

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master académique.
Spécialité : Nutrition animale et produits animaux.

Thème

**Estimation de l'efficacité alimentaire chez la
vache laitière dans la région de Draa El
Mizan à Tizi-Ouzou.**

Présenté par : M^{me} CHEMLOUL NADJIA

Devant le jury:

Président :	Mouhous A.	Maître de conférences B	UMMTO
Promoteur :	Kadi S.A.	Maitre de conférences A	UMMTO
Examinatrice :	Dorbane Z	Doctorante	E.N.S.V

Promotion : 2015/2016

Remerciements

Avant tout, je remerciée Dieu tout puissant de m'avoir accordé la santé le courage et les moyens pour suivre mes études et pour la réalisation de ce travail.

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

*En premier lieu, j'exprime ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mon promoteur Monsieur **Kadi S.A.**, Maître de conférences au département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa disponibilité, son dévouement et sa patience. Merci pour toutes vos remarques et vos conseils qui étaient vraiment utiles pour moi.*

Mes sincères remerciements s'adressent également à :

Monsieur Mouhous A., Maître de conférences au département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

Mademoiselle Dorbane Z., Doctorante au département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté d'examiner mon travail et de faire partie du jury.

Je témoigne toute ma reconnaissance à :

Mon oncle Ali, que grâce à lui j'ai pu finir mon travail et m'accéder aux éleveurs. Egalement de m'avoir acheminé aux différentes exploitations, je le remercie profondément pour sa patience, sa compréhension, pour sa bonne humeur inébranlable et sa vision de l'agriculture.

Aux éleveurs ayant accepté de participer à l'enquête, qui m'on bien accueilli au niveau de leurs exploitations et pour la qualité de leur accueil et leur patience.

Mes parents, mon mari et l'ensemble de ma famille et de mes proches, qui ont participé de près ou de loin à ce cheminement.

Mes sœurs, mes amies et tous ceux que j'oublie.

Dédicace

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

- *Mon cher mari, Mouhamed pour son aide précieuse, sa persévérance toute au long de mon projet et sans soutien sans limite.*
- *Mes parents et belle mère, que le bon dieu leurs accorde tous santé bonheur et une longue vie.*
- *Mon très cher bébé, qui n'est pas encore venu au monde et que j'attends avec une grande joie.*
- *Mon oncle Ali, qui ma beaucoup aidé pour la réalisation de ce mémoire.*
- *Mes chères sœurs et mes belles sœurs.*
- *Tous mes proches et mes amies.*
- *Ma copine Nacima et mes cousines Sabrina et Siham.*
- *Tous ceux qui m'ont aidé tout le long de ce mémoire.*

NADJIA

Table des matières

Liste des tableaux et des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie Bibliographique

Chapitre I : Alimentation des vaches laitières

I. Anatomie et physiologie de l'appareil digestif des ruminants	3
I.1. Introduction.....	3
I.2. Anatomie de l'appareil digestif.....	4
I.3. Physiologie digestive	5
II. La microflore du rumen et son importance	6
II.1. Les bactéries	6
II.2. Les protozoaires.....	6
II.3. les champignons	7
II.4. Importance de la microflore.....	7
III. La digestion des aliments chez les ruminants.....	8
III.1. La digestion des glucides	8
III.2. La digestion des lipides	8
III.3. La digestion des matières azotées	9
IV. Les besoins des ruminants et les apports recommandés	9
IV.1. Les Besoins nutritifs de la vache.....	9
IV.1.1. Besoins d'entretien.....	10
IV.1.2. Dépenses de production	10
A. Croissance et reconstitution des réserves corporelles	11
B. Les besoins de gestation	11
C. Besoins de production laitière	12
IV.2. Les apports recommandés chez la vache laitière	13
IV.2.1. la couverture des besoins énergétiques	13
IV.2.2. Les apports recommandés en azote.....	14
IV.2.3. Les apports recommandés en minéraux et vitamines.....	14
A. Minéraux.....	14

B. Les vitamines	15
V. Les aliments utilisés en alimentation des vaches laitières	15
V.1. Les fourrages	15
V.1.1 Les fourrages verts	15
V.1.1.1. Composition botanique de la prairie et qualité de l’herbe.....	15
V.1.1.2 Stade/cycle de végétation et qualité de l’herbe	16
V.1.2 Les ensilages.....	17
V.1.3 Les fourrages secs	18
V.1.3.1. Le foin	18
V.1.3.2. La paille	19
V.2. Les concentrés	20

Chapitre II : Efficacité alimentaire chez les vaches laitières

I. Définition.....	21
II. Contexte.....	21
III. Calcul de l’efficacité alimentaire.....	22
IV. Objectifs	23
V. Limites	23
VI. Facteurs de variation de l’efficacité alimentaire	24
1. Facteurs liés à l’animal	25
a) La capacité d’ingestion.....	25
b) Besoin d’entretien	26
c) Stade et rang de lactation	27
d) Etat de santé du rumen	28
e) Génétique	28
2. Facteurs liés à l’aliment.....	28
a) L’abreuvement	28
b) La valeur d’encombrement des fourrages	29
c) La digestibilité de la ration.....	29
d) Qualité des fourrages.....	30
e) Granulométrie.....	30

3. Facteurs liés à l'environnement.....	31
a) Le climat.....	31
b) Le bien-être	31
VII. Conclusion.....	32

Partie pratique

I. Objectif.....	33
II. Matériels et méthodes.....	33
II.1. Région d'étude.....	33
II.2. Enquête	34
II.3. Le choix des zones.....	34
II.4. Le choix des exploitations	34
II.5. Réalisation du questionnaire.....	35
II.6. Déroulement de l'enquête.....	36
II.7. Traitement des données	36
II.8. Estimation de l'efficacité alimentaire.....	36
III. Résultats et discussions	40
III.1. Caractéristiques des exploitations	40
III.1.1. Localisation des exploitations	40
III.1.2. La situation juridique des exploitations	40
III.2. Présentation de l'élevage.....	41
III.3. Caractéristique des vaches laitières.....	42
III.3.1. Races exploitées	42
III.3.2. Stade physiologique des races exploitées.....	42
III.3.3. Période de tarissement et l'intervalle entre vêlage-vêlage	43
III.4. Conduite de l'alimentation	44
III.4.1. Distribution de fourrage vert	44
III.4.2. Distribution de fourrage sec	45
III.4.3. Distribution de la paille	46
III.4.4. Distribution de l'ensilage	46
III.4.5. Distribution de concentré (complémentation).....	47
III.4.6. L'abreuvement et l'utilisation de la pierre à léché	48

III.5. Ambiance d'élevage	48
III.6. Hygiène et prophylaxie	49
III.7. La production laitière	49
III.8. Les quantités totales de matière sèche ingérée.....	51
III.9. Estimation de l'efficacité alimentaire.....	52
IV. Discussion générale.....	54
Conclusion.....	57

Références bibliographiques.

Annexe.



*Listes des tableaux et
des figures*

Liste des tableaux

Tableau 1 : besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée en fonction de son poids vif) (INRA, 1988).....	10
Tableau 2 : besoins journaliers de gestation (au dessus d'entretien) pour un veau de 45 kg à la naissance : (INRA, 1988).....	11
Tableau 3: corrections à apporter à la valeur énergétique des rations pour tenir compte des interactions digestives. Apports UFL par vache et par jour en supplément de la valeur énergétique calculée de la ration (INRA, 1988).....	13
Tableau 4 : apports recommandés en éléments minéraux majeurs, en g/kg MS totale (INRA/ITEB/EDE, 1981).....	14
Tableau 5: Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'herbe nécessaires pour satisfaire les besoins d'une vache laitière avec une production de 20 kg de lait à 4 % de MG au pâturage (adapté de Decruyenaere et Belge, 2006).....	17
Tableau 6: Objectif d'efficacité alimentaire selon le stade de lactation (Andrieu, 2012).....	23
Tableau 7: localisation des exploitations enquêtées.....	40
Tableau 8: résultats de l'efficacité alimentaire.....	52

Liste des figures

Figure 1: schéma représentant les différents facteurs influençant la CI chez la vache laitière (Delaby <i>et al</i> , 2009).....	26
Figure 2 : répartition des éleveurs selon leur situation juridique.....	40
Figure 3 : répartition des éleveurs selon le nombre de têtes qu'ils possèdent.....	41
Figure 4: les différentes races exploitées au niveau des exploitations enquêtées.....	42
Figure 5: répartition des éleveurs selon la période de tarissement.....	43

Liste des tableaux et des figures

- Figure 6 :** Répartition des exploitations par classe de quantité du vert distribué quotidiennement au printemps aux vaches laitières..... 45
- Figure 7:** Répartition des éleveurs selon les quantités de sorgho distribué quotidiennement en été aux vaches laitières..... 45
- Figure 8:** Répartition des éleveurs selon le type de foin distribué aux vaches laitières..... 46
- Figure 9:** Répartition des exploitations par classe de quantité de concentré distribué quotidiennement aux vaches laitières en lactation..... 47
- Figure 10:** Fréquence d'abreuvement des animaux au niveau des exploitations enquêtées..... 48
- Figure 11 :** répartitions des exploitations par classes des quantités de lait produites quotidiennement par vaches laitières..... 51

Abréviations

%: pourcentage

AGV : acide gras volatil

ATP: adénosine triphosphate

AFZ : Association Française de Zootechnie

C°: degré Celsius

C2: acide acétique

C3: acide propionique

C4: acide butyrique

Ca: calcium

CI : capacité d'ingestion

Cl: chlore

CIRAD : Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le développement.

DEM : draa el-mizan.

DSA : direction de service agricole.

DVE : DarmVerteerbaar Eiwit

EA : efficacité alimentaire.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture

g: gramme

Ha : hectare.

INRA : Institut National de Recherche Agronomique, Français

INRAA : institut National de Recherche Agronomique, Algérie

ITEBO : Institut Technique de l'élevage Bovin et Ovin

J: jour

K: potassium

Kg: kilogramme

Liste des abréviations

Km : kilomètre.

L : litre

MAT: matière azotée totale

Max : maximum.

MB : matière brute.

MG: matière grasse

Min : minimum.

Mm : millimètre.

MO: matière organique

MS: matière sèche

MSI: matière sèche ingérée

Na: sodium

NDF: neutral detergent fiber

NEC : note d'état corporelle

NH3: ammoniac

P: phosphore

PDI: protéines digestibles dans l'intestin grêle

PDIE : protéines digestibles dans l'intestin permise par l'énergie

PDIM : protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne

PH : potentiel d'hydrogène

PV : poids vif

RGA : Recensement Général de l'Agriculture

SAU : surface agricole utile.

TB: taux butyreux

TG : taux de germes.

TP : taux protéique

TP : tour de poitrine.

Liste des abréviations

UEL : unité d'encombrement lait

UFL: unité fourragère lait

UI : unité internationale

VEM : Voeder Eenheid voor Melk

VL : vache laitière.

Introduction

INTRODUCTION

Les vaches laitières sont de plus en plus performantes, leur alimentation est de mieux en mieux connue. L'éleveur, dans son intérêt et dans celui de ses fournisseurs de services, vise obligatoirement à la rentabilité. Pour cela, il utilise un outil génétique souvent perfectionné et performant ; il doit maîtriser l'alimentation qui contrôle l'expression du potentiel génétique et conditionne conjointement la productivité (elle traduit beaucoup mieux l'excellence conduite de l'élevage qui favorise la rentabilité), la reproductivité et la santé de la vache, est et reste le poste de charge le plus conséquent dans une exploitation laitière (Carjot, 2013).

Pour obtenir une bonne rentabilité, en même temps que les meilleurs résultats techniques et sanitaires, il importe en premier lieu de disposer d'excellents fourrages qui assurent, avec un complément d'équilibre bien adapté, une couverture déjà large des besoins de production, au-delà de l'entretien. En outre, la complémentation de production doit être suffisante pour permettre l'expression totale du potentiel génétique. Par conséquent toute erreur dans la conduite d'élevage influence fortement la productivité du troupeau ainsi l'efficacité alimentaire (wolter, 1997).

Cependant, l'élevage bovin laitier en Algérie souffre encore de manque de maîtrise de la conduite de l'élevage, notamment l'alimentation du troupeau laitier qui ne s'améliore guère (Houmani 1999 et Issolah 2008), et qui est très peu développées et lorsque le fourrage est disponible, il est de qualité médiocre car récolté tardivement et mal conservé, ce qui affecte négativement la valeur nutritive de la ration. Mais aussi à la maîtrise de la reproduction (Yahimi et al, 2013). Cet aspect constitue un objet de recherche dans la mesure où la problématique posée concerne les dysfonctionnements d'un système d'élevage.

L'alimentation rationnelle de la vache laitière suppose d'abord de bien prendre en compte les particularités et la physiologie digestives du ruminant afin de couvrir l'ensemble des besoins, pour d'obtenir une production optimale. Un bon programme d'alimentation pour vaches laitières doit indiquer les aliments qui sont appropriés, les quantités nécessaires, ainsi que la manière et le moment de les servir dans le but de réaliser une bonne efficacité alimentaire de la ration ou une conversion quasi-totale des aliments en nutriment absorbables par l'organisme (Wheeler, 1993).

L'efficacité alimentaire, est un indicateur technico-économique qui permet de quantifier la capacité d'un troupeau de vaches laitières à valoriser la ration proposée, son objectif est d'optimiser la valorisation de la ration, en orientant les nutriments vers la production de lait, diminuer les déchets et réduire les coûts alimentaires tout en augmentant la rentabilité de la production de lait ou pour une même production diminuer le niveau d'ingestion mais avec une ration de meilleure qualité (Castellani, 2014).

Dans cette optique, le présent travail a pour objectif de décrire et d'estimer l'efficacité alimentaire chez les vaches laitières au niveau de la région de Draa el-Mizan, de caractériser la structure des exploitations enquêtées et la conduite d'élevage (alimentation, abreuvement, hygiène et prophylaxie,...etc.) des facteurs qui affectent directement l'efficacité alimentaire. Mais la question qui se pose en premier lieu, est-il possible de réaliser cette efficacité alimentaire tout en augmentant la production de lait avec la même consommation de matière sèche ou bien en diminuant la consommation de matière sèche et maintenir le même rendement en lait ? D'autre part, les éleveurs sont-ils capables d'optimiser plutôt que de maximiser l'apport de matière sèche chez la vache afin de rester dans l'intervalle d'une bonne efficacité des aliments ? Aussi pouvons-nous estimer réellement cette dernière vue que les données que nous possédons ne sont pas complètes à cent pour cent ?.



Partie
Bibliographique



Chapitre I :
Alimentation des
vaches laitières

L'alimentation a pour objectif de fournir les éléments nutritifs permettant de satisfaire l'ensemble des besoins. Pour une vache laitière, ces besoins sont représentés par les besoins d'entretien, de production, de gestation et le cas échéant de croissance s'il s'agit d'une primipare (Beckers et *al*, 2015).

L'alimentation rationnelle de la vache laitière suppose d'abord de bien prendre en compte les particularités et la physiologie digestives du ruminant afin de couvrir l'ensemble des besoins, pour obtenir une production optimale. Les particularités digestives du ruminant se caractérisent par une prédigestion fermentaire, obligatoire, prioritaire et très efficace, grâce à la présence d'une population microbienne variée au sein du rumen. Elles conditionnent par une large part la digestibilité des glucides et des protides, l'autoapprovisionnement en vitamines du complexe B et le niveau de consommation volontaire ou ingestibilité (Wolter, 1997) et, de ce fait, d'orienter les fermentations vers la formation de produits intéressants pour la vache laitière. Les ruminants peuvent également valoriser des aliments riches en fibres, tels que les fourrages, que d'autres animaux comme les monogastriques ne peuvent digérer. Ils sont donc à même de valoriser la prairie dans le cadre de leur alimentation (Beckers et *al*, 2015).

I. Anatomie et physiologie de l'appareil digestif des ruminants

I.1. Introduction

L'utilisation des aliments par les ruminants est étroitement liée à l'existence de certaines particularités anatomiques et physiologiques de leur appareil digestif. D'un point de vue anatomique, le système digestif des bovins se compose de la bouche, de la langue, des dents, du pharynx digestif, de l'œsophage, des prés-estomacs, des intestins, du rectum et de l'anus. Ils sont particulièrement adaptés à la digestion d'aliments riches en fibres, tels que les fourrages. Le rôle de la digestion est d'extraire les nutriments contenu dans les aliments pour les rendre absorbables par le tube digestif et disponibles pour le métabolisme des cellules animales. La digestion combine des mécanismes physiques et chimiques (Beckers et *al*, 2015).

I.2. Anatomie de l'appareil digestif

L'appareil digestif est précédé par la cavité buccale, qui intervient dans la préhension et la dégustation des aliments, leur mastication, leur insalivation et leur déglutition (Jarrige et *al*, 1995).

Les ruminants se caractérisent par l'absence d'incisives dans la mâchoire supérieure qui sont remplacés par un bourrelet incisif cartilagineux (Dulphy et *al*, 1995). Cependant, Ils ont une langue épaisse et rugueuse qui permet une préhension optimale de l'herbe. Des glandes salivaires volumineuses aident à imprégner le bolus. La salive, contenant des bicarbonates et des phosphates, possède un rôle tampon, d'imbibition des aliments, et de lubrification. La production de salive peut atteindre 150 litres par jour chez une vache laitière (Jouany, 1981 et Czerkawski, 1984).

Les ruminants présentent aussi la particularité d'avoir un estomac à plusieurs compartiment : le rumen (ou panse), le réseau (ou réticulum), le feuillet (ou omasum) et la caillette (ou abomasum), dont seul le dernier est sécrétant (Jarrige, 1988). Cette configuration particulière permet au ruminant d'effectuer une prédigestion microbienne des aliments, avec une utilisation particulièrement poussée des fibres présentes dans la ration (Beckers et *al*, 2015). Le rumen est toujours le réservoir le plus volumineux. Il forme à lui seul 80% de la masse totale de l'estomac (Vérite et Journet, 1978). Le réseau peut être comparé à un carrefour où s'effectue le triage des particules qui entrent dans le rumen et celles qui en sortent. Avant de pouvoir quitter le rumen et entrer dans l'omasum (Wattiaux, 1996).

Selon Fonty et *al* (1995), le rumen est un écosystème anaérobie strict où la plupart des composants des aliments ligno-cellulosiques sont dégradés et fermentés par une microflore et une microfaune extrêmement abondantes et diversifiées.

Contrairement au rumen, la masse intestinale des ruminants ne présente pas de particularités anatomiques évidentes permettant de les différencier d'une manière directe par rapport aux autres espèces (Journet, 1979).

Toutefois, Sautet (1995) signale que l'intestin des ruminants est caractérisé par sa grande longueur, 50 mètres environ chez le bœuf et par l'existence d'un colon spiralé.

I.3. Physiologie digestive

La digestion des aliments est un phénomène complexe qui fait appel à plusieurs fonctions interdépendantes : la motricité, les sécrétions, l'hydrolyse (ou la dégradation) et l'absorption (Jarrige et *al*, 1995).

Selon Candreau (1973), la digestion des aliments commence par la mastication qui se caractérise par la propulsion des mâchoires d'avant en arrière et d'arrière en avant et par la déduction (mouvements latéraux).

La mastication ingestive a pour fonction première la formation à partir des aliments prélevés, d'un bol apte à être dégluti. Elle facilite la sortie des constituants solubles qui seront rapidement fermentés et elle accroît l'accessibilité des tissus aux microbes (Luginbuhl et *al*, 1989).

