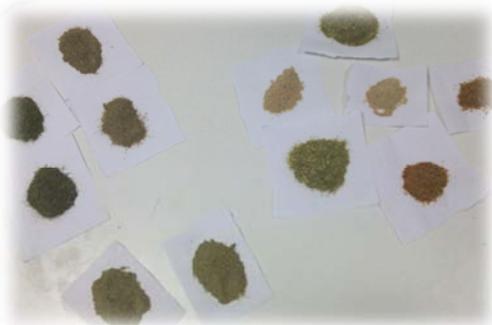


Fig.17: Préparation des échantillons
(Originale, 2018)



Fig.18: Echantillons dans les capsules
(Originale, 2018)

3.2.2.2. Détermination de la teneur en matière minérale

La MM représente la partie d'une substance alimentaire, qui reste une fois que la matière organique en a été totalement carbonisée. Elle est déterminée par calcination de l'échantillon ayant servi à la détermination de la MS.

Mode opératoire

L'échantillon précédemment obtenu pour la MS, est placé dans un four à moufle, chauffé progressivement à 200°C pendant 1 heure puis à 550°C durant 2 heures afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse. La capsule est refroidie au dessiccateur puis

pesée. Le pourcentage de matière minérale est calculé à l'aide de la formule qui suit: $MM \% = (P_3 / P_2) * 100$

P_3 : Poids des cendres en grammes

P_2 : Poids de l'échantillon obtenu précédemment en grammes



Fig.19: Echantillons après incinération dans le four à moufle (Originale, 2018)

3.2.2.3. Détermination de la teneur en matière organique

La différence entre la MS et la masse des cendres (matières minérales) correspond à la masse de matière organique. Le taux de MO dans un échantillon peut donc être donné par la différence $MO \% = 100 - MM \%$.

3.2.2.4. Détermination de la teneur en cellulose brute

La matière cellulosique constitue le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide, et l'autre en milieu alcalin (Méthode de Weende).

Mode opératoire

- Prendre 1g de l'échantillon (P_e) et l'introduire dans un ballon de 500 ml muni d'un réfrigérant, rodé sur le goulot;
- Ajouter 100 ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5g d'acide sulfurique pur;
- Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celui-ci pendant 30 minutes;
- Agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse;
- Séparer ce ballon du réfrigérant et transvaser le contenu dans un ou plusieurs tubes;
- Centrifuger et rincer à chaque fois jusqu'à clarification totale du liquide et obtention d'un pH neutre;

- Séparer le surnageant du résidu (entraîner le moins de résidu possible à chaque lavage);
- Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube à centrifuger avec 100 ml de solution bouillante contenant 12,5g d'hydroxyde de potassium puis faire bouillir durant 30 minutes comme dans la première hydrolyse;
- Filtrer le résidu obtenu sur un creuset de porosité 2 ou 3 et préalablement pesé, à l'aide d'une pompe à vide;
- Placer le creuset, contenant le résidu à l'étuve réglée à 105°C pendant 24 heures;
- Laisser le creuset refroidir dans un dessiccateur, le peser (P_1), ensuite l'introduire dans un four à moufle à 400°C durant 5 heures;
- Déposer le creuset dans le dessiccateur pour qu'il puisse refroidir et peser de nouveau (P_2).

La différence de poids entre les deux pesées représente la matière cellulosique dont une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine et les résidus hemicellulosiques.

$$\text{Teneur en CB \%} = [(P_1 - P_2) * 100] / P_e$$

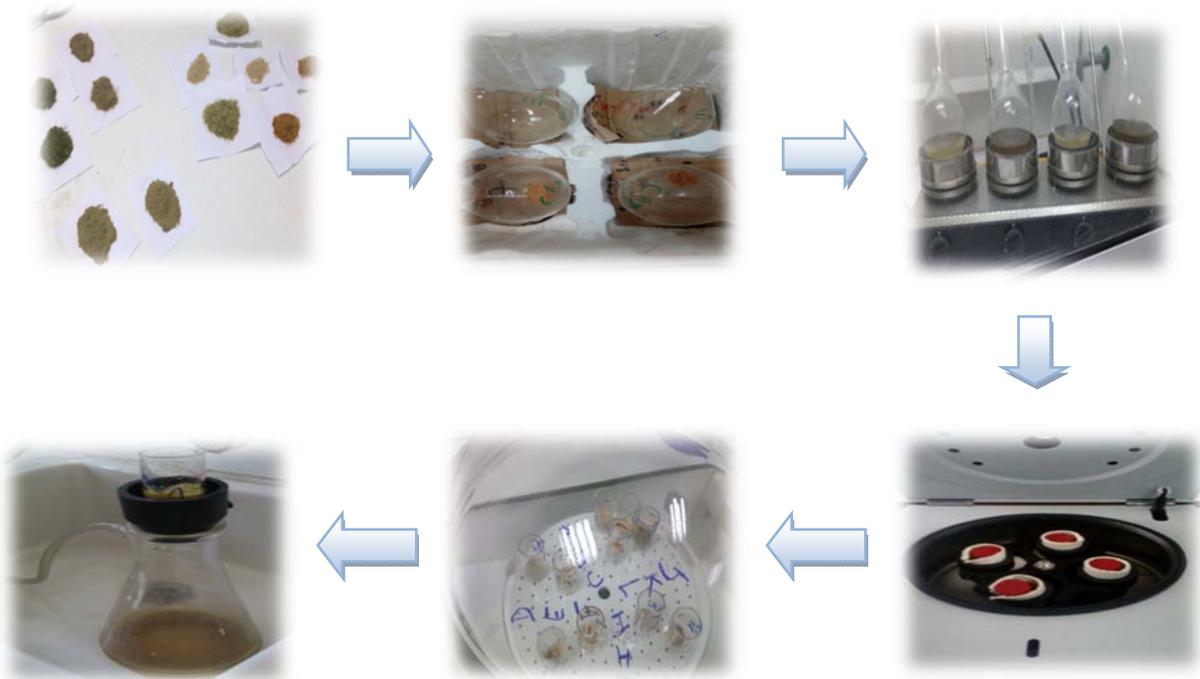


Fig.20: Protocole expérimental de la détermination de la cellulose brute (Originale, 2018)

3.2.2.5. Détermination de la teneur en matière azotée totale

L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldhal. Elle consiste à transformer l'azote organique contenu dans l'échantillon, en azote minéral (ammoniac) en présence d'acide sulfurique concentré et de catalyseur (sulfate de cuivre, sulfate de potassium et sélénium). Cette méthode est réalisée en trois principales étapes: la minéralisation, la distillation et la titration.

Mode opératoire

a) Minéralisation

- Peser 1g d'échantillon à analyser et l'introduire dans un matras de 250 ml tout en évitant que les particules adhèrent à la paroi du tube;
- Ajouter 2g de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique pur ($d = 1,84$);
- Placer le matras sur le support, le porter au minéralisateur et faire chauffer durant 3 heures à 380°C ;
- Laisser refroidir, ajouter 200 ml d'eau distillée avec précaution, agiter, laisser refroidir, verser le contenu du matras dans une fiole et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée (250 ml).

b) Distillation

- Transiter 20 ml du contenu de la fiole dans un matras, y ajouter 20 ml de soude à 35 % et le porter dans l'appareil à distillation;
- Introduire 20 ml d'acide borique et quelques gouttes d'indicateur coloré dans un bécher destiné à recueillir le distillat;
- Mettre l'appareil en position de marche et laisser l'attaque se dérouler jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100 ml.

c) Titration

- La titration s'effectue à l'aide de l'acide sulfurique N/50;
- Arrêter la titration lorsque la couleur initiale de l'indicateur coloré réapparaît;
- Noter le volume d'acide sulfurique utilisé pour la titration.

La teneur en azote total est calculée de la manière suivante:
$$N = \frac{(V_1 - V_2) * 0,0014}{P} * 100$$

V_1 : Volume de H_2SO_4 (ml)

V_2 : Volume du NaOH (ml)

P: Poids de l'échantillon sec (g)

La teneur en matière azotée totale est ainsi déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$\text{MAT} = N * 6,25$$