Les fragments alimentaires, résultants de cette mastication sont avalés dans un flot de salive.ils sont énergiquement poussés vers l'arrière du rumen, qu'elle que soit leur taille, par les contractions du réseau (Jarrige, 1988).

Selon Jarrige (1988), peu après la fin du repas 10-15 mm environ, commence une période de rumination qui se définit comme étant le retour à la bouche des aliments contenus dans l'estomac en vu d'en subir une nouvelle mastication dite « mérycique ».

La mastication mérycique vient poursuivre le broyage des plus gros fragments en cours de digestion pour les amener à la taille qui leur permet de franchir l'orifice réticulo-omasal, à savoir de 2-4 mm chez les bovins. Elle endommage aussi les tissus et facilite ainsi leur dégradation (Malbert et *al*, 1995).

Le processus de rumination est en effet plus efficace quand il s'applique à de grosses particules. Cependant, lorsque les particules sont trop longues, l'amas fibreux est très compact et les bols régurgités sont petits et nombreux, entraînant un allongement de la durée de rumination/ kg MS ingéré ou des séquences de pseudo-rumination et une diminution de son efficacité (Luginbuhl et *al*, 1989).

Hungate (1966), affirme que si les ruminants peuvent dégrader la cellulose et utiliser les matières azotées non protéiques c'est parce qu'ils sont équipés d'un compartiment essentiel qui est le rumen, à l'intérieur du quel ont lieu des réactions biochimiques et métaboliques originales dues à une microflore et à une microfaune spécifique qui sont de l'ordre du milliard

par ml. De ce fait, les ruminants sont particulièrement bien adaptés à l'utilisation des fourrages grossiers à faible teneur protéique.

Wattiaux (1996), a ajouté qu'il existe une activité microbienne intense au niveau du rumen qui conduit à la production d'acides gras volatils (AGV) qui sont des produits terminaux de la fermentation des sucres et à la production d'une masse microbienne riche en protéine. ces AGV sont absorbés à travers la paroi du rumen et sont utilisés comme source d'énergie dans les cellules du corps ainsi que pour la synthèse du lactose, des protéines et de la matière grasse trouvés dans le lait. Egalement on assiste à une production et expulsion par éructation de plus de 1000 litres de gaz par jour.

Les aliments et la biomasse microbienne issues des fermentations du rumen passent dans la caillette puis dans l'intestin grêle pour y être digérée grâce aux enzymes digestives, ces sécrétions jouent un rôle fondamental pour transformer les aliments (ou au moins une partie d'entre eux) en nutriments absorbables au niveau intestinal et directement par l'organisme (Jarrige et *al*, 1995).

II. La microflore du rumen et son importance

Selon Beckers et *al* (2015), le rumen est un écosystème anaérobie strict, peuplé par 3 catégories de microorganismes qui vivent en symbiose avec le ruminant (bactéries, protozoaires et champignons), notons que le rumen ne peut fonctionner en l'absence des bactéries.

II.1. Les bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes dont la concentration est la plus élevée qui soit connue (peut atteindre 10^{11} cellules/ml), représentant la moitié de la biomasse microbienne et l'ensemble le plus varié puisque une soixantaine d'espèces ont été décrites.

D'après Hungate (1966), il existe des bactéries cellulolytiques, amylolytiques, hémicellulolytiques, lipolytiques, protéolytiques et des bactéries méthanogènes.

II.2. Les protozoaires

Les protozoaires ciliés représentent la quasi-totalité de la biomasse de la faune. Leur concentration dans le contenu du rumen varie de 10^4 à 10^6 /ml. Ils sont généralement libres, mais certains peuvent se fixer aux particules végétales (Jouany, 1994).

Selon le même auteur, les protozoaires sont plus exigeants que les bactéries en besoins nutritionnels et sont plus sensibles aux conditions physico-chimiques du milieu. Leur activité est influencée par le PH du milieu, elle est optimum à PH=6.0 et minimum à PH=5.0.

Ils attaquent tous les constituants principaux des aliments y compris les parois. Ils ingèrent aussi continuellement les bactéries (Jarrige, 1988).

II.3. les champignons

C'est la dernière population microbienne découverte au niveau du rumen. Leur présence a été également signalée au niveau du caecum, le colon et les fèces. Ils sont abondants avec les régimes riches en fourrages grossiers où leur concentration peut atteindre 10^3 /ml (Jouany, 1994).

II.4. Importance de la microflore

Selon Wolter (1997), la microflore travaille pour elle-même, laissant à l'hôte une part de substrat alimentaire qui a échappé à son attaque. Il s'agit des déchets de son métabolisme (comme les AGV, qui seront un très bon carburant énergétique pour le ruminant), ainsi que ses propres constituants tels que les protéines microbiennes (sources de PDIM) et l'ensemble des vitamines du complexe B.

Selon le même auteur, la microflore, qui est un associé obligatoire et prioritaire, exige le meilleur équilibre nutritionnel pour elle-même ainsi que des conditions de milieu stables et confortables : stagnation (24-48h) et brassage, température (39.5°C), anaérobiose, humidité 80-85% et PH= 6-7.

Fonty et al (1995), ont ajouté que, Chaque microorganisme se caractérise par la nature du substrat auquel il est capable de s'attaquer. Par conséquent, la nature de la ration influence significativement la nature de la population microbienne : un régime riche en fourrages favorisera le développement des bactéries cellulolytiques, alors qu'un régime riche en céréales favorisera celui des bactéries amylolytiques.

Toutefois Beauchop (1976), ont signalé, que l'efficacité de la microflore digestive est tributaire de la fourniture conjointe de :

Glucides fermentescibles et protéines dégradables. Par conséquent, les approvisionnements en glucides fermentescibles et en protéines dégradables doivent être : suffisants, égalisés, simultanés et en continu.

III. La digestion des aliments chez les ruminants

Lors du processus de digestion, les nutriments subissent des transformations aboutissant à leur absorption ou à leur élimination par les matières fécales. Ces transformations sont décrites ci-dessous.

III.1. La digestion des glucides

Grace à un extraordinaire équipement enzymatique, la population microbienne du rumen et du réseau hydrolyse tous les glucides en oses. Les glucides solubles sont hydrolysés de manière très rapide et en totalité (amidon des céréales est dégradé à 90-95% dans le rumen par une amylase bactérienne). La population microbienne dégrade aussi les glucides des parois (cellulose, hémicelluloses et pectines) en oses qui sont ensuite fermentés en anaérobiose selon des voies bien connues (Czerkawski, 1984).

Selon Thivend (1985), la population microbienne du rumen-réseau tire de la fermentation des oses provenant de l'hydrolyse des glucides pariétaux, l'énergie (ATP) et le carbone qui lui sont nécessaires pour son entretien, sa croissance et sa prolifération. Les produits de cette fermentation sont un mélange d'acides organiques à courte chaîne, dits acides gras volatils, essentiellement acétique, propionique et butyrique, et des gaz (gaz carbonique et méthane).

Jarrige *et al* (1995), ont ajouté que le ruminant trouve la majeure partie de l'énergie dont il a besoin dans les AGV issus de la dégradation des glucides. Ils peuvent lui fournir de 65 à 75% de l'énergie absorbée.

Par ailleurs, différents facteurs influencent la production des AGV. Citons ainsi la nature de la ration alimentaire, le pH intra-ruminal et le niveau d'ingestion de l'animal (lorsque celle-ci augmente, la production d'AGV augmente) (Reid, 1984).

Ainsi, les proportions des différents AGV produits sont principalement fonction de la composition de la ration alimentaire. L'acide acétique (C2) est majoritaire (45 à 70 % des AGV totaux), l'acide propionique (C3) représente de 15 à 25 % des AGV totaux, et l'acide butyrique (C4) 5 à 15% (Pearce, 1967 et Ulyatt, 1973).

III.2. La digestion des lipides

Les lipides alimentaires sont hydrolysés par les microorganismes du rumen, ce qui permet la production de glycérol et d'acides gras libres. Le glycérol formé est rapidement

fermenté en AGV, alors que les acides gras insaturés sont fortement remaniés par les microorganismes du rumen (Preston, 1987).

Nickel (1987), ont ajouté que les acides gras libres, fixés aux particules alimentaires, quittent le rumen, passent dans la caillette, puis dans l'intestin grêle, où ils sont digérés et absorbés.

Notons qu'à côté de leur activité de dégradation des lipides alimentaires, les microorganismes du rumen synthétisent des lipides microbiens, caractérisés notamment par la présence d'acides gras ramifiés. Lorsque ces microorganismes quittent le rumen et passent dans la caillette, ils sont tués et désintégrés par le suc gastrique. Ceci permet la libération des lipides microbiens, les acides gras libres microbiens rejoignant le pool d'acides gras libres pour subir la digestion et l'absorption intestinales (Russel, 1986).

III.3. La digestion des matières azotées

Les matières azotées alimentaires subissent dans le rumen une dégradation dont le produit terminal est l'ammoniac (NH_3). Cet ammoniac est utilisé par les microorganismes du rumen pour synthétiser leurs propres protéines, appelées protéines microbiennes. Cette synthèse ne peut cependant avoir lieu qu'en présence d'une quantité suffisante d'énergie. C'est principalement la dégradation des glucides *via* les fermentations microbiennes qui va fournir l'énergie nécessaire à cette synthèse protéique (Fay, 1979).

Sutherland (1986), a ajouté que s'il existe un excédent de matières azotées par rapport à l'énergie présente, l'ammoniac excédentaire est absorbé puis transformé en urée dans le foie, cette urée est principalement excrétée par les reins et éliminée par les urines et le lait chez la vache laitière. Elle peut cependant également retourner au rumen *via* la salive.

Cependant, les protéines microbiennes subissent une digestion enzymatique dans la caillette, conduisant à la formation d'acides aminés (Beckers et *al*, 2015).

IV. Les besoins des ruminants et les apports recommandés

IV.1. Les Besoins nutritifs de la vache

Au cours du cycle de production, la vache laitière doit faire face aux différentes dépenses d'entretien et de production (croissance et reconstitution des réserves corporelles, gestation et production laitière). Pour couvrir ces besoins la ration ingérée par la vache doit apporter

suffisamment d'énergie (U.F.L), d'azote (P.D.I), d'eau, de minéraux major, d'oligo-éléments et de vitamines.

IV.1.1.Besoins d'entretien

Les besoins d'entretien d'une vache laitière correspondent aux besoins de l'animal pour se maintenir en vie à un poids constant et sans production aucune. Ils comprennent les besoins du métabolisme basal, c'est-à-dire ceux de l'animal strictement au repos et les besoins liés au mode de vie (activité physique) (Beckers et *al*, 2015).

Les dépenses d'entretien engendrent des besoins physiologiques en eau, en énergie, en protéine, en minéraux et en vitamines (Jarrige, 1988).Cependant, on considère qu'il n y a pas de variation des besoins d'entretien en fonction du stade physiologique (Serieys, 1997).

Les besoins d'entretiens varient essentiellement en fonction du poids de l'animal (tableau1).

Tableau 1 : besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée en fonction de son poids vif) (INRA, 1988).

Poids vif (kg)	U.F.L	P.D.I.(g)	Ca (g)	P (g)
550	4.5	370	33	24.5
600	5.0	395	36	27
650	5.3	420	39	29.5
700	5.6	445	42	31.5

En outre, ces dépenses peuvent varier d'une façon parfois importante en fonction de l'activité physique et aussi de la température extérieure dont l'influence sera analysée à propos de la thermorégulation (Jean-Blain, 2002).

IV.1.2.Dépenses de production

Les besoins de production correspondent aux besoins de la vache pour assurer ses productions : croissance, gestation, production laitière et engraissement (Beckers et *al*, 2015).

Elles engendrent des besoins physiologiques en différents éléments nutritifs (énergie, protéines, eau, minéraux et vitamines), qui s'ajoutent aux besoins d'entretien (Jarrige, 1988).

A. Croissance et reconstitution des réserves corporelles

Au cours de la croissance, tous les organes, les tissus et les régions anatomiques augmentent de poids, mais à des vitesses sensiblement différentes qui traduisent extérieurement les modifications de la forme et de l'état de l'animal (Jarrige, 1988).

Selon Serieys (1997), la croissance des vaches laitières se poursuit pendant plusieurs lactations, mais elle n'est importante que chez les primipares, notamment en cas de vêlage à 2 an (environ 60kg par an soit 200g/j). Chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondant sont considérés comme négligeables.

B. Les besoins de gestation

Ces besoins correspondent à la croissance et aux dépenses de fonctionnement du fœtus et du placenta, à l'accroissement des enveloppes des liquides fœtaux, de la paroi utérine et enfin de la mamelle dans les dernières semaines de gestation (Serieys, 1997 et Jarrige, 1998). Les besoins de gestations sont proportionnels au poids de la portée (tableau 2), le poids du veau né simple est égal à 6 à 8% du poids de la mère après le vêlage (INRA, 2004).

Tableau 2 : besoins journaliers de gestation (au-dessus d'entretien) pour un veau de 45 kg à la naissance : (INRA, 1988)

Stade de gestation	U.F.L.	P.D.I. (g)	Phosphore (g)	Calcium (g)
7 mois	1.08	88	3.6	10.5
8 mois	1.86	148	6	18
9 mois	2.93	226	9	28

Selon Serieys (1997), des risques de sous-alimentation énergétique apparaissent dans les deux dernières semaines avant le vêlage, lorsque les besoins de gestation sont maximums et que l'appétit chute, en effet la vache commence à mobiliser ses réserves de graisse corporelles. La reconstitution des réserves doit donc commencer dès le milieu de lactation, le reconditionnement de la vache en ce milieu-fin lactation est avantageux qu'en période de tarissement, en raison de la meilleure efficacité énergétique.

Les besoins des vaches varient de 6 à 9.5 UFL par jour, ces besoins hivernaux sont différents selon la date de vêlage (Dudouet, 2004).

L'alimentation minérale des vaches taries est très importante, c'est pendant cette période que la croissance du fœtus est maximale et la vache doit continuer à reconstituer ses réserves minérales. Le minéral employé tiendra compte de la nature du régime pour le calcium et le phosphore et contiendra 4 à 5% de magnésium. En période estivale et automnale un apport des vitamines A, D3, et E est indispensable et l'eau doit être laissée à la disposition des animaux (Araba, 2007).

C. Besoins de production laitière

Les dépenses de lactation sont en fonction des quantités d'eau, d'énergie, de protéines, de minéraux exportés dans le lait, donc, en tout premier lieu, des quantités du lait produites. Ces besoins correspondent aux synthèses et aux exportations réalisées par la mamelle pour la production du lait (Jarrige, 1988).

En début de lactation, l'apport insuffisant d'énergie par l'alimentation pendant cette période, n'empêche par l'augmentation de la production de lait, l'animal puise ses réserves corporelles pour y faire face (Serieys, 1997).

Les besoins de production augmentent très rapidement dans les premières semaines qui suivent le vêlage, compte tenu des TB, TP et des concentrations en minéraux très élevées. Au tout début de lactation, les besoins maximums sont atteints dès la première semaine après le vêlage pour les PDI et le calcium et après 2 à 3 semaines pour les U.F.L., 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 aminées pour la synthèse des protéines du lait, elles ne peuvent couvrir leurs besoins en protéines uniquement par les acides aminés microbiennes et l'apport des acides aminés alimentaires est non négligeable (INRA, 2004).

Les besoins en eau sont d'environ 2 à 3 litre par kg de matière ingérée, plus un litre additionnel par litre de lait produit, de sorte que les vaches des hautes productions peuvent boire plus de 100 litre de l'eau par jour. 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. Des quantités importantes de sodium (Na) et en chlore (Cl) sont secrétés dans le lait, il est donc nécessaire de fournir ces minéraux aux vaches laitières à raison de 0.18% Na ou 0.46% NaCl (Araba, 2007).

Les besoins en potasse (K) sont aussi importants, une déficience en K peut résulter en une diminution de l'appétit des vaches et consécutivement une baisse de la production laitière. La supplémentation en vitamines n'a pas d'effet direct sur la production, mais il existe des situations où il est recommandé de faire recours à des suppléments lorsque les vaches ne reçoivent pas de vert ou ne sortent pas (Araba, 2007).

IV.2. Les apports recommandés chez la vache laitière

IV.2.1. la couverture des besoins énergétiques

La couverture des besoins énergétiques ne pouvant être assurée par les seuls fourrages, la distribution de concentré, parfois en quantité importante, entraîne des phénomènes d'interactions digestives. En effet, les modifications apportées au fonctionnement du rumen par les concentrés perturbent la digestion des fourrages et diminuent la digestibilité de la ration totale. L'apport énergétique réel de la ration est alors inférieur à la somme des apports énergétiques des fourrages et des concentrés qui la composent (Drogoul, 2004).

Pour tenir compte de ce phénomène, on apporte une correction aux valeurs énergétiques des rations. Le tableau 3 indique la valeur de cette correction, dont l'importance est d'autant plus grande que le niveau de production est plus élevé et que la valeur des fourrages est plus médiocre. On parle alors de couverture stricte des besoins énergétiques (INRA, 1988).

Tableau 3: corrections à apporter à la valeur énergétique des rations pour tenir compte des interactions digestives. Apports UFL par vache et par jour en supplément de la valeur énergétique calculée de la ration (INRA, 1988).

Niveau de production (kg de lait par vache et par jour)	Valeur moyenne des fourrages (UFL par kg de MS)		
	0.09	0.80	0.70
15	0.1	0.1	0.2
20	0.2	0.4	0.7
25	0.6	0.9	1.2
30	1.1	1.4	1.7
35	1.7	1.9	2.2
40	2.2	2.5	-

Par exemple, pour une vache de 600 kg produisant 30 kg de lait par jour et consommant un foin à 0.80 UFL/kg MS, les besoins sont de : $5 + (0.44 \times 30) = 18.2$ UFL, auxquels il convient d'ajouter 1.4 UFL, soit un total de 19.6 UFL assurant la couverture stricte des besoins énergétiques. Il convient de noter qu'une variation des apports énergétiques se traduit en outre par une variation dans le même sens du taux protéique, de l'ordre de 0.6% par UFL (Drogoul, 2004).

IV.2.2. Les apports recommandés en azote

Selon Drogoul (2004), les acides aminés les plus limitants seraient, dans l'ordre, la méthionine, la lysine, la phénylalanine et la thréonine. Les recommandations d'apport établis pour la lysine et la méthionine, s'expriment en pourcentage des PDIE, l'énergie étant souvent le facteur limitant de la ration des vaches laitières. Ces valeurs, valables après le pic de lactation pour la vache laitière, sont les suivantes : 7.3g de DI lysine pour 100g de PDIE, 2.5g de DI méthionine pour 100g de PDIE.

Un seuil d'alerte a été fixé par l'INRA, en dessous duquel la production peut diminuer :

- seuil de 6.8g de DI lysine pour 100 g de PDIE ;
- seuil de 2.1 g de DI méthionine pour 100 g de PDIE.

IV.2.3. Les apports recommandés en minéraux et vitamines

A. Minéraux

Les apports recommandés en calcium et en phosphore figurent dans le tableau4. Mais, en début de lactation, les vaches fortes productrices sont obligatoirement amenées à mobiliser leurs réserves osseuses, particulièrement en calcium et en phosphore, qu'elles devront reconstituer en fin de lactation (Drogoul, 2004).

Tableau 4 : apports recommandés en éléments minéraux majeurs, en g/kg MS totale (INRA/ITEB/EDE, 1981).