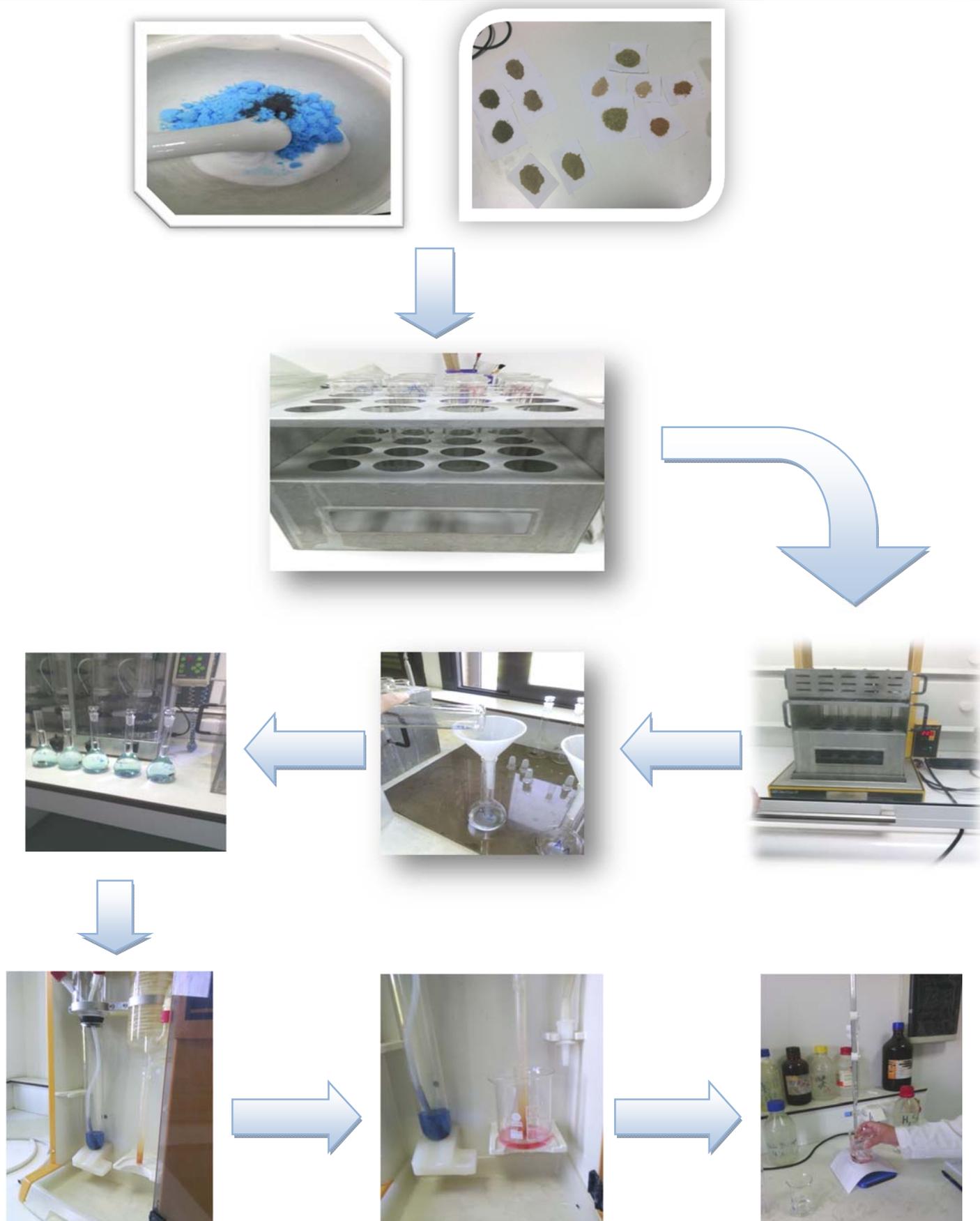


Fig.21: Protocole expérimental de la détermination des matières azotées (Originale, 2018)

3.2.3. Analyse physico-chimique des échantillons de lait

3.2.3.1. Détermination de l'acidité

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide présente dans un échantillon de lait. Cette acidité est titrée par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur et qui indique la limite de la neutralisation par changement de couleur. Le résultat est exprimé en degré Dornic.

Mode opératoire

- Remplir la burette graduée avec la solution de soude et ajuster à la graduation zéro;
- Prélever 10ml de lait et le placer dans un bécher, au moyen d'une pipette jaugée;
- Ajouter 3 gouttes de phénolphthaléine dans le lait;
- Placer le bécher sous la burette et titrer en laissant tomber goutte à goutte la solution d'hydroxyde de sodium, tout en remuant le bécher de temps à autres, et arrêter la procédure dès l'apparition d'une coloration rose pâle persistante pendant 10 secondes;
- Effectuer la lecture: nombre de dixième de millilitre de soude versé;

L'acidité est donnée en appliquant la formule qui suit: $A = V * 10$ (A: Acidité, V: Volume de soude utilisé pour la titration).



Fig.22: Détermination de l'acidité titrable du lait (Originale, 2018)

3.2.3.2. Dosage de la matière grasse

Les dosages de la matière grasse doivent être commencés le plus tôt possible. La méthode employée pour sa détermination est celle de GERBER (méthode acido-butyrométrique) et les résultats obtenus sont conventionnellement exprimés en grammes. Ce procédé est basé sur la dissolution des éléments constitutifs du lait, matière grasse exceptée, par de l'acide sulfurique. Sous l'influence de la force centrifugeuse et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool, la matière grasse se rassemble autour de la tige graduée du butyromètre.

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette, prélever 10 ml d'acide sulfurique et l'introduire dans le butyromètre;
- Prélever à l'aide d'une pipette 11ml de lait, à partir d'un échantillon bien homogénéiser et l'introduire dans le butyromètre en inclinant la pipette de façon à ce que le lait puisse s'écouler le long de la paroi, évitant ainsi qu'il se mélange prématurément à l'acide;
- Ajouter 1ml d'alcool amylique, boucher le butyromètre et par la suite l'agiter jusqu'à dissolution totale du mélange;
- Placer le butyromètre dans la centrifugeuse, bouchon vers la périphérie de cette dernière, à une vitesse de 1200 tours/mn pendant 5minutes;
- Procéder à la lecture des résultats sur l'extrémité inférieure et supérieure de la colonne, qui sont exprimés en grammes par litre (g/l);
- La formule appliquée pour la matière grasse est la suivante: $MG = B - A$ (A: lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse et B: lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse).



Fig.23: Dosage de la matière grasse (Originale, 2018)

3.2.3.3. Détermination de la densité

La détermination de la densité est réalisée à une température de 20°C, en utilisant un aéromètre spécialement adapté, appelé lactodensitomètre et qui est gradué.

Mode opératoire

- Avant de transvaser l'échantillon de lait dans l'éprouvette, celle-ci est rincée;
- Dans l'éprouvette tenue inclinée, déverser 250ml de lait, afin d'éviter la formation de bulles d'air et de mousse;

- Introduire le lactodensitomètre, doucement, dans le lait en le retenant dans sa décente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre. Celui-ci doit flotter librement dans l'eau. Ensuite, lui imprimer un léger mouvement de rotation;
- Attendre que l'équilibre soit établi puis faire la lecture de la densité au niveau supérieur du ménisque d'affleurement du lait sur la tige. Il est impératif d'indiquer la température à ce moment;
- Sachant que la prise de densité doit être effectuée à la température de 20°C, il importe d'opérer la correction dans le cas contraire, en prenant en considération la température du lait à analyser. Par conséquent, on procède de la manière suivante:
 - Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C, le lait est plus fluide, de ce fait plus léger, la densité brute doit être augmentée de 0,0002 par degré au dessus 20°C;
 - Lorsque la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C, le lait est plus visqueux, donc plus dense, la densité brute doit être diminuée de 0,0002 par degré au dessous de 20°C.

Un lait mouillé a une densité plus faible, d'autant plus proche de 1 que l'on a ajouté plus d'eau.



Fig.24: Mesure de la masse volumique au lactodensimètre (Originale, 2018)

3.2.3.4. Test d'antibiotique

La recherche de résidus d'antibiotique dans le lait cru s'effectue à l'aide du test Béta Star Combo qui permet la détection rapide des résidus de β -lactamines et de Tétracyclines, utilisés dans la prévention et le traitement des maladies infectieuses des femelles laitières, en particulier les mammites. Ce test est basé sur l'emploi de récepteurs spécifiques et d'un

support immuno-chromatographique, sous forme d'une bandelette. Celle-ci, qui en cours d'incubation; voit migrer le lait qui est à son contact en entraînant avec lui les réactifs présents à son pied. En présence d'antibiotiques (ATB), les réactifs de détection vont être complètement ou partiellement bloqués par la présence de ceux-ci. Ce faisant, l'intensité de la couleur de la réponse correspondant à la ou aux lignes ATB sera plus faible, montrant ainsi un résultat positif pour leur présence.

Mode opératoire

- Prélever la quantité de lait requise (0,2 ml) au besoin d'une pipette à usage unique;
- Transvaser cet échantillon dans le flacon récepteur, y ajouter une bandelette;
- Introduire le flacon dans un des puits de l'incubateur stabilisé à la température de 47,5°C;
- Au bout de 5 mn, temps nécessaire à l'incubation et à la migration, retirer la bandelette et procéder à la lecture;
- Sachant que la bande du haut est une bande de contrôle, qui retient tous les récepteurs servant à réaliser la bande de référence, elle sert également de référence dans la comparaison de l'intensité de couleur. Son absence signifie que le test est invalide;

De ce fait, on en conclut que le lait ne contient pas de résidus d'ATB dans le cas où les traits sont présents (test négatif). Alors que l'absence de ces derniers sur la bandelette, indique que le test est positif, le lait sera donc rejeté.



Fig.25: Test d'antibiotique Béta Star Combo (Originale, 2018)

Résultats et Discussion

1. Caractéristiques générales des exploitations

1.1. Bâtiment d'élevage

Le bâtiment d'élevage constitue un élément important en élevage bovin laitier. Sa qualité est évaluée selon son état général, ses matériaux de construction et son hygiène. En effet, les locaux d'élevage doivent d'une part faciliter l'affouragement, l'évacuation des déjections, la surveillance et le contrôle sanitaire; d'autre part, ils doivent être économiques, évolutifs et extensibles pour répondre à toute modification des conditions de travail et à toute éventuelle évolution du troupeau.

L'étable de l'exploitation B est de type traditionnel. Elle est formée d'un seul bloc où sont logées les vaches laitières, son sol est cimenté et la stabulation est libre. Alors que dans l'exploitation A, on retrouve trois bâtiments d'élevage modernes, chacun étant spécifique à une catégorie d'animaux (vaches laitières, bovins d'engraissement et génisses, veaux et velles). On note également une différence dans la gestion des deux élevages compte tenu des moyens: les équipements sont modernes chez l'un (ferme A) et traditionnels chez l'autre (ferme B).

Dans l'étable A, la stabulation est de type entravé pour les VL, ce qui assure peu de confort aux animaux. De plus, il entraîne des difficultés de vêlage et de détection des chaleurs. Il a également des répercussions sur l'hygiène du troupeau, ce dernier étant généralement plus sale. La ferme B ne possède qu'un seul bâtiment, par conséquent la séparation entre animaux d'âge ou de stades physiologiques différents, ou encore la mise en quarantaine des bêtes malades, est impossible.

Le Tableau XXI résume l'ensemble des équipements retrouvés dans les deux exploitations étudiées.

Tableau XXI: Equipements utilisés dans les deux exploitations agricoles

	Ferme A	Ferme B
Mangeoires	Couloirs d'alimentation	Traditionnels (en béton)
Abreuvoirs	Automatiques	Manuels et métalliques
Salle de traite	Néant	Néant
Machine à traire	Présente	Présente
Mélangeuse d'aliments	Présente	Néant
Enrubanneuse	Présente	Néant
Distributeur de lait pour veau	Présente	Néant

1.2. Caractéristiques du cheptel

Les races bovines élevés dans l'exploitation A sont la Holstein et la Montbéliarde alors que dans l'exploitation B, les races exploitées sont la Fleckvieh et la Montbéliarde. Tout compte fait, il semble que les deux élevages aient une orientation mixte, avec une prédominance laitière. Effectivement, la Holstein est une race de grande taille, facilement reconnaissable à la couleur de sa robe Pie Noire (PN), parfois Pie Rouge (PR). Race très précoce, elle bénéficie d'une vitesse de croissance rapide et les génisses vèlent facilement à deux ans. De plus, elle affiche les meilleures productions en lait mais également en matière protéique. Par ailleurs, la Montbéliarde qui porte une robe PR, est une race bovine de grande taille. La poitrine est profonde, le ventre est gros et le dos rectiligne. Ils traduisent une bonne capacité pulmonaire et une aptitude à ingurgiter de grandes quantités de nourriture. Le bassin présente une bonne faculté de vêlage et la mamelle est ample, bien attachée avec des trayons bien orientés. Ces critères induisent une bonne production laitière avec un risque de maladie faible et une bonne vitesse de traite.

1.3. Pratiques alimentaires

L'alimentation est l'un des facteurs les plus importants à considérer dans la variation de la courbe de lactation. La conduite alimentaire conditionne l'état sanitaire de l'animal, l'intensité d'expression de son potentiel génétique ainsi que sa fertilité.

Dans la ferme B, on note l'absence totale de pratique de rationnement conforme aux besoins des animaux. Ainsi, toutes les vaches en lactation reçoivent la même ration, indépendamment de leurs stades physiologiques et de leurs productions. L'alimentation des animaux ne répond donc pas à un plan d'alimentation rigoureux. Le problème qui se pose au sein de cet élevage est que l'éleveur ne dispose pas de parcelles pour faire pâturer ses animaux, par conséquent, il recourt à l'achat de fourrages conservés sous forme enrubannée. Lorsqu'il est disponible, le fourrage vert fauché par l'éleveur sur les terres voisines est distribué aux animaux. Ce qui représente une contrainte, vu qu'il n'est pas toujours disponible. Par contre, au sein de l'exploitation A, on note la présence d'une parcelle, laquelle est fauchée, l'affouragement n'est donc pas une contrainte pour l'éleveur d'autant plus que le fourrage est varié (trèfle, sorgho, avoine). Non seulement, le concentré utilisé pour nourrir les vaches laitières est produit par l'éleveur lui-même alors que dans l'autre exploitation il est acheté, mais il pratique également le rationnement.

La complémentation est pratiquée dans les deux exploitations, la quantité moyenne distribuée est de 4 Kg. Le concentré utilisé dans chacun des élevages est composé et diffère par sa composition chimique.

1.4. Pratiques d'hygiène

1.4.1. Hygiène de la traite et des locaux

Le lait produit est extrait mécaniquement à raison de deux fois par jour, avec un intervalle de douze heures et pour les deux exploitations. De même, avant de placer les manchons trayeurs, les trayeurs de chacune des fermes procèdent au nettoyage de la mamelle, à l'élimination des premiers jets, avant de débiter la traite.

2. Analyse des aliments du bétail

Les résultats de l'analyse des différents échantillons d'aliments destinés aux troupeaux de bovin laitier, récoltés dans les deux fermes, sont présentés dans les tableaux XX et XXI.

Tableau XXII: Composition chimique des aliments du bétail de la ferme B

Composition	MS %	MO (% MS)	MM (% MS)	MAT %	CB %
Aliments					
Carotte	80,08	92,18	7,81	10,72	7,64
Ensilage de maïs	92,73	91,65	8,35	7,98	15,71
Aliment concentré	87,95	92,68	7,32	17,5	3,38

Tableau XXIII: Composition chimique des aliments du bétail de la ferme A

Composition	MS %	MO (% MS)	MM (% MS)	MAT %	CB %
Aliments					
Avoine	90,83	90,54	9,46	12,47	31,87
Trèfle	89,60	88,33	11,67	16,19	22,33
Mélange d'aliments	90,52	89,31	10,69	15,64	12,41

L'aliment concentré distribué au sein de l'exploitation agricole B est acheté; tandis que celui de l'exploitation agricole A est produit dans une usine de fabrique d'aliments du bétail située à Tizi Rached et appartenant à l'éleveur. La formule composant ce dernier a été établie par un nutritionniste. Les aliments restants (ceux cités dans les tableaux XXII et XXIII) sont soit cultivés (ferme A), soit achetés (ferme B).

La détermination de la composition chimique des aliments présentés dans le tableau ci-dessus, nous ont permis de calculer leurs valeurs UFL et PDI en utilisant les équations (Annexe 4) préalablement établies par l'INRA (Tableau XXIV); exception faite pour la carotte, car ne nous disposons pas des formules permettant d'établir ses valeurs nutritives. Afin de pallier à cet inconvénient, le seul dénouement était d'utiliser les valeurs données dans les tables de l'INRA. De même, pour la paille ainsi que l'ensilage de maïs, les valeurs nutritives retenues sont celles de l'INRA.

Tableau XXIV: Valeurs nutritives de quelques aliments distribués dans les deux exploitations agricoles

Aliments	UFL (UF/Kg)	PDIE (g/Kg de MS)	PDIN (g/Kg de MS)
Carotte	1,08	82	61
Ensilage de maïs	0,84	64	47
Paille	0,42	44	22
Concentré	1,12	86	111

Après avoir calculé les valeurs énergétiques et azotées des échantillons d'aliment (Tableau XXIV), nous avons procédé à l'estimation de la production de lait totale permise par les aliments distribués quotidiennement dans chacune des fermes A et B (Tableaux XXV et XXVI), c'est-à-dire la production de lait produite par l'ensemble du troupeau.

La figure 26 représente la production laitière permise par la ration totale dans les deux exploitations A et B.

Tableau XXV: Production de lait permise par la ration totale dans l'élevage A

	UFL	PDIN	PDIE
Ensilage de maïs	4,2	235	320
Sorgho	1,85	96,04	181,79
Luzerne	1,43	197,64	98,82
Maïs	2,44	148	194
Orge	0,545	39,5	50,5
Son de blé	1,175	135	113,75
Soja	1,2	360	253
Total	12,84	1211,18	1211,9
Besoins d'entretien	5	400	400
Reste pour la production	7,84	811,18	811,86
Production de lait permise par la ration (L)	17,82	16,90	16,91
Production laitière totale produite par 46 VL (L)	819,59	777,38	778,03

*Ferme A: exploitation de Tizi-Rached

Tableau XXVI: Production de lait permise par la ration totale dans l'élevage B

	UFL	PDIN	PDIE
Ensilage de maïs	8,4	470	640
Paille	0,82	43,12	86,24
Carotte	2,16	122	164
Concentré	4,48	444	344
Total	15,86	1079,12	1234,24
Besoins d'entretien	5	400	400
Reste pour la production	10,86	679,12	834,24
Production de lait permise par la ration (L)	24,69	14,15	17,38
Production laitière totale produite par 32 VL (L)	790,05	452,75	556,16

*Ferme B: exploitation d'Azazga

On remarque, d'après les résultats obtenus au sein de l'exploitation A que la ration de base est équilibrée. La production laitière maximale moyenne permise par la ration est en moyenne de 16 l. Par contre, la ration distribuée aux animaux dans l'exploitation B est déséquilibrée, le facteur limitant étant l'apport azoté; par conséquent, la production laitière permise par la

ration tiendra compte de l'apport azoté. La production laitière maximale moyenne permise par la ration est en moyenne de 14 l.

Sachant que l'éleveur de l'exploitation B ne distribue que 4 Kg/J de concentré, ce qui représente une faible quantité, ainsi le reste de l'énergie est apporté par la carotte.