Phosphore	Calcium	Magnésium	Potassium	Sodium	Chlore	Soufre
3 à 3.8	4.5 à 7.3	Au moins 1.5	Au moins 5	Au moins 1.5	Au moins 2.5	1.5

Pour le phosphore et le calcium, les écarts indiqués correspondent aux variations extrêmes de la production laitière; par exemple : pour une vache produisant 10 kg de lait et consommant 13.7 kg de MS, les apports doivent être égaux à 3.2 g de P et 5.7 g de Ca/kg de MS, alors que, pour une vache produisant 25 kg de lait et consommant 17.9 kg de MS, ils sont de 3.8 g de P et de 7.3g de Ca/kg MS (Drogoul, 2004).

B. Les vitamines

Il est admis que, chez les ruminants, les besoins en vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et C) et en vitamine K sont couverts grâce aux synthèses réalisées par l'organisme ou par les microorganismes du rumen. Les apports recommandés concernent donc généralement les vitamines A, D et E, pour lesquelles on admet les valeurs suivantes : vitamines A ; 80000 à 100000 UI par jour, vitamine D ; 10000 UI par jour et vitamine E ; 80 à 100 UI par jour (Drogoul, 2004).

V. Les aliments utilisés en alimentation des vaches laitières

V.1. Les fourrages

On distingue classiquement 3 catégories de fourrages, sur base de leur mode de conservation et de leur teneur en MS : les fourrages verts, les ensilages et les fourrages secs (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

V.1.1 Les fourrages verts

Les fourrages verts comprennent les herbes. L'herbe pâturée est un fourrage de valeur nutritionnelle élevée, peu coûteux à produire, et qui peut constituer, le seul aliment de la ration de la vache laitière (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

La qualité de l'herbe est variable. De nombreux facteurs influencent celle-ci. Citons notamment le stade de végétation (l'âge de l'herbe), la composition botanique de la prairie, la saison (le cycle de végétation), mais aussi le sol et le climat, et la fertilisation (Paquay, Vernailien et Courtois, 1989).

V.1.1.1.Composition botanique de la prairie et qualité de l'herbe.

D'une manière générale, les légumineuses contiennent plus de protéines et de minéraux (particulièrement du calcium et du manganèse) que les graminées. Les légumineuses permettent également l'alimentation azotée de la végétation. Certains microorganismes qui se

fixent sur leurs racines sont en effet capables de transformer l'azote atmosphérique en azote ammoniacal, permettant un enrichissement du sol en azote qui profite à l'ensemble de l'écosystème prairial, dont les graminées. Une prairie associant légumineuses et graminées nécessitera donc moins d'engrais azoté qu'une prairie de graminées pures (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

Les graminées sont en général plus riches en énergie et sont plus digestibles que les légumineuses, car plus riches en glucides solubles entièrement digestibles et possèdent des tiges moins lignifiées (Colburn et Evans, 1967 et Dermaquilly, 1987).

V.1.1.2 Stade/cycle de végétation et qualité de l'herbe

La date de coupe, ou plus précisément le stade de végétation au moment de la coupe, influence fortement la valeur alimentaire du fourrage. Ainsi, en général, plus une plante est âgée, plus ses teneurs en MS et en fibres augmentent, et donc de diminuer la digestibilité du fourrage. L'herbe contient également des sucres solubles, dont la teneur diminue avec l'âge de la plante. La teneur en MAT de l'herbe diminue quant à elle également avec le stade de développement, de même que la teneur en énergie. Par conséquent, la valeur alimentaire de l'herbe diminue avec l'âge de la plante (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

Wattiaux (1994), a ajouté que avec le vieillissement de la plante, la proportion de feuille diminue et les tiges prennent une plus grande proportion de la matière sèche totale de l'herbage, donc la concentration d'énergie, de protéine brute, de calcium et de phosphore diminuent alors que la concentration en fibre augmente.

Au cours du premier cycle, la digestibilité d'une espèce donnée dépend presque exclusivement de son stade de développement, chez les graminées la digestibilité est élevée au démarrage de la végétation (80 à 82 %), puis elle diminue lentement jusqu'au stade épis (Dermaquilly, 1988).

Pour atteindre une production de 20 kg de lait uniquement avec le pâturage, la vache laitière doit ingérer entre 14 et 15 kg de MS d'une herbe qui doit présenter certaines caractéristiques, résumées dans le tableau ci-dessous (Cuvelier, 2015).

Tableau 5: Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'herbe nécessaires pour satisfaire les besoins d'une vache laitière avec une production de 20 kg de lait à 4 % de MG au pâturage (adapté de Decruyenaere et Belge, 2006).

Teneur en MS (%)	15-20
Teneur en énergie (VEM/kg de MS)	Au moins 850
Teneur en protéines (g de DVE/kg de MS)	Au moins 80
Teneur en minéraux (g/kg de MS)	Calcium : 7,1
	Phosphore : 4,0
	Magnésium : 2,0
	Sodium : 1,5
	Soufre : 1,5

Les conditions climatiques et édaphiques ainsi que les techniques culturales employées, ont des conséquences sur la qualité du fourrage récolté (fourrage d'une espèce donnée à un stade donné) : La température, sol et fertilisation azotée (Lapeyronie, 1982).

V.1.2 Les ensilages

L'ensilage est une méthode de conservation des fourrages sous forme humide par fermentation anaérobie dans un silo (Dermaquilly, 1986): des bactéries transforment les sucres solubles en acides organiques (principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique) qui font chuter le pH dans l'ensilage. Celui-ci devient alors stable. Les sucres solubles étant consommés par les bactéries, un ensilage se caractérise par une teneur en sucres solubles quasi nulle.

En effet, la quantité de lait permise par l'ensilage diminue rapidement avec l'avancement du stade de récolte (Journet, 1985). Ainsi ; selon le même auteur le début de l'épiaison apparaît être le stade optimum de récolte des graminées pour minimiser la complémentation en aliment concentré sans trop réduire la production à l'ha. Dans le cas des légumineuses c'est le stade boutons flottants.

La conservation par ensilage diminue peu ou pas la digestibilité et la valeur énergétique du fourrage, sauf en cas de très mauvaise conservation (ensilage plus ou moins putréfié) ou de pertes importantes d'éléments nutritifs très digestibles dans les jus (faible teneur en matière sèche à la mise en silo), (Dermaquilly et Andrieu, 1992). En outre, la conservation par ensilage ne modifie pas la teneur en matières azotées ou digestibles (Jarrige, 1988).

Selon Dermaquilly (1986), l'utilisation des conservateurs permet, d'améliorer la qualité de conservation des ensilages et par voie de conséquence, la production animale (lait, gain de poids...) permise par l'ensilage.

Les principaux aliments ensilables sont l'herbe, le maïs plante entière (ou grain humide), les dérivés de betteraves (principalement pulpes humides et pulpes surpressées) et les céréales immatures. On rencontre également parfois de l'ensilage de protéagineux, et plus précisément de l'ensilage de pois plante entière (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

V.1.3 Les fourrages secs

Les fourrages secs comprennent les foins et les pailles. La luzerne, qui peut notamment être valorisée sous forme de foin. Il s'agit d'aliments ayant en commun une teneur en MS élevée, supérieure ou égale à 85 %, riches en fibres, et issus de l'exploitation des herbes à des stades assez avancés, c'est-à-dire soit l'épiaison/floraison pour les foins, soit la maturation pour les pailles. Dans le cas de la production de foin, on utilise les tiges et feuilles des graminées et des légumineuses, tandis que la paille est le coproduit de la production des céréales (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

V.1.3.1. Le foin

Selon Cuvelier et Dufrasne (2015), le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %. Un bon foin se caractérise donc par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90 %. La période de récolte du foin varie selon la localisation géographique. Quelle que soit la région concernée, la récolte doit impérativement s'effectuer par temps sec.

La qualité d'un foin est variable. La composition chimique, la valeur nutritive et l'ingestibilité des foins sont très variables (Paquay, Vernaillet et Courtois, 1989). La nature de la flore (graminée ou légumineuse), les conditions climatiques, le stade de coupe, les techniques de fenage sont les principaux facteurs influençant les variations. La composition et la valeur nutritive des foins dépendent en premier lieu de celle des fourrages verts correspondants au moment de coupe et en second lieu des conditions de récolte et de conservation (Dermaquilly, 1987).

Le foin se caractérise par une teneur en MAT variable, plutôt élevée lorsqu'il s'agit d'un foin de légumineuses ou d'un foin de bonne qualité, mais néanmoins inférieure aux teneurs importantes que l'on peut observer dans l'ensilage d'herbe, et ce en raison du stade de récolte

plus tardif. La teneur en énergie du foin est en général plus faible que celle de l'ensilage d'herbe, pour la même raison que celle évoquée pour les MAT. Il faut relever la présence de sucres solubles et de vitamine A, deux nutriments absents dans les ensilages d'herbe (Paquay, 1989).

Les foins sont des fourrages secs utilisés généralement chez des animaux à faibles besoins, tels que la vache gestante tarie. Utilisé seul, il est incorporé à raison de 1,5 à 2 kg de foin frais/100 kg de poids vif. Il est cependant conseillé d'utiliser une quantité moindre, afin de permettre l'utilisation d'autres aliments qui apporteront une diversification de la ration (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

En effet, le séchage en grange permet de diminuer sensiblement les pertes à la récolte (manipulation de fourrages plus humides) (Andrieu et Dermaquilly, 1987).

Dulphy (1987), estime les pertes totales de MS pour le séchage au sol à 10-20% par beau temps et à 20-55% par mauvais temps.

La valeur nutritive des fourrages grossiers dépend aussi de leurs stade de récolte et de la longueur des brins, plus les brins sont fins la digestibilité diminue (Soltner, 1999).

V.1.3.2. La paille

La paille est constituée par les tiges et les raffles des épis égrainés des céréales. La valeur alimentaire de la paille est toujours faible, ce qui explique son utilisation comme litière ou comme aliment de lest. La paille se caractérise en effet par une teneur en fibres très élevée, avec un haut taux de lignification de la cellulose/hémicellulose (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

Elle contient 75% au moins de parois dont 10% de lignine et a, de ce fait, une digestibilité inférieure à 0.45-0.50, elle est très pauvre en azote ainsi qu'en phosphore et autres minéraux, une teneur en sucres solubles et en protéines très faible, de même qu'une teneur en énergie faible (Dermaquilly, 1987).

Selon Chenost (1991), les pailles sont déficitaires en azote, il faudra donc d'assurer en priorité une complémentation par l'apport d'une source d'azote non protéique : qui est bénéfique non seulement pour l'animal hôte, mais aussi pour les micro-organismes de rumen dont l'activité cellulolytique est améliorée, à condition qu'elle soit bien étalée dans la journée.

Cependant, la paille est un aliment qui présente un certain intérêt : elle stimule la mastication, la rumination et le brossage des papilles. Elle ralentit également les fermentations, ce qui permet de lutter contre l'acidose du rumen lors d'administration de rations très riches en glucides fermentescibles. Aussi, chez les animaux très performants, elle

est parfois utilisée à raison de 1 à 2 kg de paille fraîche/jour dans une ration mélangée (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

En présence d'un maximum de 30 % de concentré dans la ration, la digestibilité de la MO de la paille est en moyenne de 49 ; 44 et 42%, respectivement pour l'avoine, l'orge et le blé. Par ailleurs la complémentation des pailles doit donc être limitée de sorte qu'elle n'entraîne pas une chute de PH (Dulphy et *al*, 1983).

Dermaquilly (1987), a ajouté que la valeur nutritive des pailles dépend de l'espèce : la meilleure est l'avoine et la plus digestible ; l'orge et le blé sont intermédiaires. Les pailles nécessitent toujours une complémentation en énergie, en azote, en minéraux et même en vitamines.

V.2. Les concentrés

Les aliments concentrés se caractérisent tous par des teneurs en MS et en énergie élevées. Certains d'entre eux sont également riches en protéines, c'est le cas pour les graines de protéagineux et d'oléagineux.

On distingue 2 catégories d'aliments concentrés :

-Les aliments concentrés simples, tels que les graines de céréales et leurs co-produits, les graines de protéagineux, les graines d'oléagineux et leurs co-produits, les tourteaux, et les pulpes séchées. Ces aliments concentrés simples sont donc les matières premières.

- Les aliments concentrés composés, résultant d'un mélange d'aliments concentrés simples. Les concentrés, qu'il s'agisse d'aliments concentrés simples ou composés, servent à équilibrer en azote et en énergie la ration de base, établie à partir des fourrages. Utilisés dans ce contexte, ils sont fréquemment appelés des « correcteurs » (Cuvelier et Dufrasne, 2015).

Selon Wolter (1997), un aliment concentré se présente sous une forme sèche (en moyenne 90% de MS), riche en énergie et/ou en azote plus au moins facilement dégradable, ce qui permet d'équilibrer les rations et de maximiser la production laitière. L'optimum de concentration nutritive autorisant une ingestion maximale de matière sèche, si la concentration énergétique augmente plus que nécessaire l'animal réduit son niveau d'ingestion de fourrage. En effet l'exagération de l'apport de concentration (plus de 70%) expose ensuite à une acidose digestive dont une des premières conséquences est une chute de l'appétit, en plus des complications (baisse de taux butyreux, troubles digestifs, fourbures...).

Chapitre II :
Efficacité alimentaire
chez les vaches
laitières

La production de lait d'une vache laitière dépend de quatre principaux facteurs : a) le potentiel génétique, b) le programme d'alimentation, c) la conduite du troupeau, et d) la santé. Alors que le potentiel génétique des vaches s'améliore constamment, nous devons perfectionner l'alimentation et la conduite du troupeau pour permettre à chacune de produire à la mesure de ses aptitudes héréditaires. Un bon programme d'alimentation pour vaches laitières doit indiquer les aliments qui sont appropriés, les quantités nécessaires, ainsi que la manière et le moment de les servir dans le but de réaliser une bonne efficacité alimentaire de la ration ou une conversion quasi-totale des aliments en nutriment absorbables par l'organisme (Wheeler, 1993).

I. Définition

L'efficacité alimentaire est définie comme la quantité de lait produit pour un kilogramme de matière sèche ingérée (MSI). Pour mesurer l'efficacité alimentaire, il faut connaître la quantité de lait produite en lait standard c'est à dire en lait corrigé à 4% de matière grasse et la quantité de matière sèche ingérée. Pour calculer la MSI, il faut peser la ration distribuée et les refus (Andrieu, 2012). **Formule Efficacité alimentaire : Lait Standard / MSI.**

Selon Castellani (2014), l'efficacité alimentaire, est un indicateur technico-économique qui permet de quantifier la capacité d'un troupeau de vaches laitières à valoriser la ration proposée (optimum à 1.4 kg de lait/kg de matière sèche ingérée).

Griffoul (2010), a ajouté que l'efficacité alimentaire évalue la capacité de la vache à transformer les aliments en lait, un concept très simple qui mesure la transformation de la ration en lait ou en viande par les bovins. Elle est exprimée en litres produits par kilo de matière sèche pour les vaches laitières.

II. Contexte

Assurer le suivi de l'efficacité alimentaire devient de plus en plus fréquent pour suivre la rentabilité d'un élevage. Cette nouvelle approche est due à la hausse du coût des aliments, poste de charge déjà des plus conséquents sur une exploitation. C'est aussi un outil de management de l'alimentation (Casper, 2008). Le nouvel objectif des exploitations laitières est d'optimiser la valorisation de la ration, en orientant les nutriments vers la production de lait, et ainsi diminuer les déchets. L'intérêt de l'efficacité alimentaire est de réduire ses coûts

alimentaire tout en augmentant la rentabilité de la production de lait ou pour une même production diminuer le niveau d'ingestion mais avec une ration de meilleure qualité (Maulfair et al, 2011).

III. Calcul de l'efficacité alimentaire

Selon Griffoul (2010), le calcul de l'efficacité alimentaire passe par des difficultés : première difficulté ; évaluer l'ingestion. Il faut, d'une part, avoir des outils capables de peser finement et régulièrement calibrés. D'autre part, il faut être sûr que la matière sèche de tous les aliments est bien connue. Entre les incertitudes liées aux différentes parcelles ensilées et la pluviométrie qui peut modifier sensiblement le taux de matière sèche de l'ensilage au niveau du front d'attaque, les approximations peuvent être grandes. L'interprétation ensuite.

Dromard (2010), a ajouté que l'efficacité alimentaire est un chiffre très facile à calculer tant que vous savez combien de litres vous produisez par jour et combien de kg sont mangés. Ces chiffres devraient de plus être facilement disponibles. (Par exemple si le rendement moyen par vache est de 27 litres/vache/jour et que la matière sèche totale ingérée est de 20.25 kg/vache/jour), l'efficacité alimentaire est alors de 1.33 (1.33 kg de lait/ kg de matière sèche ingérée).

Griffoul (2010), a signalé qu'une grille d'interprétation de l'efficacité alimentaire qui tient compte des facteurs de variation a été mise au point. Si le résultat est en dessous des normes, la ration est mal valorisée, les facteurs de déséquilibre doivent être corrigés. S'ils sont au dessus des normes, les animaux valorisent très bien la ration ou mobilisent beaucoup, peut être trop. Ce point doit être surveillé, surtout en début de lactation afin d'anticiper un amaigrissement excessif.

Une efficacité alimentaire moyenne est de 1.31. Dans tous les systèmes d'alimentation, maïs ou herbe, nous avons observé une forte variabilité de l'efficacité alimentaire, de 0.9 à 1.6 (Griffoul, 2010).

IV. Objectifs

Selon Dromard (2010), l'objectif de l'efficacité alimentaire est de faire transformer efficacement ce que la vache ingère grâce à une complémentation adaptée, ainsi qu'un environnement approprié, pour convertir ce qui est consommé en lait et non en fumier.

Griffoul (2010), a ajouté que l'objectif pour un élevage Prim'Holstein serait 1,4kg de lait standard produit par kilo de matière sèche ingérée. Plus ou moins 0,15 point d'efficacité alimentaire sur un troupeau de 50 vaches représente environ 30€/1000 litres de marge en plus ou en moins. Un objectif de 1,5 à 1,6 est visé pour des vaches en production depuis 150 à 200jours (Tableau 6).

Tableau 6: Objectif d'efficacité alimentaire selon le stade de lactation (Andrieu, 2012).

Groupe	Stade de lactation en jours	Efficacité alimentaire cible
Un seul groupe, toutes vaches	150 à 225	1,4 à 1,6
Groupe des 1 ^{re} lactations	< 90	1,5 à 1,7
Groupe des 1 ^{re} lactations	> 200	1,2 à 1,4
Groupe 2 ^e lactation et plus	< 90	1,6 à 1,8
Groupe 2 ^e lactation et plus	> 200	1,3 à 1,5
Groupe des fraîches vêlées	< 21	1,3 à 1,6
Groupes des vaches à problèmes	150 à 200	< 1,3

V. Limites

La valeur de l'efficacité alimentaire peut être utilisée comme un indicateur de production des troupeaux laitiers, mais en aucun cas, il ne faut l'utiliser seul comme critère économique. En effet, les objectifs en élevage laitier ne se résument pas uniquement à la production de lait. Il faut aussi assurer la reproduction, la croissance, gérer les variations de poids. Toutes ces étapes sont nécessaires à la longévité de l'animal. C'est pourquoi cette notion délicate est récente en industrie laitière comparativement à d'autres secteurs d'élevage : porcs, volailles. Son interprétation est toujours à corrélérer au contexte : stade et rang de lactation, niveau de production du troupeau, poids corporel (Linn *et al*, 2007).

Le problème de l'efficacité alimentaire est son approximation. C'est un critère facile à calculer mais encore faut-il des données précises. Pour obtenir un chiffre fiable, il faut des outils de pesée précis et régulièrement calibrés et connaître la teneur en matière sèche de chacun des composants de la ration (Griffoul, 2010).