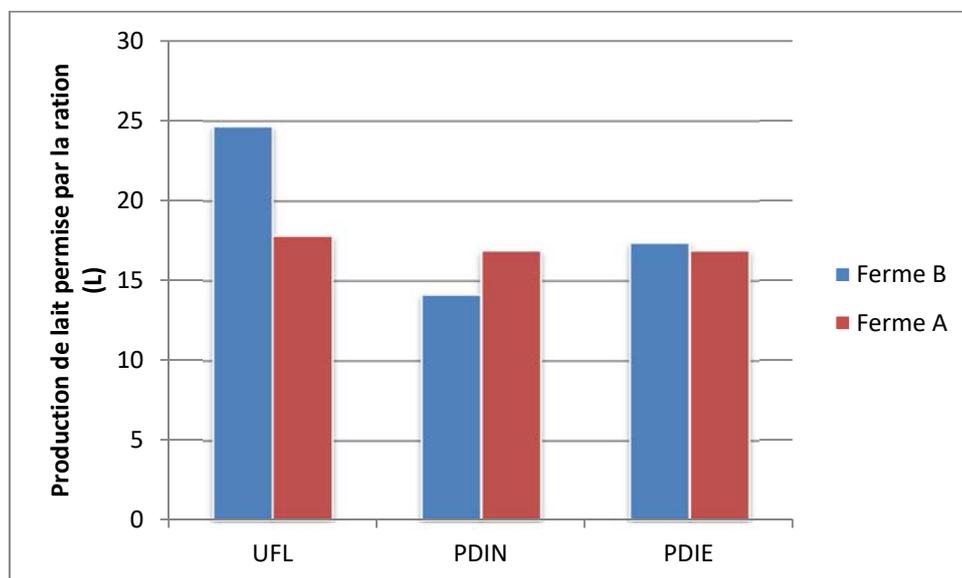


Fig.26: Production laitière permise par la ration totale dans les deux exploitations A et B

3. Analyse physico-chimique des échantillons de lait

Les résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons de lait prélevés sont illustrés dans les tableaux qui suivent:

Tableau XXVII: Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de lait provenant de la ferme A (Tizi Rached)

	Acidité	Densité	Taux butyreux (g/l)
Echantillon 1	18°D	1032,0	43
Echantillon 2	17°D	1029,6	42
Echantillon 3	17°D	1029,2	42
Echantillon 4	17°D	1029,6	42
Echantillon 5	17°D	1029,6	41
Normes	16-18°D a	1028-1034 b	35-45 c

a: Mathieu, 1998; b: Alais, 1984; c: Luquet, 1985.

Tableau XXVIII: Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de lait provenant de la ferme B (Azazga)

	Acidité	Densité	Taux butyreux (g/l)
Echantillon 1	19°D	1030,2	42
Echantillon 2	18°D	1030,2	41
Echantillon 3	18°D	1030,0	41
Echantillon 4	19°D	1029,8	41
Echantillon 5	18°D	1030,0	41
Normes	16-18°D a	1028-1034 b	35-45 c

a: Mathieu, 1998; b: Alais, 1984; c: Luquet, 1985.

3.1. Acidité

A l'exception des échantillons 1 et 4 de la Ferme B, les autres prélèvements de lait ont une acidité comprise dans les normes citées par Mathieu; ceci peut être expliqué par le respect des températures de transport, de stockage; de l'étable au laboratoire d'analyse. Selon Mathieu (1998), le lait de vache en début de lactation présente une acidité titrable de 19°D à 20°D; cette dernière est liée au climat, au stade de lactation, à la saison et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique. Ce qui pourrait justifier les résultats obtenus pour les échantillons 1 et 4 issus de l'exploitation B.

L'acidité du lait peut être un indicateur de sa qualité au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou suspecter une éventuelle fraude. Ainsi, un lait frais a une acidité variant de 16 à 18°D. Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement. L'acidité dépend également de la teneur en caséines, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale, de son activité métabolique et de la manutention du lait.

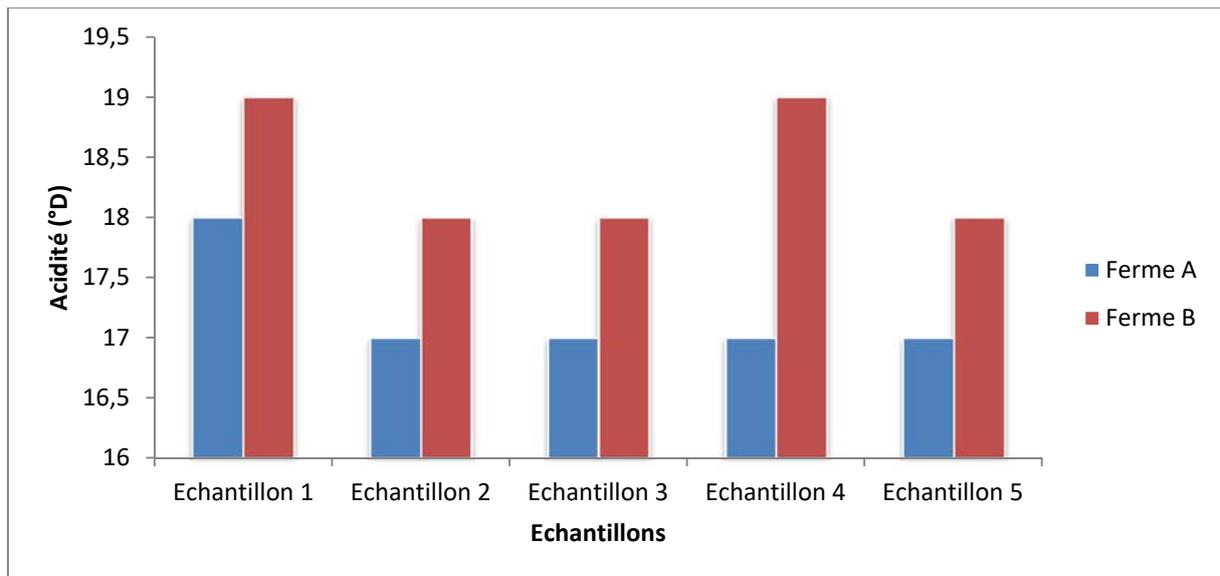


Fig.27: Variation de l'acidité des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

3.2. Taux butyreux

La teneur en matière grasse des échantillons de lait varie entre 41 et 43 g/l, et sont donc conformes aux normes. Les échantillons analysés, affichent des taux butyreux (TB) moyens (échantillon 1 de la ferme B, échantillons 2, 3 et 4 de la ferme A), des valeurs inférieures pour les échantillons 2, 3, 4 de la ferme B et les échantillons 5 provenant des deux exploitations ainsi qu'un taux élevé pour l'échantillon 1 de l'étable A.

La particularité de l'exploitation A réside dans les investissements consentis par l'exploitant en mettant en place les moyens nécessaires pour la production d'un fourrage de qualité (trèfle, sorgho, avoine). Les moyens d'irrigation utilisés (enrouleur et kit d'irrigation), en plus de la fertilisation permettent à l'éleveur de disposer, sur une longue période, d'un fourrage de qualité. Tout ceci explique le taux de MG élevé enregistré pour l'un des échantillons de cette exploitation. Les faibles taux enregistrés ne peuvent être imputés qu'aux erreurs de rationnement puisqu'il n'y a pas d'effet de dilution. Les variations du TB entre les deux fermes sont expliquées par les stratégies de production et de conduite alimentaire adoptée pour chaque exploitation. En effet, la MG du lait est produite principalement à partir d'acides gras volatils (AGV) qui sont eux même formés à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et des glucides fermentescibles (amidon). En conséquence plus la fibrosité de la ration est importante plus la production d'acide acétique est élevée et le TB dans le lait aussi.

Le TB peut augmenter de 1 à 10 g/l entre le début et la fin de la traite. Il semble que cette teneur soit la plus variable des caractéristiques physico-chimiques du lait à l'égard de sa très forte corrélation à la teneur en fourrage et à la nature des fibres des concentrés utilisés dans la

ration des VL. D'autres facteurs peuvent influencer d'une manière significative sur le TB, il s'agit de la race des vaches et des conditions d'élevage.

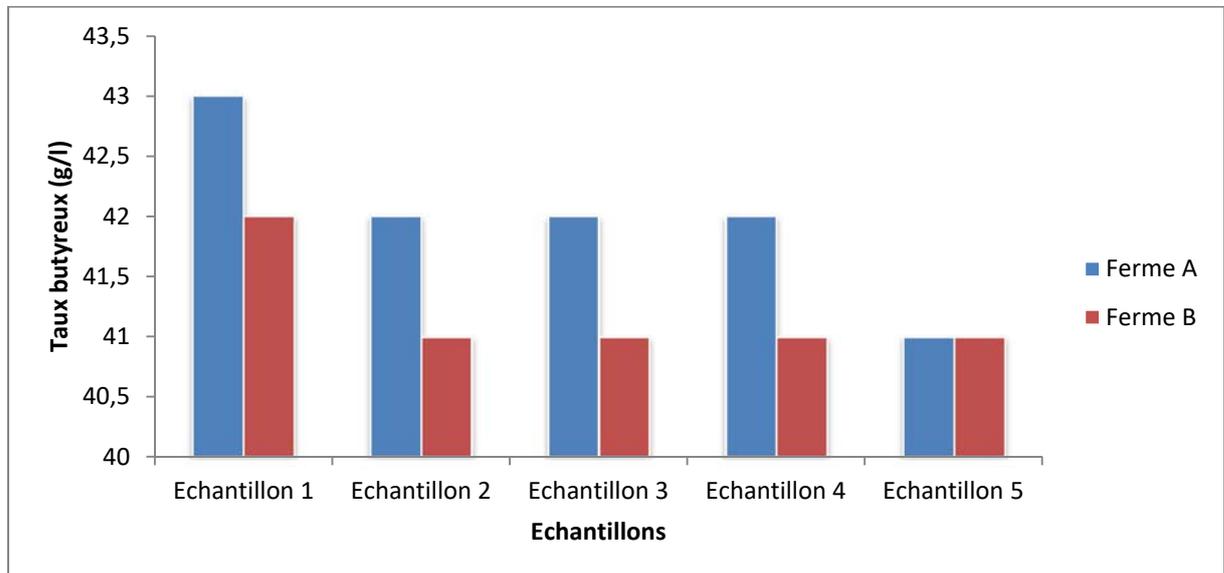


Fig.28: Variation du TB des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

3.3. Densité

Les valeurs obtenues se situent entre 1029,2 et 1032, la densité normale du lait se situant autour de 1028 à 1035, par conséquent ces résultats répondent aux normes. On constate que la plupart des échantillons ont une densité moyenne, exception faite pour l'échantillon 1 de la ferme A, qui présente la valeur la plus élevée de densité, elle est liée à sa richesse en matière sèche, et si elle est trop élevée, ceci explique que le lait est écrémé. La densité est inversement proportionnelle au taux de MG, ainsi un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1035 tandis que l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1. Par contre un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale.

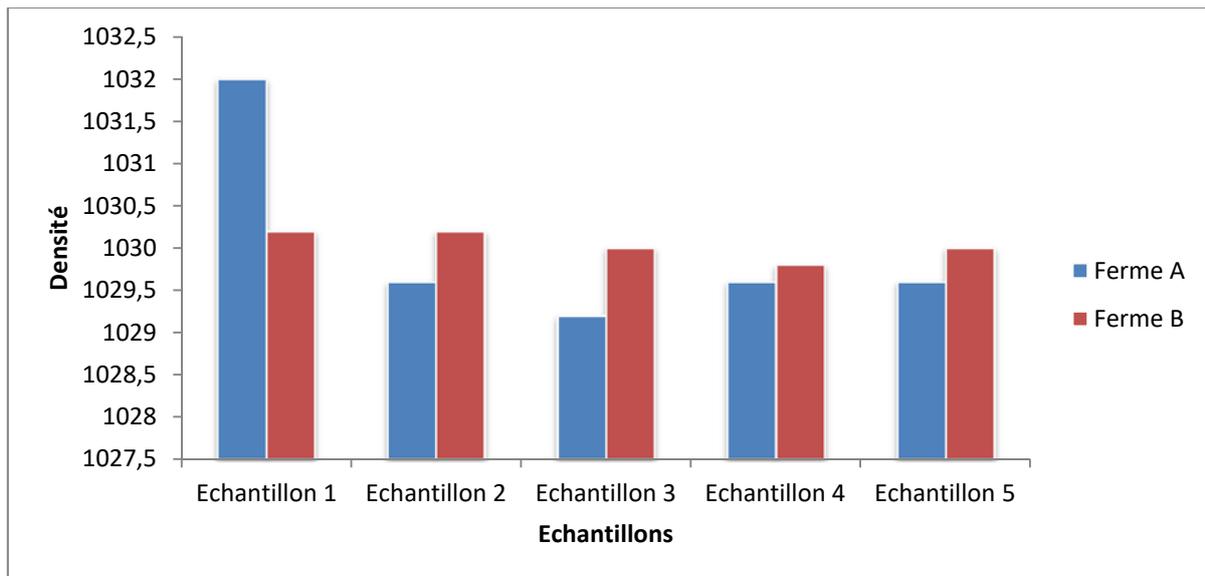


Fig.29: Variation de la densité des laits collectés dans les deux exploitations agricoles

3.4. Test d'antibiotique

Les antibiotiques sont la principale classe de médicaments vétérinaires utilisés pour le traitement des maladies infectieuses d'origine bactérienne chez les animaux producteurs de denrées alimentaires (Sanders, 2005). La dégradation de ces substances entraîne l'apparition de résidus qui sont essentiellement éliminés dans les matières fécales et l'urine des vaches, et qui peuvent même se retrouver en très faible quantité dans le lait des vaches sous traitements. La réglementation algérienne stipule que le lait cru collecté, ne doit pas contenir de résidus antibiotiques (JORA, 1993). C'est pour cette raison que le transformateur contrôle la qualité de la matière première au moment de sa réception à l'usine.

Le test d'antibiotique réalisé sur les échantillons de lait prélevés, indique l'absence de résidus antibiotiques (tests négatifs), de ce fait on en conclut que les vaches issues des deux élevages n'ont subi aucun traitement antibiotique avant la traite, par conséquent le lait collecté est de bonne qualité.

4. Production laitière

Le tableau ci-dessous reflète les résultats de la production laitière totale par mois (en litre), au sein des deux exploitations agricoles et durant la période s'étalant du mois de Janvier au mois de juin. Les résultats ont été obtenus des services de la Subdivision Agricole de la commune d'Irdjen, chargée de récolter les données des différentes exploitations agréées à la Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau XXIX: Production laitière journalière en litres dans les deux fermes A et B

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Ferme A	698,4	706,63	759,07	609,37	520,67	472,7
Ferme B	474,63	435,83	616,07	559,03	609,03	613

*Ferme A: exploitation de Tizi-Rached, Ferme B: exploitation d'Azazga

L'allure de la courbe illustrée ci-dessous (Figure 30) montre que la production laitière mensuelle de la ferme A est nettement plus élevée que celle enregistrée pour la ferme B et ce durant les quatre premier mois, de l'année en cours. Celle-ci diminue par la suite, se retrouvant clairement inférieure à la production laitière mensuelle de la ferme B. Ces résultats peuvent être attribués à de multiples facteurs dont l'alimentation. En effet, les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant; contrairement aux autres facteurs (Hoden et *al.*, 1985).

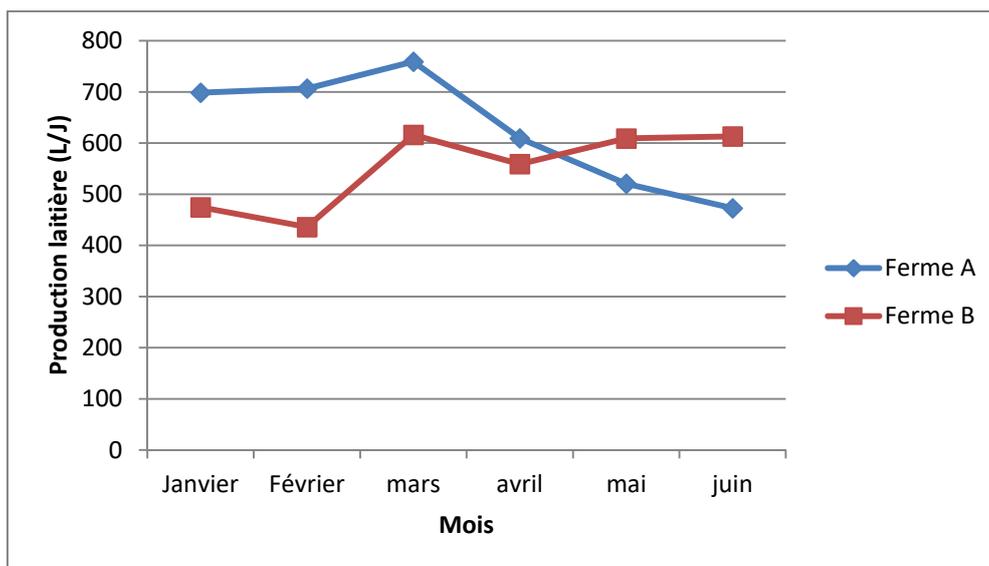


Fig.30: Production laitière journalière dans les fermes A et B

Le Tableau XXX résume les valeurs de rendement laitier obtenues pour chacune des fermes.

Tableau XXX: Rendement laitier des deux exploitations A et B

	Rendement laitier
Ferme A	14,59 L
Ferme B	17,22 L

Après avoir calculé le rendement laitier des deux fermes, on remarque que celui obtenu pour la ferme A est nettement inférieur (14,59 l) à la production permise par la ration (16 l), ceci pourrait être traduit par une mauvaise gestion de l'élevage ou encore par le fait que certaines vaches ont des troubles de la reproduction (retour en chaleur). Tandis que dans la ferme B, le rendement enregistré est supérieur (17,22 l) par comparaison à la production laitière permise par la ration (14 l). Il est important de préciser que l'estimation de la production permise dans l'élevage B, a été faite en prenant pour acquis que les aliments ont été distribués régulièrement et en quantités équivalentes à notre mesure, ce qui n'est pas évident dans les élevages.

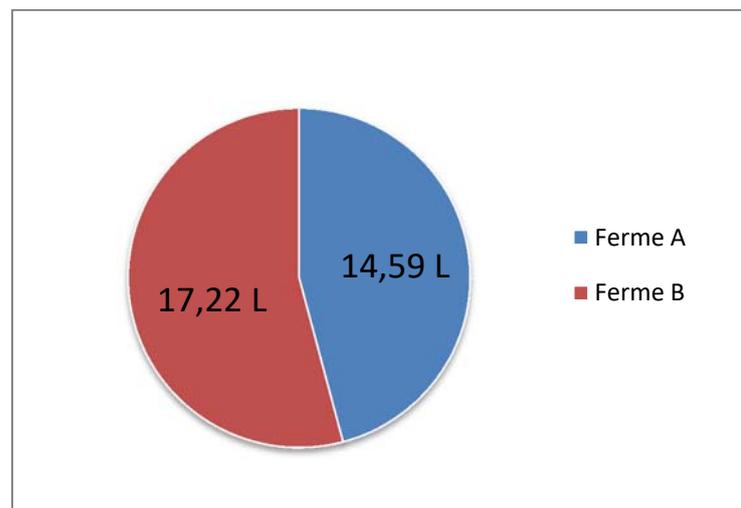


Fig.31: Rendement de la production laitière dans les deux fermes



Conclusion

Conclusion et Recommandations

L'étude comparative menée sur deux élevages bovins laitiers de la Wilaya de Tizi-Ouzou, a pour objectif d'analyser les divers paramètres se rapportant à ces élevages, d'une part; d'étudier l'effet de l'alimentation sur la variation de la production laitière. Les différentes analyses menées (analyse physico-chimique des laits et analyse des aliments du bétail), nous ont permis d'apprécier la qualité des laits, de déterminer la composition chimique des aliments, d'établir l'estimation de la production laitière pour chaque étable et ainsi la comparer à celle produite réellement.