En effet, les valeurs alimentaires peuvent varier en fonction d'une parcelle, de la dégradation d'un front d'attaque de silo et aussi de la digestibilité de la NDF (neutraldetergentfiber) et aussi de la variété des maïs. Il faut, de plus respecter l'ordre d'incorporation et le temps de mélange, et surtout vérifier l'homogénéité de la ration tout au long de la distribution (Verleur, 2012).

Malgré ces limites, ce critère paraît néanmoins approprié pour comparer la rentabilité des élevages, par rapport à la production par vache et par an. Les vaches les plus efficaces sont celles qui ont la production laitière la plus élevée par rapport à leur poids métabolique ($PV^{0.75}$) (Thomet et al, 2007).

VI. Facteurs de variation de l'efficacité alimentaire

Selon Griffoul (2010), l'efficacité alimentaire dépend de nombreux facteurs ; Il a retenu trois qu'il considère comme majeurs : le poids des vaches, leur niveau de production et leur stade de lactation. Les deux premiers sont liés aux besoins d'entretien, plus ou moins élevés selon le poids et plus ou moins dilués selon la quantité de lait produite. Plus les animaux s'alourdissent, moins ils deviennent efficaces. En revanche, plus ils sont productifs, moins ils consomment par kilo de lait produit. Quant au stade de lactation, il interfère du fait que la vache mobilise puis reconstitue ses réserves adipeuses. Après le vêlage, l'efficacité alimentaire est nettement meilleure qu'en fin de lactation. Elle est influencée également par d'autres facteurs comme le pourcentage de primipares (qui poursuivent leur croissance), la part de concentré (0.1 point par tranche de 10% au dessus de 30%).

D'autres auteurs ont classé les facteurs de variations de l'efficacité alimentaire en trois principaux facteurs ; facteurs liés à l'animal, facteurs liés à l'aliment et enfin facteurs liés à l'environnement, ils sont cités ci-dessous :

1. Facteurs liés à l'animal**a) La capacité d'ingestion**

L'efficacité alimentaire est fortement corrélée à l'ingestion. La capacité d'ingestion traduit l'aptitude et la motivation d'une vache à consommer des aliments, elle est exprimée en unité d'encombrement (UEL) (Brocard *et al*, 2010).

Cette capacité d'ingestion augmente, entre autre avec la taille de l'animal et son niveau de production, mais dépend également du stade physiologique. Ainsi les vaches en début de lactation et en fin de gestation peuvent avoir des capacités d'ingestion plus faible (Dudouet, 2004).

Feverdin *et al* (2007), ont ajouté que pour une vache laitière, elle s'accroît avec la production de lait potentielle (+0.15 UEL/Kg de lait potentiel) et le format de l'animal (+0.015 UEL/kg de poids vif), mais elle diminue lorsque la note d'état corporel (NEC, échelle de 0 à 5) augmente.

Selon Brocard *et al* (2010), le principal facteur de variation de capacité d'ingestion est le poids vif chez les génisses et le niveau de production chez les vaches laitières. Cependant d'autres facteurs influencent cette dernière, telle que : l'état d'engraissement (La capacité d'ingestion diminue lorsque la vache s'engraisse), le stade de lactation, le stade de gestation et l'âge (les primipares ont une capacité d'ingestion proportionnellement plus faible que celle des multipares et ceux d'autant plus que l'âge au premier vêlage est précoce).

Tous les aliments se diffèrent entre eux en termes d'encombrement. Ainsi, plus un aliment est digestible et ingestible, plus sa valeur d'encombrement est faible, il est donc davantage consommé. L'éleveur a tout intérêt à stimuler ses animaux pour les inciter à consommer plus et ainsi optimiser le niveau du troupeau. Pour ce faire, il faut veiller à la qualité des aliments proposés, permettre un accès à la ration un maximum de temps. Il est recommandé un accès pendant plus de 20 heures par jour, notamment en repoussant régulièrement la ration (chambre d'agriculture Yonne, 2009).

Il dépend aussi du système d'alimentation. Ainsi, il a été démontré que les animaux alimentés avec une ration totale mélangée étaient capables d'ingérer jusqu'à 4kg de matière sèche par jour de plus que des animaux au pâturage pour une même production (Thiebault, 2009)

Par conséquent, lorsque la capacité d'ingestion augmente l'efficacité alimentaire augmente (relation proportionnelle).



(□) effet négatif (+) effet positif (×) effet proportionnel

Figure 1: schéma représentant les différents facteurs influençant la CI chez la vache laitière (Delaby *et al.*, 2009)

b) Besoin d'entretien

Les besoins d'entretien correspondent à la dépense énergétique minimale de l'animal qui lui permet de rester en vie sans variation de poids. Ils comprennent les dépenses dues au métabolisme basal : respiration, circulation sanguine, homéostasie cellulaire..., ainsi que les dépenses générées par les conditions de vie, par exemple le maintien de la température corporelle, les déplacements (Brocard *et al.*, 2010)

Les besoins d'entretien sont variables selon l'activité physique des animaux. En effet, des animaux au pâturage dépensent une partie de leur temps et de leur énergie pour se déplacer et se nourrir, à la différence d'animaux entravés qui ont tout ce dont ils ont besoin à portée. D'autres facteurs font varier les besoins d'entretien tels que la taille de l'animal, plus la vache est grande plus son métabolisme basal est élevé. Les conditions extérieures sont aussi à prendre en considération comme le climat : la température influence les besoins d'entretien notamment lorsque les animaux sont en dehors de leur zone de thermo-neutralité. Les besoins d'entretien augmentent lors de conditions thermiques particulières, d'activité physiques et de variation de poids. Dès lors que les animaux s'amaigrissent, les besoins d'entretien diminuent

eux aussi, l'efficacité alimentaire augmente alors. Cependant, les interactions entre ces différents facteurs sont telles qu'il peut être difficile de déterminer à quel effet est due la variation de l'efficacité alimentaire (Linn *et al*, 2007).

Ces petites considérations semblent insignifiantes mais à l'échelle d'un animal et à fortiori d'un troupeau, l'efficacité alimentaire s'en trouve inévitablement affectée (Maulfair *et al*, 2011).

c) Stade et rang de lactation

Le stade de lactation a un impact non négligeable sur l'évaluation de l'efficacité alimentaire. En effet, en début de lactation, le déficit énergétique et la perte de poids entraînent une augmentation artéfactuelle de l'efficacité alimentaire. Cependant, une efficacité alimentaire supérieure à 2 en début de lactation est révélatrice d'une perte de poids trop importante et/ou de désordres métaboliques. Dans la même logique, en fin de lactation les vaches reconstituent leurs réserves corporelles afin d'anticiper la prochaine lactation. Ceci a pour effet de diminuer l'efficacité alimentaire. Le mois moyen de lactation doit ainsi être pris en compte dans l'appréciation de l'efficacité alimentaire moyenne d'un troupeau (Maulfair *et al*, 2011).

Pour le stade de lactation, on ajoute 0,15kg d'efficacité alimentaire par tranche de 50 jours à partir de 150 jours (Hutjens, 2007). Par exemple, viser 1,5 à 1,6 kg de lait par kg de matière sèche est un objectif raisonnable pour des animaux en lactation depuis 150 à 200 jours. Après 250 jours, avec la reprise de poids et la gestation, un objectif de 1,4 est correct. Pour des animaux en tout début de lactation (< 60jours), des valeurs de 1,8 peuvent être atteintes avec des rations hautement énergétiques. Il faut veiller cependant à ne pas masquer des désordres métaboliques (Linn *et al*, 2007).

Hutjens (2007), a ajouté que le rang de lactation est lui aussi un critère important à considérer, notamment pour les primipares. En effet, elles doivent encore consacrer une partie de leur énergie à la fin de leur croissance. L'efficacité alimentaire s'en trouve alors diminuée. Il faut toujours s'attendre à des valeurs inférieures de 0,1 à 0,2 par rapport aux multipares.

d) Etat de santé du rumen

La stimulation des fermentations ruminales ainsi que le maintien d'un milieu fonctionnel sont les garants d'une bonne efficacité alimentaire. En effet, cela garantit une utilisation optimale des nutriments, donc une bonne digestibilité et une bonne efficacité (Hutjens, 2005).

En effet, l'état d'acidose réduit la digestibilité de la cellulose, elle réduit donc la densité énergétique de la ration et par conséquent l'efficacité alimentaire. De plus il y a augmentation de libération de chaleur donc des pertes, ce qui diminue la conversion des nutriments en énergie utilisable à des fins productives. Enfin, en tant que phénomène pathologique, l'acidose a des conséquences négatives sur l'état de santé global des vaches (Britt *et al*, 2003).

Dromard (2010), a ajouté qu'un troupeau qui transforme efficacement le fourrage qu'il consomme est en bonne santé, il n'est pas soumis à des problèmes métaboliques tels que l'acidose, la cétose, les transitions sont respectées et le management est adapté. Pour une bonne transformation du fourrage, il faut que le rumen, le foie, le pis et l'appareil locomoteur soient parfaitement fonctionnés.

e) Génétique

Il a été démontré que les lignées de hautes productrices sont plus efficaces dans la transformation de leur ration en lait. L'information génétique détermine la répartition des nutriments entre les besoins d'entretien, la production de lait (Linn *et al*, 2007).

2. Facteurs liés à l'aliment**a) L'abreuvement**

Selon Wolter (1997), l'eau d'abreuvement conditionne le niveau de consommation, l'efficacité de la digestion et les facultés de sécrétion lactée. La libre disposition fréquente ou mieux permanente d'une eau appétente et fraîche (de l'ordre de 12 à 15°C, été comme hiver) est primordiale pour soutenir la production laitière.

L'eau doit être placée dans un endroit bien éclairé, à moins de 15 mètres de l'auge. Une vache boit environ 5 l d'eau par kilogramme de lait produit (p.ex., une vache produisant 40 L de lait boit 200 l d'eau). Les vaches ressentent la soif et la faim aussitôt après la traite. Une diminution de 40% de l'apport d'eau entraînera donc une chute de 16 à 24% de consommation

de MS et une forte diminution de la production laitière. par temps chaud, les vaches ont besoin de plus d'eau (elles réduisent leur consommation de MS quand la température ambiante dépasse 24°C). Pour rehausser la consommation de MS en été, il suffit de servir au moins 60% de la ration en soirée et de s'assurer que les aliments et l'eau sont offerts dans un endroit ombragé (Wheeler, 1993).

b) La valeur d'encombrement des fourrages

Plus un fourrage est encombrant, moins il est ingestible, donc l'efficacité alimentaire diminue. L'encombrement d'un fourrage est proportionnel à son temps de séjour dans le rumen et la valeur d'encombrement des fourrages augmente avec celle-ci. Au sein d'une même famille botanique, la valeur d'encombrement est négativement liée à la valeur énergétique car les fourrages de valeur énergétique élevée ont des teneurs en parois végétales faibles. Ainsi, les légumineuses sont moins encombrantes que les graminées car leur teneur en parois végétales est plus faible. Toutes choses égales par ailleurs, la valeur d'encombrement d'un fourrage dépend aussi de sa teneur en matière sèche, l'ingestibilité augmentant avec celle-ci (Baumont *et al*, 2009).

Selon Beckers *et al* (2015), la valeur d'encombrement d'un fourrage dépend de plusieurs facteurs: l'espèce concernée, son stade végétatif (et donc son taux de cellulose brute) et la finesse de hachage (un hachage fin diminue la valeur d'encombrement et augmente donc la quantité ingérée).

c) La digestibilité de la ration

La digestibilité est l'un des facteurs les plus importants qui influence la disponibilité de l'énergie chez la vache. Elle a un effet direct sur l'efficacité alimentaire. Quand la digestibilité des aliments augmente, d'avantage de nutriments sont absorbés et utilisables pour la production. Si l'efficacité alimentaire est faible, la digestibilité de la ration est médiocre (Enjalbert, 2012).

Les vaches n'ont pas forcément besoin d'ingérer de grande quantité de matière sèche pour avoir une production élevée. Il suffit de fournir la quantité nécessaire de nutriments digestibles dans la ration. La variation de digestibilité des fourrages suffit à expliquer la gamme de digestibilité des rations. En effet, les fourrages constituent la plus grande partie de la ration, et la variabilité de digestibilité des fourrages est beaucoup plus importante que celle des concentrés. C'est pourquoi la qualité des fourrages et leur digestibilité ont un impact majeur sur l'efficacité alimentaire (Britt *et al*, 2003).

Les mêmes auteurs ont ajouté, que la qualité des fourrages est le facteur clé de la gestion de l'efficacité alimentaire. Il faut en amont raisonner la production des fourrages de manière à obtenir une matière première de qualité, associée à l'utilisation d'additifs alimentaires qui en améliorent la digestion, tout en conservant la santé du rumen.

d) Qualité des fourrages

Les fourrages assurent un maintien de l'activité masticatoire, de la rumination et par conséquent de la production de salive et du pH du milieu ruminal via son pouvoir tampon. Les moindres variations de cet équilibre influencent la dégradation des nutriments (Maulfair et al, 2011).

La qualité du fourrage grossier dépend en partie de sa teneur en fibre, laquelle augmente à mesure que mûrit la récolte. Les fourrages à forte teneur en fibre sont moins appétents, moins riches en protéines et moins digestibles que les fourrages de haute qualité. Or, les aliments ne sont pas expulsés du rumen tant que leur digestion n'est terminée, et la vache doit interrompre sa consommation jusqu'à ce que le rumen puisse en accepter d'autres. Voilà pourquoi les fourrages à forte teneur en fibre réduisent la consommation de MS et donc impactent au final l'efficacité alimentaire de la ration (Wheeler, 1993).

e) Granulométrie

Les variations de granulométrie influencent l'ingestion, la digestion et le métabolisme des bovins. Ainsi un seuil minimal a été établi en deçà duquel la physiologie digestive s'éloigne rapidement de la normale. Ce seuil est de 4 à 5mm. La réduction d'un mm des particules diminue la durée de mastication de 100 minutes par jour. La granulométrie influence plus la durée de rumination que celle de l'ingestion. Au niveau ruminal, quand le diamètre médian diminue de 1 mm, le pH diminue de 0,5. Or une baisse de pH indique une moindre efficacité de la digestion des aliments donc une mauvaise utilisation métabolique et au final une baisse de l'efficacité alimentaire. Pour les fourrages, plus le hachage est fin plus les quantités ingérées augmentent mais on déprécie la digestibilité (Sauvant, 2000).

3. Facteurs liés à l'environnement

a) Le climat

Un climat inconfort a un impact négatif sur la production des vaches laitières et sur l'efficacité alimentaire.

Selon Wolter (1997), le climat optimal, qui décide du meilleur logement, suppose d'abord une bonne aération, pour la fourniture d'oxygène, l'abaissement de l'hygrométrie, l'évacuation des gaz néfastes (tels que l'ammoniac) et le maintien d'une température fraîche. A ce propos, compte tenu de ce que la chaleur dégagée par les fermentations ruminales et par le métabolisme s'accroît avec le niveau de production, plus celui-ci s'élève, plus la zone de confort thermique s'abaisse, pour se rapprocher de 5 à 10°C chez des vaches laitières à haute production, à condition d'éviter de grands courants d'air et de brusques variations de température ambiante. Parallèlement, le logement doit assurer un excellent microbisme, au titre de première défense sanitaire.

Les variations de température extérieure impactent l'efficacité alimentaire via les variations des besoins d'entretien. Ainsi le froid mais surtout le chaud obligent les animaux à réguler leur température corporelle et diminuent l'efficacité alimentaire (Maulfair *et al*, 2011).

b) Le bien être

Ce critère est relié aux besoins d'entretien. En effet, tout stress aura pour effet d'augmenter les besoins d'entretien. La surdensité, les pathologies sont autant de facteurs de stress pour les animaux (Maulfair *et al*, 2011).

L'environnement du repas a également un rôle primordial, aussi déterminant que la composition de la ration. L'appétence est un facteur à ne pas négliger, car le goût est assez développé chez les bovins. La connaissance du comportement des vaches peut être utile pour l'amélioration du bien-être et de l'efficacité. L'environnement de la vache à savoir la densité, l'espace, le mode de distribution d'aliment sont des éléments liés mais influant la production. La facilitation sociale influence aussi la prise alimentaire : les vaches sont des animaux grégaires quand l'une va manger, cela incite les autres à s'alimenter. Le comportement alimentaire est enfin affecté par le climat, la dentition, l'âge des bovins, la nature et le type d'aliment (Albright, 1993).

VII. Conclusion

Améliorer son efficacité alimentaire peut conduire à deux stratégies : produire d'avantage de lait pour un kg de matière sèche ingérée ou bien diminuer la quantité ingérée en conservant la même production (Maulfair et al, 2011). Cette nouvelle approche consiste en l'optimisation de la consommation sans augmenter l'ingestion de matière sèche, c'est-à-dire extraire le maximum de la ration. Ainsi on diminue par la même occasion la quantité de résidus. Ce dernier point n'est pas négligeable du point de vue environnemental, surtout dans le contexte actuel (Hutjens, 2007).

Selon Griffoul (2010), le respect des fondamentaux de la nutrition est le levier le plus efficace pour améliorer l'efficacité alimentaire –principalement, la prévention de l'acidose et choix de formes d'azote adaptées, indique Yann Martinot- d'autres facteurs peuvent également jouer, tels que la génétique, les aspects sanitaires et l'environnement de l'animal (confort, qualité de l'eau, mode de distribution des aliments...).

Wolter (1997), a ajouté que l'équilibre des différents facteurs de production est le meilleur garant de l'efficacité de l'ensemble. L'excès de l'un ne peut corriger la déficience d'un autre et ne fait qu'exagérer l'effet limitant de celui-ci. Ainsi, la recherche du plus haut potentiel génétique est incapable de compenser la production de fourrages médiocres, la mauvaise gestion de la reproduction ou une conduite défectueuse de la traite.



*Partie
pratique*

I. Objectif

Le calcul de l'efficacité alimentaire est un concept très simple chez les bovins. Elle mesure la transformation de la ration en lait ou en viande. Elle est exprimée en litres produits par kilo de matière sèche consommée pour les vaches laitières (Griffoul, 2010).

Avec l'efficacité alimentaire, nous nous intéressons à la mesure des litres de lait produits par kg de matière sèche ingérée et nous mesurons la valorisation de la ration par la vache laitière que la vache soit à l'étable ou au pâturage.

L'objectif de ce travail, est de caractériser et d'estimer l'efficacité alimentaire chez les vaches laitières au niveau de la région de Tizi-Ouzou, plus précisément au niveau des trois communes ; Ain Zaouia, Frikat et Draa el-mizan, autrement dit si les vaches transforment bien les aliments en produits (le lait).

Matériels et méthodes

II.1. Région d'étude

La wilaya de Tizi-Ouzou est située sur le littoral centre algérien. Sa superficie s'étend sur 2958Km². Son relief géographique est caractérisé par de vastes régions montagneuses du Djurdjura qui plafonne à 2308 m d'altitude, d'une chaîne côtière représentée par de hautes collines de 500 à 1000 m d'altitude et en fin de la vallée du Sébaou dont l'altitude ne dépasse guère les 500 m. cette vallée est serpentée par l'oued Sébaou représentant la principale source d'eau (Kadi et al, 2007).

La SAU de la wilaya est de 94 537 ha, soit 31 % de la superficie totale. Prés de la moitié (48 %) de la superficie de la wilaya est occupée par la végétation naturelle. Ces surfaces se subdivisent en pacages et parcours localisés dans les zones de montagnes et les exploitations forestières (Kadi et al, 2007).

La wilaya de Tizi-Ouzou compte une population de 1 133 349 habitants. En terme numérique, l'élevage bovin laitier est classé en deuxième position après l'ovin (DSA, 2010). Par ailleurs les zones d'études de Tizi-Ouzou telle que ; Draa El Mizan, Ain Zaouia et Frikat sont des communes de la wilaya.

La daïra de Draa El Mizan est une circonscription administrative algérienne située dans la wilaya de Tizi-Ouzou et la région de kabylie. Elle est située à 42 km au sud-ouest de Tizi-Ouzou et à 110 km au sud-est d'alger. Elle est composée de quatres communes : Ain-Zaouia,

Ait yahia Moussa, Draa El Mizan et Frikat. La population totale de la daïra est de 83 935 habitants pour une superficie de 239 21 km² (journal officiel de la république Algérienne, 1984).

Le climat de Draa El Mizan est chaud et tempéré. L'hiver se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été, cette région affiche une température annuelle moyenne de 17.0°C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 776 mm, Juillet est le mois le plus sec, avec seulement 3 mm. En janvier, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 133 mm. 26.9°C font du mois d'Aout le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 8.9°C à cette période (Climate-Data.org, 2011).

II.2. Enquête

L'enquête a été menée entre le mois de mars et juin 2016, dans trois communes ; Draa El Mizan, Frikat et Ain Zaouia, l'échantillon est constitué de 64 exploitations (élevage de vaches laitières).

II.3. Le choix des zones

Les zones où nous avons réalisés l'enquête étaient choisies d'abord selon le nombre d'exploitations présentes dans ces zones, le choix était aussi selon la distance par rapport au lieu de départ et la facilité de déplacement vers ces zones, aussi par rapport à l'accès facile aux différentes exploitations grâce à l'acceptation de notre travail de la part des éleveurs.

II.4. Le choix des exploitations

La majorité des exploitations visitées étaient indiquées par la subdivision agricole de Draa El Mizan, ainsi par des membres de familles et voisins, mais le choix était fixé par rapport au nombre de têtes ou effectifs bovins laitiers.

II.5. Réalisation du questionnaire

Le questionnaire est fait pour réaliser une enquête, qui s'est déroulée dans trois régions de la wilaya de Tizi-Ouzou : DEM, Ain Zaouia et Frikat pour permettre d'estimer l'efficacité alimentaire chez les vaches laitières. Les questionnaires comportent les paramètres les plus importants pour une conduite d'élevage, il est subdivisé en plusieurs volets :

-Caractéristiques des exploitations : commune, situation juridique de l'exploitation, date de démarrage de l'élevage...

-Présentation de l'élevage : nombre totales de têtes, nombre de génisse, veaux, taureaux, poids moyen des vaches...

-Caractérisation des vaches laitières : effectifs des races exploitées, nombre de vache en tarissement, en lactation, gestantes et nombre de lactation, durée de tarissement, intervalle vêlage-vêlage...

-Ambiance d'élevage : type de bâtiment d'élevage, superficie de l'étable, nettoyage de bâtiment...

-Alimentation : pâturage, culture des fourrages, les espèces fourragères distribuées en vert, en sec, paille et ensilage ainsi les quantités distribuées en Kg/jour/vache, la saison d'utilisation et le type d'animaux à qui l'on distribue, l'abreuvement, la complémentation (type de concentré distribué) et les quantités distribués pour les vaches par jour.

-Production laitière : quantité de lait produite en Kg/jour /vache, allaitement des petits, nettoyage de la mamelle, taux butyreux (TB), taux protéique (TP) et taux de germes (TG)...

-Hygiène et prophylaxie : vaccination des animaux, le suivi vétérinaire...

Les réponses aux différentes questions sont saisies et traitées sous Excel.

II.6. Déroulement de l'enquête

L'enquête a duré trois mois (depuis mars jusqu'à juin 2016) et s'est déroulée dans de bonnes conditions. On a commencé d'abord par une visite aux éleveurs les plus proches, des voisins, des amis et des gens de famille.

On a aussi visité la subdivision agricole de DEM pour nous guider, effectivement on a eu une liste des exploitations à grands effectifs, et cette liste nous a permis de gagner de temps, ensuite en visitant ces éleveurs ils nous ont envoyé chez d'autres éleveurs ce qui nous a permis de terminer l'enquête au bout de deux à trois mois.

Lorsque les éleveurs étaient consentant une visite de l'exploitation a été réalisée, de ce fait, on a eu l'occasion d'accéder à leurs fermes pour voir leurs cheptel et prendre de photos, on a aussi eu le maximum d'information pour remplir les questionnaires.

Le poids des vaches laitières en production a été estimé en mesurant le tour de poitrine de ces dernières. Ce dernier est ensuite déduit par la formule de Crevat (Marmet, 1983) : $PV=(TP)^3 \times 80$.

PV : poids vifs (Kg) ; TP : Tour de poitrine (m).

II.7. Traitement des données

Après la fin de l'enquête, on a procédé à un dépouillement des données qu'on a rassemblées dans un fichier type tableur avec en ligne, les différentes exploitations, et en colonnes, les variables explicatives et expliquées représentées par les différentes questions. L'ensemble de ces données est soumis à une analyse statistique (proportions) à l'aide du logiciel Statbox 6.4.

En outre les statistiques descriptives élémentaires sont calculées pour quelques paramètres (moyenne, écart-types, Min et Max) à l'aide de logiciel Excel (2007).

II.8. Estimation de l'efficacité alimentaire

Selon la bibliographie d'Andrieu (2012), l'efficacité alimentaire est définie comme la quantité de lait produite pour un kg de matière sèche ingérée (MSI). Pour la mesurer, il faut connaître la quantité de lait produite en lait standard à 4% de matière grasse et la quantité de matière sèche ingérée. Cette dernière est calculée par la méthode suivante :

EA=quantité de lait produite (Kg/VL/jr)/quantité de matière sèche ingérée (Kg/VL/jr)

EA : efficacité alimentaire.

Dans notre travail, nous disposons les quantités d'aliments distribuées par jour en Kg de matière brute (MB) et les quantités de lait produites quotidiennement avec un taux de matière grasse (MG) inconnu pour un KG de lait.

Une conversion des quantités d'aliments distribuées aux vaches en kg de matière sèche (MS) a été établie pour chaque espèce fourragère donnée et selon son stade de coupe.

Pour les espèces fourragères données on trouve ; trèfle, avoine, sorgho et prairie sous forme vert. Trèfle, avoine, prairie sous forme sec (foin). Paille de blé et d'orge. Ensilage de maïs, d'orge et de vesce avoine. Le concentré spécial vache laitière (composé principalement de maïs, tourteaux de soja et d'orge) et le son de blé comme complémentation.

Le taux de MS des différentes espèces fourragères présentes a été pris selon le stade de croissance à la coupe. Pour les fourrages verts distribués on a :

-Le trèfle ; stade bourgeonnement $C1=13.6\%MS$ (ITEBO)= 0.136 Kg de MS. (on a pris ce stade par rapport à la réponse des éleveurs qui disent qu'ils fauchent avant l'apparition des fleurs et tous les éleveurs font une seule coupe en vert pour ce dernier).

-L'avoine : stade épiaison $C1=19.17\% MS$ (ITEBO)=0.192 Kg de MS. (on a pris ce stade selon la réponse des éleveurs), l'avoine vert est distribué par un nombre faible des éleveurs, environ 10 éleveurs sinon la quasi-totalité le distribue en sec et ils font une seule coupe.

-Le sorgho : stade épiaison $C1$ et $C2= 22.2\%+17.6\%/2=19.9\%MS$ (ITEBO)= 0.199 kg de MS. (la plupart des éleveurs font deux coupe en vert en été au stade épiaison).

-Prairie : 19.7% MS (ITEBO)=0.197 Kg de MS.

Pour les fourrages secs distribués on a :

-Foin de trèfle : 88.6% MS= 0.886 kg (INRA, CIRAD, FAO, AFZ, 2014) de MS.

-Foin d'avoine : 86.5% MS (INRA, 2006)= 0.865 kg de MS.

-Foin de prairie: 85% MS (INRA, 2006)= 0.85 kg de MS.

Il n'est y a pas eue des réponses claires de la part des éleveurs pour les stades de coupe des foins de même pour les pailles, ensilages et les concentrés donc on a pris des valeurs de feedipedia (INRA, CIRAD, AFZ, FAO).

Pour les pailles on a :

-Paille de blé : 91% MS (ITEBO)= 0.91 kg de MS.

-Paille d'orge : 91.99% MS (ITEBO)= 0.919 kg de MS.

Pour les ensilages on a :

-Ensilage de maïs : 25%MS (INRA, CIRAD, FAO, AFZ, 2014)=0.25 kg de MS.

-Ensilage d'orge : 36.3% MS (INRA, CIRAD, FAO, AFZ, 2014)= 0.363 kg de MS.

-Ensilage de vesce avoine : 35% MS (INRA, CIRAD, FAO, AFZ, 2014)= 0.35 kg de MS.

Pour les concentrés on a :

-Concentré VL : 86.5%MS (Bouhraoua, 2002)=0.865 kg de MS.

-Son de blé : 88.4%MS (INRAA, 2012)= 0.884 kg de MS.

Ensuite les quantités d'aliments distribuées aux vaches en brute ont été multiplié par leurs taux de MS afin d'obtenir des quantités en kg de MS pour estimer à la fin l'efficacité alimentaire des vaches. Par exemple : l'éleveur1 ; distribue 90 kg de trèfle vert en brut par jour par vache en production au printemps, on le multiplie par son taux de MS en kg au stade bourgeonnement pour obtenir des quantités en kg de MS : 90 kg MBx0.136kg MS (de la même méthode on a calculé les quantités de MS des aliments pour toutes les espèces distribués).

Pour pouvoir comparer l'efficacité alimentaire des différents élevages dont la composition du lait est différente, il faut faire une correction pour rapporter le lait réellement produit en équivalent lait corrigé, pour cela on a pris une étude de Belkheir et al (2015) sur les caractéristiques du lait en exploitations bovines laitières en montagne de kabylie, d'après des analyses qui font ressortir un TB d'ordre 37.9 plus ou moins 5.75g/l au niveau de la région de Tizi-Ouzou.

Après avoir converti les quantités d'aliments distribuées en kg de MS et après avoir rapporté une correction pour le lait produit, nous avons additionné toutes les quantités d'aliments distribuées aux vaches laitières pour chaque saison, c'est-à-dire on a additionné la quantité de vert distribuée au printemps+quantité de sec distribuée au printemps+quantité de paille distribuée au printemps+quantité d'ensilage distribuée au printemps+quantité de concentré distribuée pour vaches en lactation en printemps, pour avoir la quantité totale distribuées au printemps en kg de MS par jour par vache. De la même manière on additionne les quantités distribuées pour les autres saisons ; hiver, été et automne.

De ce fait, les quantités de matière sèche des aliments distribués pour chaque vache par jour en kg sont obtenues ainsi que les quantités de lait produite en kg par vache par jour, donc on passe à l'application de la règle de calcul de l'efficacité alimentaire pour chaque saison (dans notre travail on a estimé l'efficacité alimentaire chez les vaches laitières parce que les résultats ne sont pas fiables à cent pour cent, du fait qu'on a pas les quantités réellement consommées mais que les quantités distribuées aux vaches car les éleveurs ne pèsent pas les refus afin d'estimer les quantités ingérés).

III. Résultats et discussions

III.1. Caractéristiques des exploitations

III.1.1. Localisation des exploitations

Les exploitations visitées sont localisées dans trois régions, leur localisation est indiquée dans le tableau 7, ainsi leurs effectifs et le pourcentage des exploitations pour chaque commune.

Tableau 7: localisation des exploitations enquêtées.

Commune	Effectif	%
1-draa mizan	33	51,56
2-ain zaouia	19	29,69
3-frikat	12	18,75
Total	64	100,00

III.1.2. La situation juridique des exploitations

Durant notre enquête nous avons constaté que 10.94% des éleveurs enquêtés des régions visitées sont agréés par les services vétérinaires, c'est-à-dire possèdent un agrément sanitaire, alors que 89.06% ne le sont pas mais possèdent des attestations d'éleveurs (figure 2).

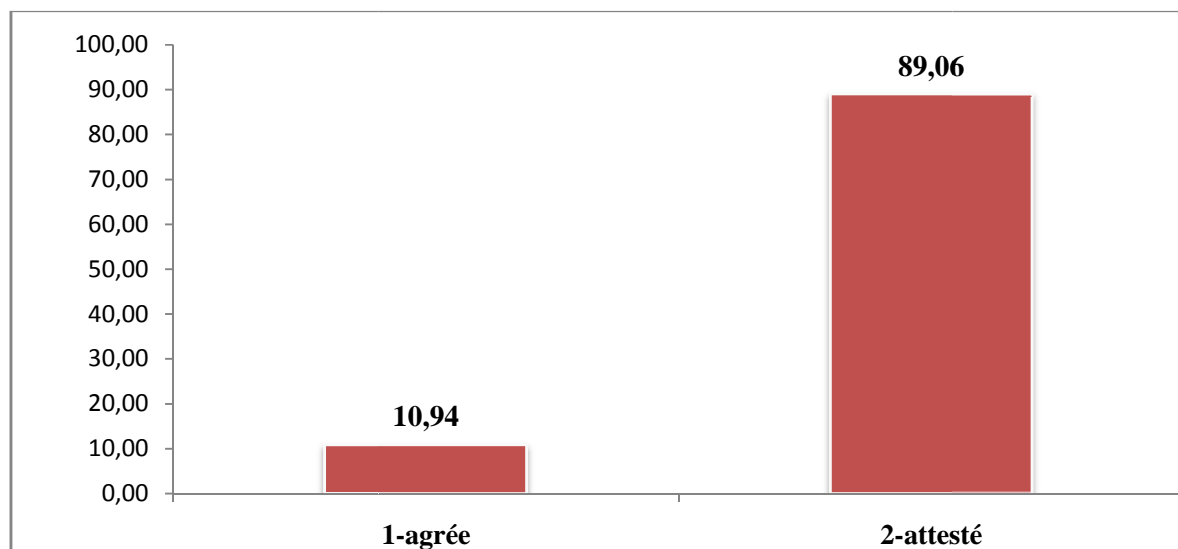


Figure 2 : répartition des éleveurs selon leur situation juridique.

III.2. Présentation de l'élevage

Au cours de notre étude, nous avons comptabilisé un effectif de 1096 têtes pour les 64 éleveurs enquêtés au sein des régions visitées, un effectif varie de 5 à 97 têtes. L'ensemble est classé en ; un effectif de 148 génisses, 284 veaux et vêles, 589 vaches laitières (en production) et 74 taureaux dont 23 sont des reproducteurs.

Le nombre total de têtes par élevage est en moyenne de 17.1 ± 14.2 ; la taille moyenne des élevages est dans 73.44% des cas comprise entre 2 et 20 têtes, suivi de la taille de plus de 20 têtes avec 26.56% (figure 3).

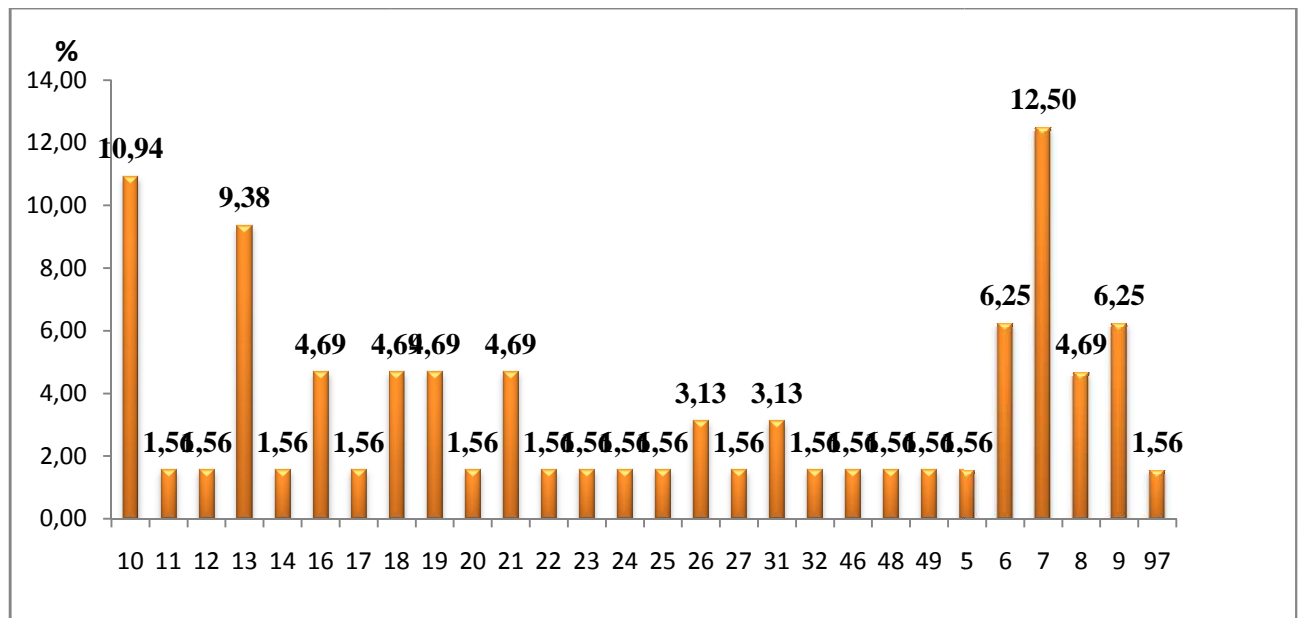


Figure 3 : répartition des éleveurs selon le nombre de têtes qu'ils possèdent.

-Poids moyen des vaches laitières : après avoir estimé le poids moyen des vaches laitières en production par des mesures corporelle en utilisant la méthode de mesure du périmètre thoracique, ensuite la formule de Crevat, nous avons constatés que 3.13 % des éleveurs ont des vaches qui pèsent en moyenne 419.88 kg et le reste des éleveurs leurs vaches pèsent entre 432 kg jusqu'à 706.49 kg.

III.3. Caractéristique des vaches laitières

III.3.1. Races exploitées

Les races exploitées sont : la Montbéliarde, Holstein, Flek-veih, Brune des alpes et race croisés (Montbéliarde flek-veih, Montbéliarde Holstein) (figure 4).

Le nombre de vaches par élevage est en moyenne de 9.2 ± 8.4 . Elle est supérieure à celle enregistrée au niveau national qui est de 2 vaches/élevage (RGA, 2001) : 60% des enquêtés élèvent exclusivement des montbéliardes contre 21% pour les holsteins, 14% élèvent des fleckveih contre 2% pour les brunes des alpes et enfin 3% des éleveurs possèdent des races croisées. La race la plus dominante est la Montbéliarde parce que selon les éleveurs c'est la race qui donne plus de lait dans cette région.