Il en ressort de cette étude que l'élevage bovin est relativement mieux pratiqué dans l'exploitation A que dans l'exploitation B, que ce soit sur le plan de la conduite d'élevage et des rendements laitiers; et ce malgré le fait que l'alimentation mise à la disposition du troupeau dans l'élevage A soit variée (ensilage, fourrages verts, et concentré). Alors que, la ration distribuée aux animaux, dans l'élevage B, n'est pas équilibrée. Celle-ci pourrait être corrigée en apportant plus de fourrages dans la ration (légumineuses).

Les quantités qui nous ont été communiquées, n'ont pas été calculées en fonction des besoins, et pour preuve, toutes les vaches reçoivent la même ration quelque soit leur production et leurs états physiologiques.

Le faible rendement enregistré dans l'élevage A peut être dû à la faiblesse des effectifs des vaches laitières en lactation, probablement à cause des problèmes de fécondité et de fertilité, de l'état sanitaire, ce qui augmente le nombre de vaches improductives par rapport aux vaches laitières en lactation.

Les échantillons de lait analysés sont exempts d'antibiotiques, cela représente un signe de bon indicateur sanitaire, car le lait est destiné à la consommation ou à la transformation industrielle ne doit contenir aucune trace d'antibiotiques.

En plus, il ressort de cette étude que les meilleurs taux de matière grasse concernent les deux fermes. La ferme A aurait pu être la meilleure unité de production, car elle dispose de ressources fourragères importantes (en vert, en sec et en ensilage) et de moyens colossaux.

En ce qui concerne l'orientation, l'élevage B est entièrement consacré à la production laitière, ce qui n'est pas le cas dans l'élevage A qui pratique, en plus de la production laitière, l'engraissement des veaux qui sont issus au sein de cette exploitation, de même qu'il assure le renouvellement des vaches laitières réformées, par le biais des vèles également produites dans cet étable; ce qui pourrait jouer en faveur de l'exploitation B et expliquerait le fait qu'il serait plus rentable.

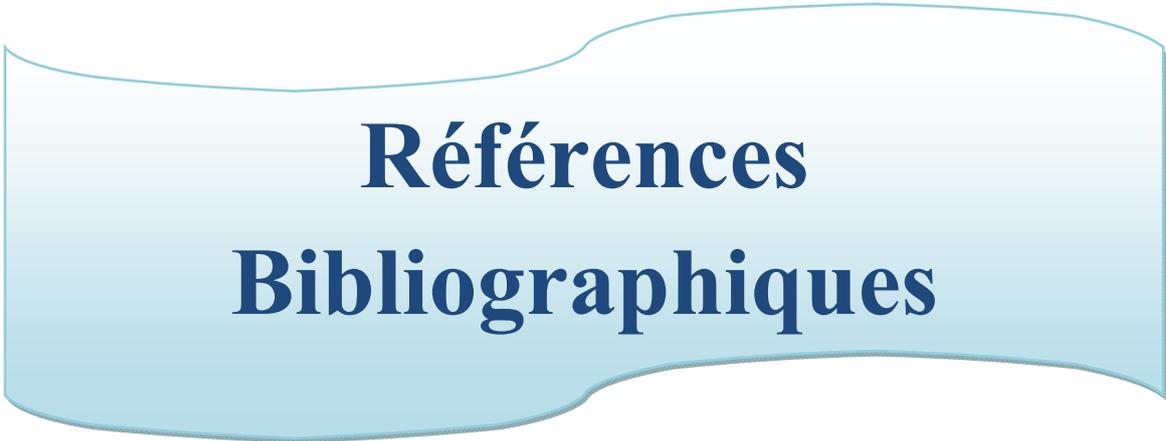
Ainsi, les inconvénients détectés au sein des deux élevages peuvent être améliorés, en modifiant quelques pratiques telles que la pratique de l'allotement, qui consiste à grouper les

Conclusion et Recommandations

vaches laitières en fonction de leurs niveaux de production et de leurs états physiologiques, pourrait être une solution pour améliorer la conduite du troupeau de l'élevage A, et permettrait d'estimer leurs besoins et de leur distribuer des rations en fonction de ceux-ci.

Afin d'améliorer la production laitière, il serait souhaitable d'améliorer les conditions de la traite, les conditions de stockage du lait, surtout en ce qui concerne l'élevage B, l'hygiène des locaux et l'alimentation des animaux.

Enfin, l'exploitation B pourrait pratiquer le rationnement et ce en vue de couvrir les besoins des bêtes, d'obtenir une meilleure production laitière en exploitant le potentiel génétique des animaux.



**Références
Bibliographiques**

Références Bibliographiques

- Aboutayeb R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers. *In* Ghaoues S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'Est Algérien. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires: Technologie Alimentaire. Constantine: Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires, 130 p.
- Agabriel G., Coulon JB., Marty J. et Chenau N. (1990).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache: Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. *INRA Prod. Anim.*, 3 (3), 137-150.
- Alais C., Linden G., et Miclo L. (2004).** Biochimie alimentaire. 5^{ème} Edition Dunod. Paris, 264 p.
- Amellal R. (1995).** La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *In* Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options méditerranéennes, Série B, N° 14, 193 p.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. et Turgeon H. (2002).** Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *In* Vignola CL. (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Edition Ecole polytechnique de Montréal. Québec, 600 p.
- Anonyme (1996).** Info-Dairy-Ingredients.com. Debotest.
- Anonyme (2003).** De la carotte pour les bovins. La France Agricole: <http://www.lafranceagricole.fr/article/de-la-carotte-pour-les-bovins-1,0,73530171.html>
- Anonyme (2016).** Composition chimique du lait. Cours SVT 1^{ère} C - Biologie - Alimentation des animaux de l'homme. Educamad: <http://mdevmd.accesmad.org/mediatek/course/view.php?id=28§ion=1>
- Araba A. (2006).** Conduite alimentaire de la vache laitière. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassen II. Rabat, 10p.
- ARVALIS (2011).** Récolte et conservation de l'herbe: http://www.afpf-asso.fr/files/fichiers/Recolte_conservation_herbe.pdf
- Barret JP. (1992).** Zootechnie générale. Edition Lavoisier. Paris, 280 p.
- Belhadia M., Saadoud M., Yakhlef H. et Bourbouze A. (2009).** La production laitière bovine en Algérie: Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du moyen Cheliff. *Revue Nature & Technologie*, N°1: 54-62.
- Bencharif A. (2001).** Stratégie des acteurs de la filière lait en Algérie: Etat des lieux et problématique. *In* CIHEAM (2001). Les filières et marchés du lait dérivés en Méditerranée:

Références Bibliographiques

état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches, N°32. Montpellier, 25-45.

Bindelle J. et Buldgen A. (2004). Utilisation des plantes à tubercules ou à racines tubéreuses en alimentation animale. *Troupeaux et Cultures Tropiques*. Vol 4, 47-50.

Bocquier E. (1985). In Coulon et al. (1991). Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4): 303-309.

Bonaïti B. (1985). Composition du lait et sélection laitière chez les bovins. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 59, 51-61.

Boujenane I. (2003). Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassen II, B.P:6446-Instituts, Rabat, Maroc.

Bourbouze A., Chouchen A., Eddebarh A., Pluvinage J. et Yakhlef H. (1989). Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. In CIHEAM (1989). Le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes: Série A, N°6. Paris, 247-258.

Bourbouze A., Couchen A., Eddebbagh A. et Yakhlef H. (1989). Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. In Mansour LM. (2015). Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: Effet de l'alimentation. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Sétif: Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 142p.

Bourgeois CM., Mescle JF., Zucca J. (1996). Microbiologie alimentaire: Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1. *Editions Tec & Doc*. Paris, 672p.

Bouri C., Chennouf S. et Mahmoudi O. (2012). Impacts de la politique de développement agricole et rural PNDA/PNDAR sur la relance économique en Algérie. *Les cahiers du MCAS*, Vol N° 8, 34-54.

Brabez F. (2011). Les contrats dans l'agriculture: cas de la filière lait. Colloque international-Algérie: cinquante ans d'expériences de développement Etat-Economie-Société, 1-11.

Bylund G. (1995). Dairy processing handbook. *Tetra Pak Processing Systems AB*. Lund, Sweden, 436 p.

Charron G. (1986). Conduite technique et économique du troupeau. Vol 2, *Edition Lavoisier*. Paris, 292 p.

Chupin D. (1974). Lactation et reproduction. In La conduite du troupeau. *Edition ITEB*. Paris, 88-96.

Références Bibliographiques

- CNIEL (2015).** L'économie laitière en chiffre. 188p.
- Coilliot JE. (1989).** Possibilité d'enrichissement des aliments en protéines. Bull. Tech. GIV. 89-3-TE-081.
- Corniaux C. (2003).** La filière lait et produits laitiers dans la région de St Louis. Rapport de synthèse. PSI-CIRAD-EMVT. Montpellier, France, Avril 2003. 52 p.
- Coulon JB. et al. (1991).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4): 303-309.
- Coulon JB. et Rémond B. (1991).** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Prod. Anim.*, 4 (1), 49-56.
- Coulon JB., Agabriel C. et Bonnefoy JC. (1995).** Effet de la forme de présentation de l'orge sur la production et la composition du lait de vache. *Ann. Zootech.*, 44, 247-253.
- Craplet C. et Thibier M. (1973).** *In* La vache alitière. 2^{ème} Edition. 720 p.
- Derby G. (2007).** Lait, nutrition et santé. *Editions Tec et Doc*, Lavoisier. Paris, 566 p. *In* Belhadi N. (2010). Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mémoire de Magister en Agronomie: Productions Animales, option Alimentation Animale et Produits Animaux. Tizi-Ouzou: Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 86 p.
- Dieng M. (2001).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Thèse de Docteur Vétérinaire. Dakar: Faculté de médecine et de pharmacie. 91 p.
- Dubois PJ. (2011).** A nos vaches-Inventaires des races bovines disparues et menacées de France. *Edition Delachaux*. 448 p.
- Dubreuil L. (2001).** L'abreuvement des animaux à l'étable. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Québec.
- Dulphy JP. et Rouel J. (1988).** Note sur la capacité d'ingestion des vaches laitières en fin de lactation. *INRA Prod. Anim.*, 1 (2), 93-96.
- El Ghezal H. (2012).** Production laitière intensive en Tunisie, séminaire 1, Institut National Agronomique de Tunisie, 25p.
- Fabre-Pradal M. (1989).** Le logement des bovins de boucherie. *In* Produire de la viande bovine aujourd'hui: Maîtrise technique et gestion des troupeaux. *Tec & Doc*. Paris, 127p.
- Faverdin P., Delagarde R., Delaby L. et Meschy F. (2007).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. *Editions Quæ*. Paris, 23-55.
- Faverdin P., Hoden A. et Coulon JB. (1987).** Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. Bull Tech CRZV Theix. INRA 70, 133-152.