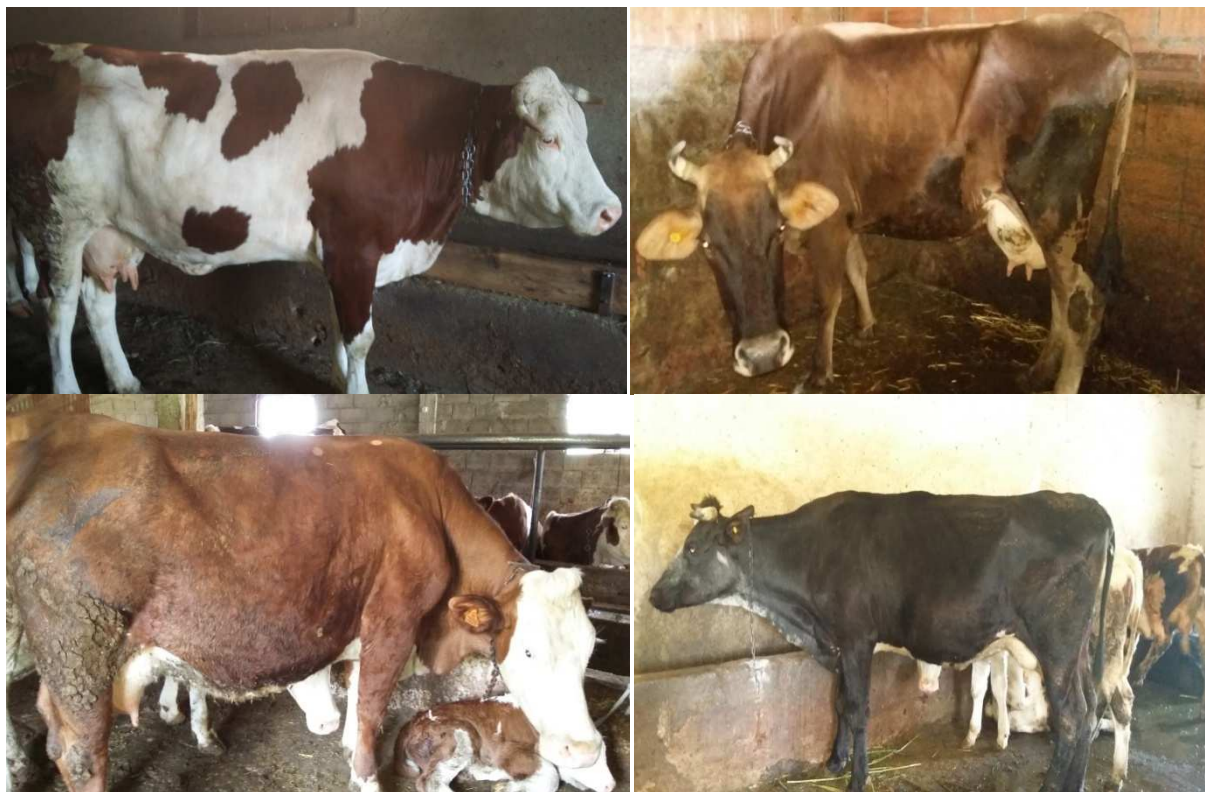


Figure 4: les différentes races exploitées au niveau des exploitations enquêtées.

III.3.2. Stade physiologique des races exploitées

-Race Montbéliarde : 30.25% des éleveurs ont des vaches gestantes, 19% leurs vaches sont taries et 50.75% ont des vaches en lactation (dont 20% l'ont en première et deuxième lactation, 15% en troisième lactation, 10% en quatrième et 5.75% ont des vaches qui dépassent la quatrième lactation).

-Race Holstein : la part des éleveurs pour les vaches gestantes de cette race est de 40.25%, celle en tarissement est de 10.75% et 49% pour celle en lactation (dont 16.19% des éleveurs ont des vaches qui sont en première, troisième et quatrième lactation, 12.5 % en deuxième et enfin 20.31% l'ont plus de quatre lactation).

-Race Flek-veih : 20.5% des enquêtés possèdent des vaches gestantes contre 8.75% pour les vaches tarées et 70.75% pour celle en lactation (dont 27.81% des éleveurs ont des vaches en première lactation contre 16.25% en deuxième, 14.57% en troisième et 12.12% plus de trois lactation).

III.3.3. Période de tarissement et l'intervalle entre vêlage-vêlage

Le tarissement représente une période délicate, c'est la période durant laquelle a lieu la préparation de la vache à la lactation suivante. Dans la majorité des exploitations, 68,75% des enquêtés présente une période de tarissement de deux mois contre 15.63% qui font trois mois de tarissement, 10.94% pour un mois, 1.56% pour quatre mois et 3.13% ne présente aucune période de tarissement (figure 5).

50.79% des éleveurs leurs vaches ont 12 mois d'intervalle entre chaque mise-bas, le reste des enquêtés présente plus d'un an d'intervalle vêlage-vêlage. Sachant que 65.63% pratiquent l'insémination artificielle contre 26.56% qui font l'insémination naturelle. Les deux pratiques se retrouvent mélangées dans 7.81% des exploitations.

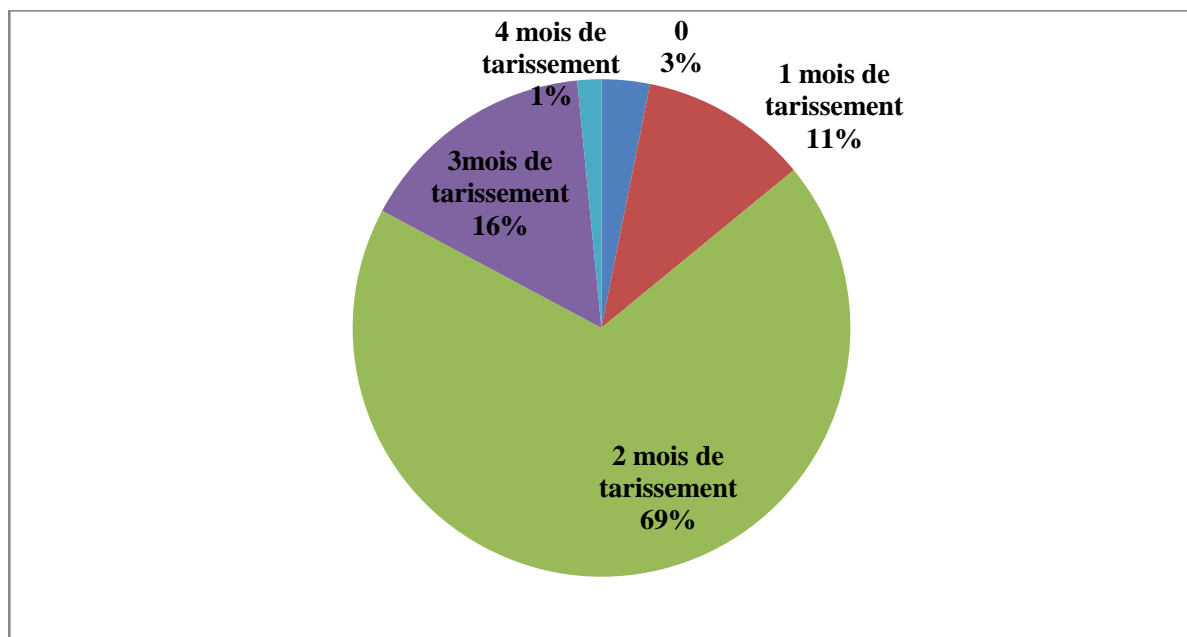


Figure 5: répartition des élevages selon la période de tarissement.

III.4. Conduite de l'alimentation

Parmi les divers facteurs qui influencent la production du troupeau bovien laitier, il ya lieu de citer l'alimentation qui occupe une grande place dans les charges totales des exploitations. L'alimentation reste par excellence le problème qui se pose avec acuité pour les éleveurs. De ce fait nous avons réalisé au cours de notre enquête que 89% des éleveurs font sortir leurs vaches au pâturage et cela dans la période de printemps et d'été pour 33% des éleveurs. Pour le reste, on note 20% des éleveurs exclusivement en printemps, 16% durant toute l'année contre 14% en printemps été automne et enfin 11% ne pratique guère le pâturage.

Nous avons aussi constaté que la totalité des éleveurs enquêtés cultivent des fourrages dont les principales sources fourragères sont ; le trèfle, l'avoine, le sorgho, le blé et l'orge. Sachant que 100%des éleveurs n'alimentent pas leurs vaches à volonté.

III.4.1. Distribution de fourrage vert

Globalement (65,63% des exploitations), les vaches reçoivent uniquement du trèfle vert au printemps avec une quantité moyenne de 86.25 kg par jour par vache. Pour le reste des éleveurs (6.25%) ils donnent en plus de trèfle, de l'avoine et de prairie en petite quantité additionné avec le trèfle pour la même saison. La figure 6 représente la répartition des exploitations par classe de quantité du vert distribué quotidiennement au printemps aux vaches laitières (il s'agit du trèfle seul ou de trèfle additionné avec des petites quantités d'avoine ou de prairie) ; 42% des éleveurs en distribuent plus de 100 kg/vache/jour et 58 % en distribuent entre 40 et 90 kg/vache/jour. Généralement, la fréquence de distribution du vert est de quatre fois par jour par 80% des éleveurs, sous forme de grande particule.

Le sorgho vert est distribué en été avec une quantité comprise entre 40 et 85 kg par jour par vache par 22% des éleveurs, les 78% ne le font pas (figure 7).

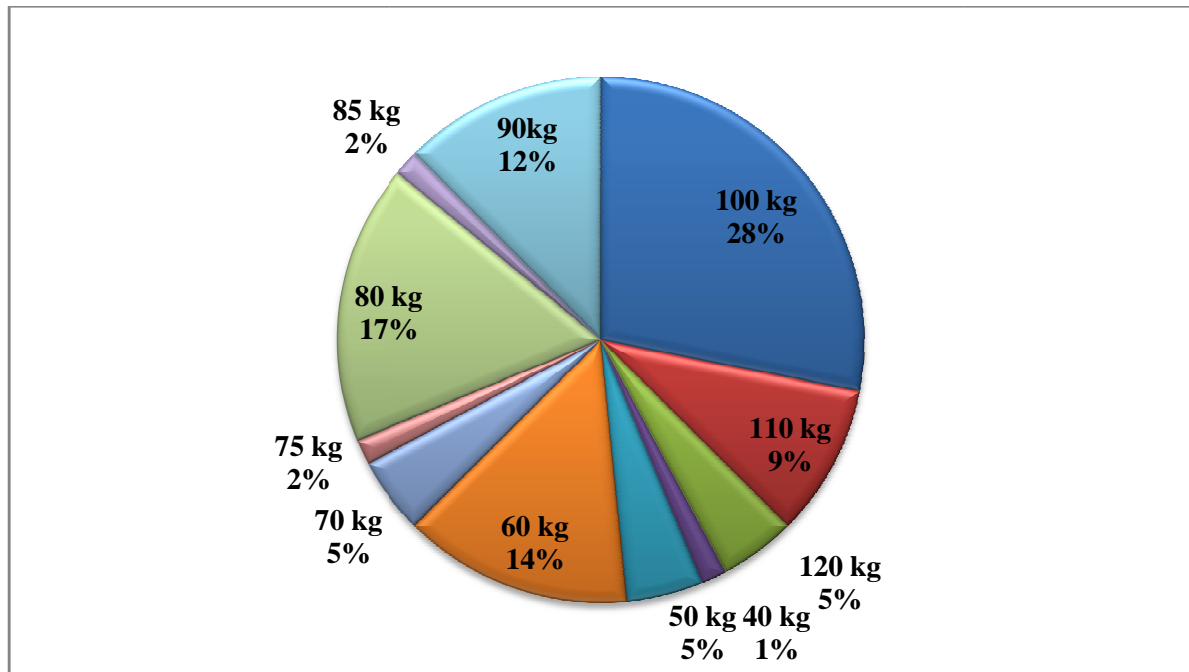


Figure 6 :Répartition des exploitations par classe de quantité du vert distribué quotidiennement au printemps aux vaches laitières.

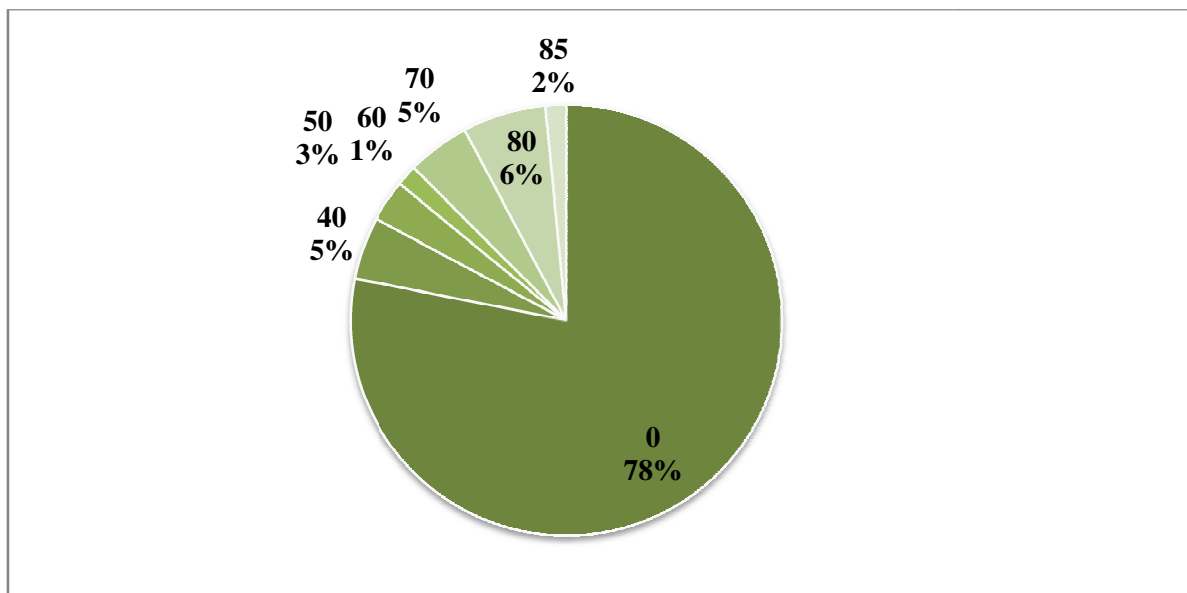


Figure 7: Répartition des élevages selon les quantités de sorgho distribué quotidiennement en été aux vaches laitières.

III.4.2. Distribution de fourrage sec

Le foin utilisé au niveau des exploitations est celui de trèfle et d’avoine par 51.56% des éleveurs, additionné du foin de prairie pour le reste des enquêtés (figure8). Les vaches reçoivent une quantité moyenne de 15 kg par jour en automne et hiver, 10 kg par jour par

vache en été voir une quantité nulle qui peut aller jusqu'à 1 kg de foin par jour au printemps. La fréquence de distribution de foin est de quatre fois par jour par 67% des éleveurs, sous forme de grande particule.

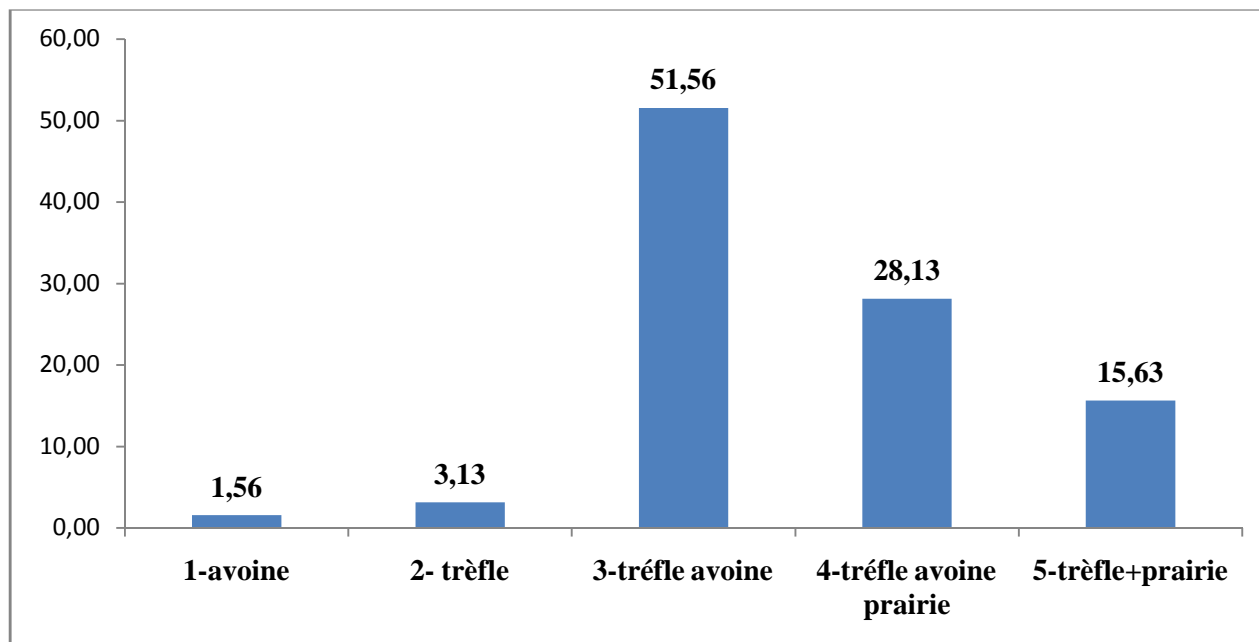


Figure 8 : Répartition des élevages selon le type de foin distribué aux vaches laitières

III.4.3. Distribution de la paille

La paille y est prioritairement utilisée comme aliment et non comme litière, la majorité des éleveurs (80%) utilisent celle de blé, vient ensuite en deuxième lieu celle d'orge en simultané avec le blé par 14% des enquêtés et enfin 6 % des éleveurs ne l'utilise pas. Les vaches reçoivent des petites quantités de paille, on note une quantité moyenne de 4 kg par jour en hiver et automne, une quantité moyenne inférieure par rapport à la première s'agit de 2 kg par jour par vache en été et une quantité moyenne presque nulle au printemps (0.5 kg/jour/vache). La fréquence de distribution de cette dernière est de deux fois par jour par 72% des éleveurs, vient ensuite 22% des enquêtés qui l'utilise une seule fois par jour, celle-ci est distribuée sous forme de particule grande.

III.4.4. Distribution de l'ensilage

L'utilisation de l'ensilage est absente dans la quasi-totalité (81.25%) des exploitations. En effet, seulement 18.75% des exploitations le pratique. L'ensilage utilisé par le reste des exploitations est celui de maïs par 12.5% des éleveurs, 3.13% utilisent celui de vesce avoine et le reste celui d'orge, ce dernier est acheté sous forme des silos. En effet, la quantité moyenne distribuée aux vaches est de 2.5 kg/jour/vache en hiver contre 1 kg en automne par

jour par vache, généralement la fréquence d'utilisation de l'ensilage est deux fois par jour sous forme haché.

III.4.5. Distribution de concentré (complémentation)

Les principales sources de concentré utilisé dans les exploitations visitées pour les vaches en lactation sont l'aliment composé du commerce (56.25% des exploitations) (composé fabriqué à base de maïs, de tourteau de soja et quelque fois d'orge) et le son de blé (23.44%) le reste des éleveurs utilisent les deux à la fois. La quantité moyenne distribuée est de 9 ± 3 kg/jour/vache (28% des éleveurs en distribuent 10 kg/jour/vache, 5% en distribuent plus de 10 kg (de 11 kg jusqu'à 15 kg) et le reste entre 4 à 9 kg/vache/jour) (figure 9). En outre, à Tizi-Ouzou, Bouzida et *al* (2010) relèvent que 76% des élevages enquêtés distribuent entre 8 et 14 kg de concentré/vache/jour (en moyenne 8 kg/vache/jour). Ces quantités sont inférieures à celles rapportées par Srairi et *al* (2003) au Maroc (14 kg/vache/jour). La distribution se fait avant la traite par 70.31% des éleveurs, 20,31% le distribue après la traite et 7.81 % pendant la traite.