Références Bibliographiques

- Favier JC. (1985).** Composition du lait de vache: Lait de consommation. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 20 (5): 355-363: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_14-15/20798.pdf
- Faye B., Landais E., Coulon JB. et Lescourret F. (1994).** Indices des troubles sanitaires chez la vache laitière: Bilan de 20 années d'observation dans 3 troupeaux expérimentaux. *INRA Prod. Anim.*, 7 (3), 191-206.
- Fredot E. (2006).** Connaissance des aliments: Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. *Editions Tec & Doc*. Paris, 613 p.
- Froc J., Gilbert J., Daliphar T. et Durand P. (1988).** Composition et qualité technologique des laits de vache Normandes et Pies Noires. *INRA Prod. Anim.* 1 (3), 171- 177.
- Froc J., Gilbert J., Daliphar T. et Durand P. (1988).** Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie Noires. *INRA Prod. Anim.*, 1 (3), 171-177.
- Gaucheron F. (2004).** Minéraux et produits laitiers. *Editions Tec et Doc*. Paris, 960 p.
- Grappin R., Lefier D., Mazerolles G. (2000).** Analyse du lait et des produits laitiers: La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques. *Technique et Documentation*. Paris, 497-540.
- Graves RE. (2003).** Qualité de vie pour la production et la reproduction des vaches laitières. *In CRAAO*, centre de référence, en agriculture et agroalimentaire du Québec, Symposium sur les bovins laitiers.
- Guiraud JP. (1998).** Microbiologie alimentaire. *Edition DUNOD*. Paris, 121 p.
- Hanzen C. (2010).** Lait et production laitière. Cours de physiologie de la reproduction de la faculté de médecine vétérinaire de Liège.
- Hoden A. (1987).** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. *Bull. Tech. CRZV Theix, Edition INRA*, 35-62.
- Hoden A., Coulon JB., et Faverdin PH. (1988).** Alimentation de la vache laitière. *In Jarrige R. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA Edition*. Paris, 158p.
- Hoden P. et Coulon H. (1991).** Composition chimique du lait. <http://www.2.vet.lyon.fr>
- INRA (2004).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des polygastriques. *Edu-cagri Edition*. 296-323 p.
- ITELV (2013).** Dynamiques de développement de la filière lait en Algérie. *Bulletin Infos Elevages*, 4 p.
- Jarrige R. (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. *Ed. INRA*. Paris, 471 p.
- Jarrige R. (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. *Edition INRA*. Paris, 476 p.
- Jean C. et Dijon C. (1993).** Au fil du lait. *Edition ENESAD*. Bourgogne, 389 p.

Références Bibliographiques

- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brulé G. (2008).** Les produits laitiers, 2^{ème} Edition Lavoisier. Paris, 185 p.
- Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brulé G. (2006).** Science des aliments: Technologie des produits alimentaires. Tome 2. Editions Tec et Doc. Paris, 456 p.
- Jensen RG. et Neville MC. (1995).** Handbook of milk composition. Editions Academic Press. New York, 919 p.
- Journet M. et Chilliard Y. (1985).** Influence de l'alimentation sur la composition du lait (taux butyreux, facteur génétique). Full. Tech. CRZV Theix INRA, N°60, p 13-23.
- Kacimi El Hassani S. (2013).** La dépendance alimentaire en Algérie: importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution? *Mediterranean Journal of Social Sciences*. Vol 4, N°11, 152-158.
- Lamontagne M., Champagne CP., Ausseur L. (2002).** Produits laitiers fermentés. *Science et technologie du lait*: 443-468.
- Larpent JP. (1997).** Microbiologie alimentaire: techniques de laboratoire. *Technique et documentation*. Paris, 273 p.
- Lazar L. (2014).** Effet de l'alimentation de la vache sur la qualité du lait. Mémoire de Master en production et amélioration végétale. Tlemcen: Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 100 p.
- Le Hir A. (2001).** Pharmacie galénique: Bonnes pratiques de fabrication des médicaments. 8^{ème} Edition Masson. 402 p.
- Lossouarn J. (2003).** Stratégies dans les filières animales, *INRA Prod. Anim.*, 16 (5): 317-324.
- MADRP (2009).** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Communication sur le développement de la production laitière.
- Makhlouf M. et Montaigne E. (2016).** La dynamique du marché mondial des produits laitiers. *Livestock Research for Rural Development*, Centro para la Investigación en Sistemas Sostensibles de Producción Agropecuaria, 28 (10), 1-11.
- 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.*, 45, 29-40.
- Mansour LM. (2015).** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: Effet de l'alimentation. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Sétif: Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 142p.
- Martinet J. et Houdebine LM. (1993).** Biologie de la lactation. Edition INRA-INSERM. 597 p.

Références Bibliographiques

- Mason ES. (1939).** Price and production policies of large scale enterprise, *American Economic Review*, Vol. 29, N°1:61-74. In Bencharif A. et Rastoin JL. (2007). Concepts et méthodes de l'analyse de filières agro-alimentaires: Application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie. *Libéralisation commerciale agricole et pays en voie de développement: des effets attendus aux impacts effectifs, 4 enjeux décisifs*. N°7: 1-23.
- Mathieu J. (1997).** Initiation à la physico-chimie du lait. *Editions Lavoisier*. Paris, 214 p.
- Meschy F. et Guéguen L. (1992).** Alimentation des vaches laitières: Comparaison des recommandations d'apports en minéraux. *INRA Prod. Anim.*, 5 (4), 283-288.
- Meyer C. et Denis JP. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. *Edition CIRAD*, 314 p.
- Mezani (2000).** Le lait: Une politique dévastatrice. *Agroligne* N°3, 10-11.
- Miller RH., Emanuelsson U., Persson E., Brolund L., Philipsson J. et Funke H. (1983).** Relationship of milk somatic cells counts to daily milk yield and composition. *Acta Agric. Scand.*, 33, 209-223.
- Nebel RL. et McGilliard ML. (1993).** Interaction of high milk yield and reproduction performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76 (10), 3257-3268.
- OCDE/FAO (2016).** Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025. *Edition OCDE*. Paris, 12 p.
- Peters R., Chapin LT., Emery RS. Et Tucker HA. (1981).** Milk yield, feed intake. Prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplemental light. *J. Dairy Sci.* 64, 1671-1678.
- Phillips CJC. et Schofield DSA. (1989).** The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.*, 48, 293-303.
- Piveteau P. (1999).** Métabolisme du lactate et des sucres par les bactéries propioniques laitières: une revue. *Le lait*. 79 (1): 23-41.
- Pointurier H. (2003).** La gestion matières dans l'industrie laitière. *Editions Tec et Doc*. Paris, 388 p.
- Pougheon S. (2001).** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse de docteur vétérinaire. Toulouse: Université Paul-Sabatier. 102 p.
- Pougheon S. et Goursaud J. (2001).** Le lait: Caractéristiques physicochimiques In Derby G. (2001). Lait, nutrition et santé. *Tec & Doc*. Paris, 566 p.
- Rémond B. (1987).** Influence du stade de lactation et de l'âge sur la composition chimique du lait. In Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait

Références Bibliographiques

de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA *Prod. Anim.*, 4 (3), 219-228.

Richard J. (1987). Le lait matière première de l'industrie. In Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de 3 marques de lait U.H.T (Candia, Obeï et Hodna). Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Constantine: Université des Frères Mentouri. 57 p.

Rivière R. (1991). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, France: la documentation française.

Rossetti C. et Jarrige R. (1957). Etudes sur les variations de la richesse en constituants azotés des laits de vache. Station de Recherche sur l'Elevage, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas, Ann Zootech.

Salgado P. (2003). Rapport sur le rationnement alimentaire des vaches laitières de la ferme d'Etat à Da Lat. CIRAD. Département Elevage et Médecine Vétérinaire, 9 p.

Schultz MM., Hansen LB., Steuernagel GR. et Kuck AL. (1990). Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73, 484-493.

Sérieys F. (1989). Les mammites des vaches laitières. Collection: Le point sur ITEB, 149 rue de Bercy, Paris.

Sérieys F. (1997). Le tarissement des vaches laitières. 2^{ème} Edition France Agricole. Paris, 352 p.

Sérieys F. Auclair J. et Poutrel B. (1987). Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait. In CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, Paris, 161-170.

Soltner D. (1989). La reproduction des animaux d'élevage. *Edition Collection science et technique agricole.* Paris, 228 p.

Soukehal A. (2013). Dossier filière lait: Comment atteindre l'autosuffisance en 10 ans! Revue Perspective N° 9- 3^{ème} trimestre 2013. 23-29.

Stanisiewski EP., Mellenberger RW., Anderson CR. et Tucker HA. (1985). Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 68, 1134-1140.