Le concentré utilisé pour les vaches laitières en tarissement est le même utilisé pour celle en lactation, sauf que 1.56% des éleveurs donnent en plus de l'aliment composé pour vache laitière et de son de blé ; l'aliment spéciale pour l'engraissement (composé de tourteaux de soja, maïs, d'orge et de son de blé), sinon 23.44% des éleveurs ne distribuent pas de concentré pour vaches en tarissement. La quantité distribuée est en moyenne 3 kg/vache/jour (dont 1.56% des éleveurs distribuent 8 et 10 kg/jour/vache, 3.13% donnent 7 et 6 kg, 14.06% entre 3 et 5 kg contre 21.88% qui distribuent 2 kg/vache/jour de concentré).

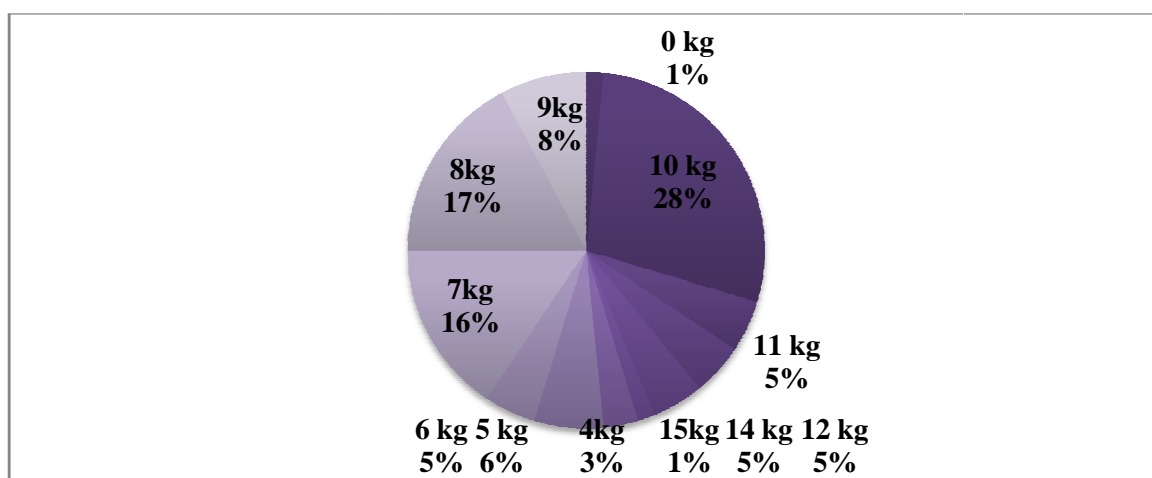


Figure 9: Répartition des exploitations par classe de quantité de concentré distribué quotidiennement aux vaches laitières en lactation.

III.4.6. L'abreuvement et l'utilisation de la pierre à lécher

Les animaux sont abreuvés en majorité (78.13%) par de l'eau de robinet. Les sources puisatières sont utilisées dans 17.19% des élevages alors que le recours aux eaux de sources (rivières) n'est signalé que dans 1.56% des exploitations.

Les abreuvoirs les plus utilisés sont les abreuvoirs collectifs par 62.50% des éleveurs, 35.94% utilisent les abreuvoirs automatiques et 1.56% utilisent des bassines.

La fréquence d'abreuvement des bovins la plus répandue est deux fois par jour, l'abreuvement à volonté est pratiqué dans 52% des élevages (figure 10).

L'utilisation de la pierre à lécher est signalée dans seulement 37.50% des exploitations. La complémentation minérale et vitaminée est absente dans la quasi-totalité des élevages (85.94).

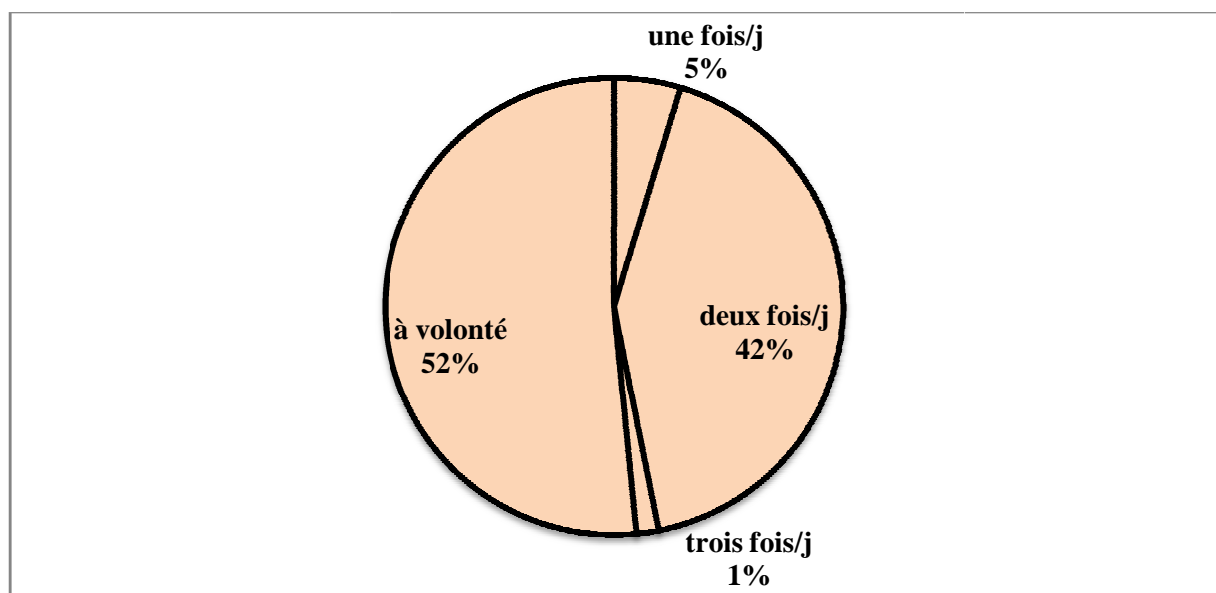


Figure 10: Fréquence d'abreuvement des animaux au niveau des exploitations enquêtées.

III.5. Ambiance d'élevage

La stabulation entravée est signalée dans 98.44% des éleveurs contre 1.56% libre. Le bâtiment d'élevage est de type hangar en béton chez 73.44% des enquêtés le reste possèdent des hangars en tôle ou en bois, voir une minorité (1.56%) qui ont des bâtiments moderne. La superficie de l'étable est en moyenne de 136.62 (m²) chez les éleveurs enquêtés.

Nous avons réalisé que 71.88% des exploitations utilisent la paille comme litière contre 28.13% utilisent de la sciure, une litière parfois humide est signalée chez tous les exploitations enquêtés avec une fréquence de changement de la litière la plus répandue de deux fois par jour (81.25%). 100% des éleveurs utilisent de la ventilation naturelle et 98.44% d'entre eux utilisent de l'énergie électrique et laissent passer la lumière naturelle de soleil afin d'éclairer leur hangar.

Globalement, les exploitations sont de type familial. Selon Chia et al (2006) et Dufumier (2006), ceci a une incidence directe sur la gestion de l'exploitation donc la conduite de l'élevage.

III.6. Hygiène et prophylaxie

Le nettoyage de bâtiments ce fait dans 85.94% des exploitations. L'utilisation de l'eau javellisée pour le lavage de bâtiment est rencontré dans 31.25% des élevages, 23.44% utilisent en plus de l'eau javellisée un désinfectant, 10.94% utilisent à la place de désinfectant un savon et 14.06% n'utilisent aucun produit mais ce suffit de baliage.

La fréquence de nettoyage de bâtiment la plus répandue dans les exploitations enquêtées est de deux fois par semaine (35.94%).

Le nettoyage de la mamelle avant la traite se fait par 98.44% des éleveurs, 54.69% d'entre eux utilisent uniquement de l'eau, 39.06% ajoutent de l'eau javellisée, 4,69 préfèrent le savon à la place de l'eau javel et enfin 1.56% des exploitations utilisent un produit spécial pour le nettoyage de cette dernière.

Le suivi vétérinaire est signalé chez tous les éleveurs enquêtés, sauf que la visite de ce dernier ce fait lorsqu'il y a intervention chez la quasi-totalité des exploitations (98.44%) sinon les autres d'une façon périodique (1.56%). En effet la vaccination des animaux est pratiquée dans toutes les exploitations visitées contre la fièvre aphteuse (26.56%) seule et contre la fièvre aphteuse et la rage dans 73.44% des élevages. La prise de sang n'est signalée que chez 18.75% des éleveurs avec une fréquence de deux fois par an, sinon 81.25% ne font pas la prise de sang pour leur cheptel.

III.7. La production laitière

La traite automatique et l'allaitement au pis sont observés respectivement dans 54.69% et 87.50% des élevages. Alors que la traite manuelle est observée dans 45.31% des exploitations.

La traite se fait deux fois par jour ; matin et soir chez 96.88% des éleveurs, alors que 3.13% ne la pratique qu'une seule fois si bien que le matin. Cette dernière se fait à l'étable, puisque tous les éleveurs enquêtés ne possèdent pas une salle de traite. En effet les premiers jets lors de la traite sont éliminés dans la quasi-totalité des élevages (95.31%).

Les 589 vaches laitières réparties entre 64 exploitations enquêtées ont produit 893 kg de lait. Les quantités de lait produites par exploitations oscillent entre 9 et 20 kg par jour avec une moyenne de 13.9 ± 2.5 kg/VL/j. Pour les mêmes mesures, Adem (2002), dans 20 exploitations dans le cadre du contrôle laitier au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou, a obtenu en moyenne 13.9 kg de lait par VL par jour. Ce rendement est identique à celui signalé par Kadi et al (2007) dans de grandes exploitations de la région et qui est de 13 litres/vaches/jour. En effet 73% des exploitations produisent des quantités inférieure à 15 kg (entre 9 et 15 kg) contre 27% produisent des quantités supérieur à 15 kg (entre 15.5 et 20 kg) de lait par vache laitière par jour (figure 11).

Cette performance moyenne reste en deçà des potentialités des deux principales races élevées à savoir la Montbéliarde et la Holstein. Ceci est le résultat de la non maîtrise de la conduite et des conditions d'élevage notamment l'alimentation.

En ce qui concerne la production laitière, une augmentation entre le mois de février et la fin mai a été signalé (période de forte production). Elle a coïncidé avec la période de disponibilité des fourrages verts (Boukir, 2007).

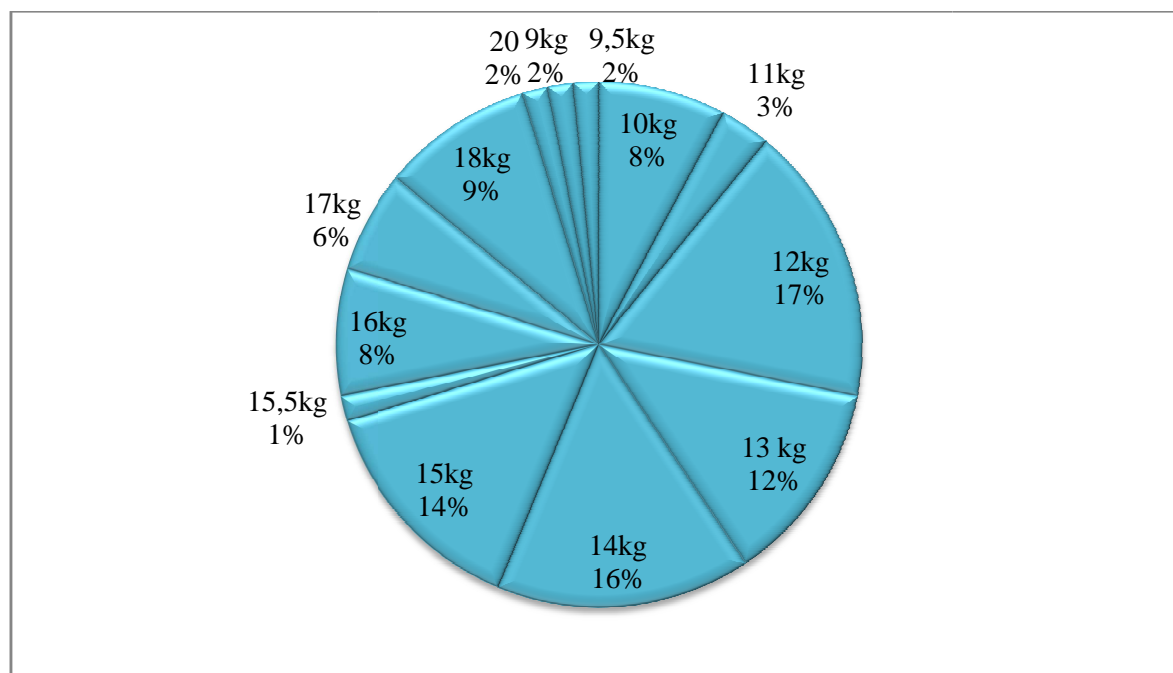


Figure 11 : répartition des exploitations par classes des quantités de lait produites quotidiennement par vaches laitières.

Le taux butyreux (TB) de lait de la majorité des éleveurs n'est pas connu sauf chez cinq éleveurs, il varie entre 30 et 40 g/l, pour le taux protéique (TP) et le taux de germes (TG) aucune réponse n'est signalée. De ce fait, nous avons pris en considération le travail de Belkeir (2015) sur la production laitière et les caractéristiques du lait en exploitations bovines laitières en montagne de Kabylie, une analyse a fait ressortir un TB et TP moyens respectivement de 37.9 ± 5.75 g/l et 33.5 ± 2.6 g/l et un taux de germes totaux supérieur à 5×10^5 ufc/ml.

III.8. Les quantités totales de matière sèche ingérée

Les quantités moyennes de matière sèche (MS) des aliments distribués quotidiennement pour les animaux se rapprochent entre elles. On note des quantités moyennes de 25.69 kg MS, 16.68 kg MS, 19.20 kg MS et 23.64 kg MS distribués respectivement en hiver, printemps, été et automne.

On remarque que les quantités les plus distribuées quotidiennement ont été signalées en hiver contre les moins distribuées au printemps, cela explique le recours des éleveurs à de grandes quantités de foin et de concentré pour couvrir le manque de fourrage vert dans cette période, alors que au printemps la majorité des éleveurs se suffit des quantités de fourrage vert distribué et ils abrogent les foins.

III.9. Estimation de l'efficacité alimentaire

A partir de la base des données, nous disposons les quantités de matière sèche des aliments distribués quotidiennement pour les vaches laitières, nous connaissons aussi les quantités de lait produites par jour par vache en lactation rapporté à 37.9 g/l de MG (Belkheir *et al*, 2015). Avec ces données, nous pouvons alors estimer l'efficacité alimentaire de la ration chez les vaches laitières, par le calcul suivant : **quantité de lait produite (kg/VL/j)/ quantité de matière sèche ingérée (kg/VL/j)**(Andrieu, 2012).

En pratique, il est admis que l'efficacité alimentaire s'échelonne entre 0.3 et 1.9 kg de lait par kg de matière sèche ingérée, alors que selon Fraitas (2011) et Andrieu (2012), il est communément admis entre 0.8 et 2 kg de lait corrigé à 4% de matière grasse par kg de matière sèche ingérée.

Cette efficacité est en moyenne 0.5 et 0.6 en hiver et automne, de 0.8 et 0.9 en été et printemps, alors que Griffoul (2010), a signalé qu'une efficacité alimentaire moyenne est de 1.31. La dispersion des valeurs d'efficacité alimentaire est relativement réduite : 0.1 et 0.2 point en hiver et automne, 0.3 et 0.4 point en printemps et en été (tableau 8).

Tableau 8: résultats de l'efficacité alimentaire

	Moyenne	Ecart Type	Médiane	Intervalle
Efficacité alimentaire en hiver	0.5	0.1	0.6	0.3-0.9
Efficacité alimentaire en printemps	0.9	0.3	0.8	0.4-1.8
Efficacité alimentaire en été	0.8	0.4	0.7	0.4-1.9
Efficacité alimentaire en automne	0.6	0.2	0.6	0.3-1.3

Globalement, lorsqu'on compare l'efficacité alimentaire obtenue dans les différentes exploitations dans les différentes saisons, on remarque qu'elle est loin de la moyenne signalée

par Griffoul qui est de 1.31, mais entre autre elle est meilleure au printemps et été par rapport à celle obtenue en hiver et en automne. Griffoul (2010), a indiqué un intervalle d'efficacité alimentaire qui varie de 0.9 à 1.6. En effet ce dernier a signalé que si le résultat obtenu est en dessous des normes, la ration est mal valorisée, les facteurs de déséquilibre doivent être corrigés. S'ils sont au dessus des normes, les animaux valorisent très bien la ration ou mobilisent beaucoup, peut être trop. Ce point doit être surveillé, surtout en début de lactation afin d'anticiper un amaigrissement excessif.

Cette faible efficacité alimentaire signalée en hiver et en automne peut être expliquée soit par une ration mal valorisée ; c'est-à-dire que les animaux ne transforment pas efficacement les aliments ingérés en produit qui est le lait (Griffoul, 2010) et cela est du aux facteurs de variation indiqués dans le deuxième chapitre, tels que le poids des vaches, le stade de lactation, l'abreuvement, l'apport excessif de concentré, l'état de santé du rumen et la qualité de fourrage consommé. Selon Griffoul (2010), plus les animaux s'alourdissent moins ils deviennent efficaces. Quant au stade de lactation, il interfère du fait que la vache mobilise puis reconstitue ses réserves adipeuses. Après le vêlage, l'efficacité alimentaire est nettement meilleure qu'en fin de lactation (Brocard et al, 2010), les mêmes auteurs ont ajouté qu'un aliment moins est digestible et ingestible plus sa valeur d'encombrement est élevée, il est donc moins consommé (d'après nos résultats, les graminées sont récoltées à un stade tardif (stade épiaison) ce qui augmente le taux des fibres dans les parois végétales, donc sont plus encombrant et moins digestible), selon Journet (1985) le début de l'épiaison apparaît être le stade optimum de récolte des graminées pour minimiser la complémentation en aliment concentré. L'abreuvement des animaux est biquotidien chez 42% des élevages. Ce qui est insuffisant, d'autant plus que les besoins en eau sont fonction de la température, de la durée d'ensoleillement et la teneur en matière sèche de l'herbe (NRC, 1996). De même, l'utilisation abusive de concentré induit une dépréciation de la productivité des vaches laitières, provoque leur engraissement, diminue le taux butyreux du lait et augmente les coûts de production. De plus, elle présente un risque élevé de troubles sanitaires d'ordre digestif (météorisation, indigestion, diarrhées, déplacements de la caillette, boitement) (Peyraud et Apper-Bossard, 2006) et métaboliques notamment une acidose latente ou sub-clinique (Beauchemin et al, 2007), d'ailleurs 28% des éleveurs en distribuent 10 kg/jour/vache. En effet, l'état d'acidose réduit la digestibilité de la cellulose, elle réduit donc la densité énergétique de la ration et par conséquent l'efficacité alimentaire. De plus il y a augmentation de libération de chaleur donc des pertes, ce qui diminue la conversion des nutriments en énergie utilisable à des fins productives. Enfin, en tant que phénomène pathologique, l'acidose a des conséquences

négatives sur l'état de santé global des vaches (Britt *et al*, 2003). Soit selon Hocquette *et al* (2002), cette faible efficacité alimentaire peut s'expliquer en partie par les apports alimentaires excessifs distribués puisque les quantités de lait produites sont dans les normes (des quantités de matières sèches distribuées aux vaches supérieures à 30 kg/jour ont été signalées chez quelques exploitations) qui sont dans la majorité de foin sec et de concentré. Selon Britt *et al* (2003), les vaches n'ont pas forcément besoin d'ingérer de grande quantité de matière sèche pour avoir une production élevée. Il suffit de fournir la quantité nécessaire de nutriments digestibles dans la ration, puisque la production laitière chez la majorité des éleveurs enquêtés est dans les normes (73% des exploitations produisent des quantités entre 9 et 15 kg de lait par jour et 27% en produisant des quantités supérieures à 15 kg jusqu'à 20 kg par jour).