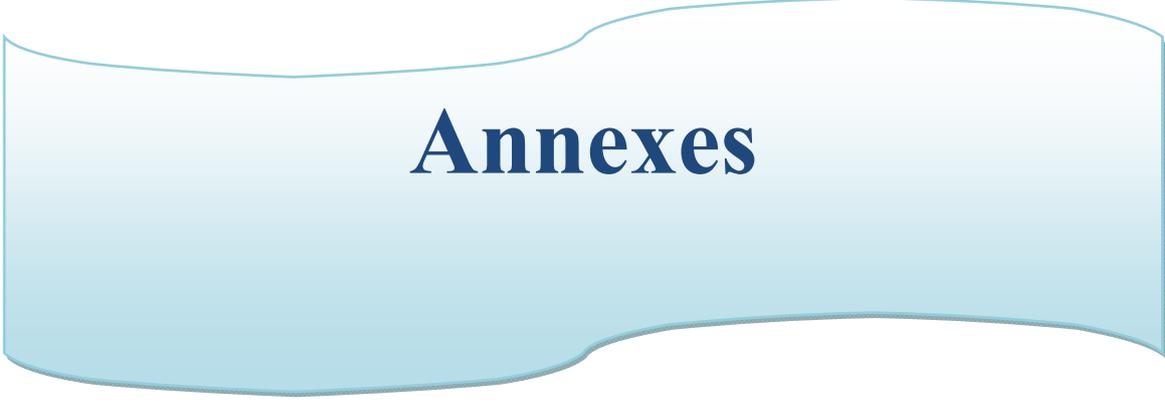
Stoll W. (2003). Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. RAP Agri. N° 15, Vol 9, Suisse.

Sutton JD. (1989). Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72, 2801-2814.

Taylor V. (2006). Indices de mammites: facteurs combinés justifiant une intervention. L'avance de programme d'assurance de qualité de lait: <http://MAAAROag.info.omafra@ontario.ca>

Références Bibliographiques

- Tucker HA. (1985).** In Coulon et al. (1991). Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4): 303-309.
- Veisseyre R. (1975).** Technologie du lait: Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} Edition *La maison rustique*. Paris, 714 p.
- Vignola CL. (2002).** Science et technologie du lait: Transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal. ISBN: 29-34. 600 p.
- Walstra P., Wouters JT., Geurts TJ. (2005).** Dairy science and technology. *CRC Press*. Floride.
- Walter S. (2001).** Optimiser la préparation de la vache à sa nouvelle lactation. Station fédérale de recherches en productions: animales.info@rap.admin.
- Wattiaux MA. (1998).** Composition et valeurs nutritives du lait: lactation et récolte du lait. Institut Babcock. In Boukir M. (2007). Relations entre les modalités de productions bovines et les caractéristiques du lait: Cas des exploitations laitières de la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. El Harrach: Institut National Agronomique. 112 p.
- Wattiaux MA. et Howard WT. (2017).** Aliments pour vaches laitières. *Essentiels laitiers*. 1-4.
- Wolter R. (1994).** Alimentation de la vache laitière. 2^{ème} Edition. 255p. In Mansour LM. (2015). Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: Effet de l'alimentation. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Sétif: Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 142 p.
- Wolter R. (1997).** Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} Edition *France Agricole*. Paris, 259 p.
- Zelter Z. (1953).** Le rôle nutritionnel chez la vache en lactation, des acides acétiques et butyriques formés au cours de l'ensilage. *Ann. Zootech.*, (43), 104-147.



Annexes

Préparation des solutions et réactifs

a) Préparation du catalyseur

- Dans un mortier, épandre:
 - 250g de sulfate de potassium
 - 250g de sulfate de cuivre
 - 2g de sélénium
- Mélanger le tout à l'aide d'un pilon;
- Préserver dans un pot en vue de son utilisation.

b) Préparation de la solution d'hydroxyde de potassium à 35%

- Peser 350g de soude à l'aide d'une balance électronique et la transvaser dans une fiole;
- Ajouter 1 L d'eau distillée tout en menant cette opération sous le robinet afin d'éviter le dégagement de chaleur;
- Mélanger la solution obtenue.

c) Préparation de l'indicateur coloré

- Peser 0,2g de rouge de méthyl à l'aide d'une balance, le déverser dans un bécher et y ajouter 100 ml d'alcool;
- Prendre 0,1g de bleu de bromocrésol, le déverser dans un bécher et y ajouter 100 ml d'alcool;
- Prélever respectivement 75 ml et 25 ml des solutions de bleu de bromocrésol ainsi que de rouge de méthyl, dans un autre bécher, mélanger le tout.

Composition du concentré de production de l'exploitation agricole A en kilogramme

Composant	Ration pour une vache	Ration pour 42 vaches
Ensilage de maïs	7,5	315
Sorgho	3,5	147
Luzerne	2,75	115,5
Total	13,75	577,50
Céréale de maïs	2	84
Orge céréale	0,5	21
Son de blé	1,25	52,5
Soja	1	42
Calcaire	0,125	5,25
CMV	0,05	2,1
Phosphate	0,05	2,1
Total	4,975	208,95

Questionnaire

1. Présentation de la ferme

- Nom de l'éleveur:
- Localisation:

2. Caractéristiques du troupeau

- Taille du cheptel:
- Races:
- Quantité moyenne de lait produit: Litres/jour
- Troupeau laitier ou boucher

3. Alimentation

- Composition de la ration:
- La ration, est-elle la même pour tout le cheptel? Oui Non
- Si non, précisez les critères de différenciation:
- La ration est-elle permanente durant toute l'année? Oui Non

Saison	Ration de base	Complémentation
Eté		
Automne		
Hiver		
Printemps		

- Pratiquez-vous les cultures fourragères? Oui Non
- Espèces
- Quel mode de conservation utilisez-vous?

4. Production

- Quel est le mode de traite? Manuel Mécanique
- Comment préparez-vous la mamelle à la traite?
- Est-ce que vos vaches reçoivent du concentré? A quel moment?
- Durée de la traite? ≤ 10 mn ≥ 10 mn
- Fréquence de la traite?
- Y a-t-il des variations dans la durée de la lactation? Oui Non
 - Saison de vêlage
 - Race
 - Age
 - Alimentation

Annexe 4

Equations utilisées pour déterminer la valeur nutritive des aliments du bétail

Type d'aliments	N	Equations	R ²	ETR
Digestibilité de la matière organique (dMO)				
Fourrages verts				
Graminées	874	$dMO = 90,8 - 0,091CB + 0,035MAT$	0,60	3,4
Légumineuses	172	$dMO = 95,5 - 0,101CB$	0,71	3,5
Ensilages				
Graminées	85	$dMO = 114,5 - 0,153CB$	0,52	3,8
Aliments concentrés composés	83	$dMO = 87,9 - 0,258 ADL$	0,66	2,8
Digestibilité de l'énergie (dE)				
Fourrages verts				
Graminées et légumineuses	59	$dE = 0,957dMO - 0,068$	0,99	0,6
Ensilage de maïs	27	$dE = 1,001dMO - 2,86$	0,96	0,7
Aliments concentrés	250	$dE = dMO - 2,90 + 0,0051MAT$	0,12	2,0
ADL				
		$ADL = 1,8 + 0,3 \times CB$		
ADF				
		$ADF = 76 + (0,83 \times CB)$		

Annexe 4

Valeur énergétique				
		$UFL = ENL/1700$		
		$ENL = EM \times K1 \text{ en Kgcal/Kg}$		
		$K1 = 0,60 + 0,24(q - 0,57)$		
		$EM = EB \times dE \times (EM/ED) \text{ en Kgcal/Kg}$		
Valeur azotée				
		$PDIN = PDIA + PDIMN \text{ g/Kg}$		
		$PDIE = PDIA + PDIME$		
		$PDIA = MAT \times (1,11 \times (1 - DT)) \times dr$		
		$PDIMN = MAT \times (1 - 1,11(1-DT)) \times 0,9 \times$ $0,8 \times 0,8$		
		$PDIME = MOF \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8$		
		$MOD = MO \times dMO$		

Résumé

Cette étude a pour objectif la comparaison de la conduite de deux élevages de bovins laitiers dans la wilaya de Tizi-Ouzou, d'analyser leurs différentes caractéristiques (conduite du troupeau, pratique des cultures fourragères...), et d'étudier l'effet de l'alimentation sur la variation de la production laitière.

Un suivi de l'élevage a été réalisé, et des échantillons de lait ont été prélevés en vue de l'analyse physico-chimique et ce dans le but d'évaluer la qualité de la production laitière. Une analyse de la composition chimique des échantillons d'aliments distribués dans chacune des exploitations a également été effectuée.

Les résultats obtenus montrent que la plupart des échantillons de lait sont conformes aux normes préalablement établies, que plusieurs facteurs sont à l'origine de la variation de la production laitière, que se soit en termes de quantité ou de qualité.

Mots-clés :

Bovin Laitier, alimentation, production laitière, qualité, élevage.

Abstract

This study aims at the comparison of the control of two breedings of dairy cattle in the wilaya of Tizi-Ouzou, to analyze their various characteristics (led herd, practical of the fodder cultures), and to study the effect of the food on the variation of the dairy production.

A follow-up of the breeding was carried out, and of the milk samples were taken in seen physicochemical analysis and this with an aim of evaluating the quality of the dairy production. An analysis of the chemical composition of the food samples distributed in each exploitation was also carried out.

The got results show that most milk samples are in conformity with the beforehand established standards, and that several factors are at the origin of the variation of the dairy production, whether is in terms of quantitiy or quality.

Keywords:

Dairy cattle, food, dairy production, quality, breeding.