IV. Discussion générale

La taille des élevages de la région d'étude est en moyenne de 9 vaches. Elle est supérieure à celle enregistrée au niveau national qui est de 2 vaches/élevage (RGA, 2001). Le poids vif des animaux est estimé par la formule de Crevat (Marmet, 1983) en mesurant le tour de poitrine $PV = (TP)^3 \times 80$, en effet le poids des vaches enquêtés varie entre 432 à 706 kg.

La maîtrise de la reproduction est un facteur déterminant dans l'économie de l'élevage. En effet 65.63% des élevages pratiquent l'insémination artificielle et 50.79% leurs vaches ont 12 mois d'intervalle entre chaque mise-bas, sinon le reste présente plus d'un an d'intervalle vêlage-vêlage. Dès lors, même avec la pratique de l'insémination artificielle, la présence d'animaux qui ne se reproduisent pas augmente les charges de l'éleveur et empêche le renouvellement du troupeau de manière correcte. Selon Kourot et Ortavant (1979) cité par Belhadia *et al* (2009), le retard de fécondation de 3 mois cause une perte de l'ordre de 400 kg pour une lactation de 3000 et 800 kg pour une lactation de 4000 kg.

Les pâturages constituent une source alimentaire, surtout au printemps et en été. De ce fait nous avons déterminé au cours de notre étude que 89% des éleveurs font sortir leurs vaches au pâturage et cela dans la période de printemps et d'été majoritairement. Les cultures fourragères présentes dans les 64 exploitations visitées sont : le trèfle, l'avoine, le sorgho le blé et l'orge en sec. Dans la majorité des élevages, l'utilisation de trèfle vert est dominante avec une moyenne de 86.25 kg/vache/jour au printemps, suivie de sorgho avec une quantité comprise entre 40 et 85 kg/vache/jour en été, ce dernier cultivé en irrigué, est distribué en vert

en période sèches (juillet à septembre). C'est une période qui correspond à la baisse des niveaux de lactation liée au manque de fourrages verts. Globalement, les vaches reçoivent une quantité de foin comprise entre 10 et 15 kg par jour. Le foin étant dans la totalité des éleveurs celui de trèfle et d'avoine, ce dernier est distribué sous forme de grande particule. En effet, la paille y est prioritairement utilisée comme aliment et non comme litière, la majorité des éleveurs (80%) utilisent celle de blé avec une quantité moyenne de 4 kg par jour en hiver et automne. Par contre, l'utilisation de l'ensilage est absente dans la quasi-totalité (81.25%) des exploitations. L'abreuvement des animaux est biquotidien chez 42% des élevages. Ce qui est insuffisant, d'autant plus que les besoins en eau sont fonction de la température, de la durée d'ensoleillement et la teneur en matière sèche de l'herbe (NRC, 1996). L'utilisation de la pierre à lécher est signalée dans seulement 37.50% des exploitations. La complémentation minérale et vitaminée est absente dans la quasi-totalité des élevages (85.94).

Au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, l'alimentation des vaches laitières est basée, pendant presque toute l'année, sur les fourrages secs, le concentré et les pailles. La dépendance des élevages vis-à-vis des concentrés est importante (Kadi et al, 2007). Les vaches reçoivent en moyenne 9 ± 3 kg d'aliment concentré/jour (minimum= 4 kg/vache/jour ; maximum= 15 kg/vache/jour). Celui-ci est fabriqué à base de tourteau de soja, maïs et d'orge, ces matières premières sont quasiment toutes importées (Kadi et al, 2007). En outre, à Tizi-Ouzou, Bouzida et al (2010) relèvent que 76% des élevages enquêtés distribuent entre 8 et 14 kg de concentré/vache/jour (en moyenne 8 kg/vache/jour). Le concentré semble déterminer la production laitière des vaches. Ces quantités sont inférieures à celles rapportées par Srairi et al (2003) au Maroc (14 kg/vache/jour). L'utilisation abusive de concentré induit une dépréciation de la productivité des vaches laitières, provoque leur engraissement, diminue le taux butyreux du lait et augmente les coûts de production. De plus, elle présente un risque élevé de troubles sanitaires d'ordre digestif (météorisation, indigestion, diarrhées, déplacements de la caillette, boitement) (Peyraud et Apper-Bossard, 2006) et métaboliques notamment une acidose latente ou sub-clinique (Beauchemin et al, 2007). Par ailleurs, d'après Chenost et Kayouli (1997), la complémentation « supplémentaire » apportant les nutriments permettant de couvrir les besoins de production devra être réaliste sur le plan non seulement nutritionnel mais également socio-économique (disponibilité, coût,...etc.).

La moyenne de la production laitière de l'échantillon est estimée à 13.9 ± 2.5 kg/VL/j. Ce rendement est identique à celui signalé par Kadi et al (2007) dans de grandes exploitations de la région et qui est de 13 litres/vaches/jour. Cette production reste inférieure par rapport aux

quantités importantes de MS assurées par les aliments distribués quotidiennement qui sont dans la majorité de foin sec et de concentré (en moyenne 25.69 kg en hiver, 16.68 kg au printemps, 19.20 kg en été et 23.64 kg en automne), selon Cuvelier et Dufrasne (2015), pour atteindre une production de 20 kg de lait uniquement avec le pâturage, la vache laitière doit ingérer entre 14 et 15 kg de MS d'une herbe jeune. Les mêmes auteurs ont ajouté, que les foins sont des fourrages secs utilisés généralement chez des animaux à faibles besoins, tels que la vache gestante tarie. Utilisé seul, il est incorporé à raison de 1,5 à 2 kg de foin frais/100 kg de poids vif. Il est cependant conseillé d'utiliser une quantité moindre, afin de permettre l'utilisation d'autres aliments qui apporteront une diversification de la ration.

L'efficacité alimentaire est une notion récente en alimentation bovine, elle renseigne sur l'optimisation de la ration, la gestion économique et l'impact environnemental (Hall, 2004). D'après des résultats, nous avons constaté que l'efficacité alimentaire est loin de la moyenne signalée par Griffoul qui est de 1.31, mais entre autre elle est meilleure au printemps et été par rapport à celle obtenue en hiver et en automne avec des moyennes qui varient de 0.5 en hiver, 0.6 en automne, 0.8 en été et 0.9 en printemps. Cette faible efficacité alimentaire peut être s'expliquée soit par une ration mal valorisé ; c'est-à-dire que les animaux ne transforment pas efficacement les aliments ingérées en produit qui est le lait (Griffoul, 2010) ceci peut être le résultat de la non maîtrise de la conduite et des conditions d'élevage cités dans le deuxième chapitre). Soit selon Hocquette et *al* (2002), cette faible efficacité alimentaire peut s'expliquée en partie par les apports alimentaires excessifs distribués qui sont dans la majorité de foin et de concentré puisque les quantités de lait produites sont dans les normes (acceptable mais reste inférieure par rapport au potentiels génétiques des races exploitées).

Conclusion

Les fourrages constituent la base de l'alimentation des ruminants, et en particulier des bovins laitiers, pour une production saine (physiologiquement) et rentable. Pour l'alimentation des animaux, le vert est fourni essentiellement par le trèfle, le sorgho fourrager et quelques fois par l'avoine. Les vaches reçoivent une quantité de foin comprise entre 10 et 15 kg par jour. Le foin étant dans la totalité des éleveurs celui de trèfle et d'avoine, ce dernier est distribué sous forme de grande particule. L'utilisation de l'ensilage est absente dans la quasi-totalité (81.25%) des exploitations. L'abreuvement des animaux est biquotidien chez 42% des élevages. Ce qui est insuffisant, d'autant plus que les besoins en eau sont fonction de la température, de la durée d'ensoleillement et la teneur en matière sèche de l'herbe. La distribution du concentré est en moyenne de 9 kg/vache/jour, celui-ci est fabriqué à base de tourteau de soja, maïs et d'orge, ces matières premières sont quasiment toutes importées. La couverture sanitaire semble être maîtrisée puisque on ne signale pas de maladies contagieuses qui peuvent dévaster tous les troupeaux. La structure des troupeaux montre que le nombre de vache laitière en production varie de 4 à 53 avec une moyenne de 9 femelles/troupeau. La productivité de ces vaches atteint en moyenne 13.9 litres/jour avec deux traites/ jour chez la quasi-totalité. Les quantités de matières sèches apportées par les aliments distribués quotidiennement pour les vaches sont en moyenne de 25.69 kg en hiver, 16.68 kg au printemps, 19.20 kg en été et 23.64 kg en automne. Des quantités supérieures à 30 kg de MS ont été signalées chez quelques éleveurs. Ces rendements de productions laitières restent inférieurs au potentiel des races exploitées représentées principalement par la Montbéliarde et la Holstein. Cela explique cette faible efficacité alimentaire obtenue au cours de l'enquête surtout en hiver et en automne avec une moyenne de 0.5 et 0.6 respectivement. Ceci peut être le résultat de la non maîtrise de la conduite et des conditions d'élevage (facteurs de variation) ou des apports alimentaires excessifs (foins et concentré).

Les résultats obtenus révèlent que les fourrages vert étant déficitaires en quantité et en qualité : d'une part, en quantité puisque la disponibilité en fourrages verts est limitée à une durée de 5 mois ; le reste de l'année, le foin à faible valeur alimentaire et la paille constituent la seule ration de base des vaches laitières. D'autre part, en qualité puisque les graminées se récoltent à un stade tardif si bien que le stade épiaison. Nous avons constaté par ailleurs que les éleveurs utilisent rarement la pierre à lécher et lorsqu'elle existe, elle est insuffisante. La complémentation minérale et vitaminée est quasiment absente. Les résultats révèlent aussi que

la production laitière reste pratiquement assurée par le concentré lequel couvre même en partie des besoins d'entretien de la vache. Ceci permet, certes, d'augmenter la quantité de lait produite, mais le coût de production et le déséquilibre du bilan azoté de l'exploitation (accentuant le risque de pollution) augmentent aussi parallèlement, mais également elle engendre des apports alimentaires excessifs à l'origine de la détérioration de l'efficacité alimentaire.



Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

ABDELGUERFI A., ZEGHIDA A. 2005. Utilisation des engrais par culture en Algérie. Food and Agriculture Organisation, Rome. Italy. Edition (2005), 56p

ABDELGUERFI A., LAOUAR M., M'HAMMEDI BOUZINA M. 2008 : les productions fourragères et pastorales en Algérie : situation et possibilités d'améliorations, Agriculture et développement, n°6, 72p.

ADEM R. 2002.Le contrôle laitier en Algérie. Les performances zootechniques des élevages bovins laitiers en Algérie C.I.Z. synthèse campagne 2001/2002, 16p.

ALBRIGHT J.L. 1993. Feeding behavior of dairy cattle. Journal of dairy science 76 (2) 485-498.

ANDRIEU S. 2012.Comment mesuré l'efficacité alimentaire en toute simplicité. Production Laitière Moderne, (431), 28.

BAUMONT R., AUFRERE J., MESCHY F. 2009. La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. Fourrage 198, 153-173.

BEAUCHOP. 1976, Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.

BEAUCHEMIN K.A. 2007. Ruminant Acidosis in Dairy Cows : Balancing Physically Effective Fiber with Starch Availability, Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville. 2007. 16-27.

BECKERS Y., CUVELIER C., DUFRASNE I., FROIDMONT E., HORNICK J.L., ESTASSE L., KNAPP E, l'alimentation de la vache laitière, Physiologie et Besoins. Université de Liège, Centre Wallon de Recherches Agronomiques.

BELKHEIR B., BENIDIR M., BOUSBIA A., BENAHMED N., GHOZLANE F. 2015. Production laitière, pratiques d'élevage et caractéristiques du lait en exploitations bovines laitières en montagne de Kabylie, Algérie. Livestock research for rural development, 2015.

BELHADIA M., SAADOUD M., YAKHLEF H.,BOURBOUZ A. 2009. La production laitière bovine en Algérie: capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Chelliff. Revue Nature et Technologie. N°01/ juin 2009. Pages 54 à 62.

Références bibliographiques

BENYOUCEF M.T., ABDELMOUTALEB M. 2009. Indicateurs de la technicité des éleveurs et canaux de vulgarisation des élevages bovins laitiers de la région centre (Algérie). Sciences et Technologie C, N° 30, pp : 34-42.

BOUKIR M. 2007. Relation entre les modalités de production bovines et les caractéristiques du lait. Cas des exploitations laitières de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse Magister INA Alger.120p

BOUZIDA S., GHOZLANE F., ALLANE M., YAKHLEF H., ADBELGUERFI A. 2010. Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie). Fourrages, 204,269-275.

Britt J.S., THOMAS R.C., SPEER N.C., HALL M.B 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. Journal of dairy science, 86, 3796-3801.

BROCARD V., BRUNSCHWIG P., LEGARTO J., PACCARD P., ROUILLE B., BASTIEN D., LECLERC M-C. 2010. Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier, Institut de l'élevage, Paris, 13-28.

CARJOT A.C. 2013. Étude de la corrélation entre l'efficacité alimentaire et l'analyse des résidus de bouses chez les vaches laitières nourries avec une ration totale mélangée. Thèse n° 89. Université Claude-Bernard.Lyon1

CASPER D. 2008. factors affecting feed efficiency of dairy cows. In: Tri State Dairy nutrition Conference, 22-23 april 2008, 133-138.

CASTELLANI D. 2014. L'efficacité alimentaire; une donnée essentielle dans la gestion de l'alimentation des troupeaux laitiers. Le point vétérinaire.fr

Chambre d'agriculture Yonne. 2009. Des choix de conduite alimentaire avec un robot de distribution de la ration totale mélangée [PDF]

URL:<http://www.caiac.fr/htmlpage/PUBLICATION/pdf/ALIMENTATIONrobotboucheron.pdf>.

CHENOST M., KAYOULI C. 1997. Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. Etudes FAO : Production et santé animales, 135.

CHIA E., DUGUE P., SAKHO-JIMBIRA S. 2006.les exploitations agricoles familiales sont-elles des institutions ? Cahiers d'Agriculture volume 15 (6), pp : 498-505.

Références bibliographiques

COLBURN M.W., EVANS J.L. 1967. Chemical composition of the cell-wall constituent and acid detergent fiber fractions of forages. Dairy science: vol 5. N°7.

CUVELIER C., DUFRASNE I, l'alimentation de la vache laitière. Aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. Université de Liège.

DECRUYENAERE., BELGE 2006. l'alimentation de la vache laitière. Aliments, calculs de ration, indicateurs d'évaluation des déséquilibres de la ration et pathologies d'origine nutritionnelle. Université de Liège.

DELABY L., LASSALAS J., FARGETTON M., HUSSON F., FAVERDIN P. 2009. Prévion de l'effet des interactions énergie-protéines sur la production et la composition du lait chez la vache laitière. In : INRA (ed). Rencontre autour de la recherche sur le ruminant, paris, décembre 2009, INRA, Paris, 37-40.

DERMAQUILLY C. 1987. La fenaison. Evolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Perte d'eau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et chimique. In : les fourrages secs. Ed. INRA. Prod Animale.

DERMAQUILLY C. 1988. Valeurs alimentaires des fourrages. Ed. INRA-CRZV.

DERMAQUILLY C., ANDRIEU J. 1992. Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages Européens exploités en verts. INRA. Prod. Animale. 213-221p.

DROGOUL C., GADOUD R., JOSEPH M.M. 2004. L'alimentation des polygastriques. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, Tome 2, 2^{ème} édition. 101-102-103-104-105-106.

DROMARD M. 2010. Le calcul de l'efficacité alimentaire. Production laitière. pp : 52-53.

DUDOUE C. 2004. La production des bovins allaitants. 2^{ème} Ed, France agricole, pp : 212-242.

DUFUMIER M. 2006. Diversité des exploitations agricoles et pluriactivité des agriculteurs dans le tiers monde, cahiers d'Agriculture volume.15 n° (6), pp :584-588.

DULPHY J.P. 1987. Fenaison : pertes en cours de récolte et de conservation. In : les fourrages secs. Ed. INRA.

ENJALBERT F. 2012. Cours de cinquième année spécialité Animaux de Production Vetagro Sup Campus Vétérinaire. Cité par Carjot. 2013, thèse n°89 : étude de la corrélation entre

Références bibliographiques

l'efficacité alimentaire et l'analyse des résidus de bouses chez les vaches laitières nourries avec une ration totale mélangée. Université Claude-Bernard.Lyon1.

FAY. 1979. Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.

FEVERDIN P., DELABY L., DELAGARDE R. 2007. L'ingestion d'aliments par les vaches laitières et sa prévision au cours de la lactation. INRA Prod.Anim, 20(2) : 151-162.

FRAITAS E. 2011. Feed efficiency in dairy cattle production. Vanbeek Nutrition. Communication personnelle. Cité par Carjot. 2013, thèse n°89 : étude de la corrélation entre l'efficacité alimentaire et l'analyse des résidus de bouses chez les vaches laitières nourries avec une ration totale mélangée. Université Claude-Bernard.Lyon1.

GRIFFOUL B. 2010. L'efficacité alimentaire ou comment optimiser l'ingestion Réussir Lait, (242), 54-56..

HALL M.B. 2004. Using feeg effeciency as a ration evaluation and nutriment management tool.Advances in dairy technology. Volume 16, p: 29-36.

HOCQUETTE J.F., RUDEL S., JAILLER H., LEVEZIEL H., AGABRIEL J., MICOL D. 2002. Influence d'un régime de finition riche en céréales sur la croissance et la composition corporelle de jeunes bovins Limousins et Charolais. Rencontres de la Recherche sur les ruminants, 9, p270.

HOUMANI M. 1999. Situation alimentaire du bétail en Algérie. INRAA, 4, 35-45.

HUTJENS M.F. 2005. Dairy Efficiency and dry matter intake In: Proceeding of the 7th Western Dairy Management Conference, Reno, 9 -11 mars 2005. 71-76.

HUTJENS M.F. 2007. Practical approaches to feed efficiency and applications on farm.

In: Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 13-14 November 2007, Grantville, 1-5.

ITEBO. Cité par IRMOULI Y. 1995. thèse, ing : valeur alimentaire des fourrages : Etude de quelques résultats de recherches effectués en Algérie.

INRA.1988. reproduction des mammifères d'élevage. Ed. Paris, 239p.

INRA. 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des polygastriques. Edu-cagri, pp : 97-113.

Références bibliographiques

- INRA, CIRAD, AFZ, FAO. 2014.** Plantes fourragères, les graminées et les légumineuses fourragères. Feedipedia.
- ISSOLAH R. 2008.** Les fourrages en Algérie : situation et perspectives de développement et d'amélioration. Recherche Agronomique 22 : 34-47.
- JARRIGE R. 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 476p.
- JARRIGE R. 1995.** Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion. Ed INRA.
- JEAN-BLAIN C. 2002.** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Ed TEC et DOC. pp : 110-111-159.
- JOUANY J.P. 1981 ., CZERKAWSKI J.W. 1984.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- JOURNET N. 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. INRA.PP : 13-23.
- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. 1984.** Décret N°84-365, fixant la composition, la consistance et les limites territoriale des communes. Wilaya de Tizi-Ouzou, p.1504 (wikipedia.org).
- KADI S.A., DJELLAL F., BERHICHE M. 2007.** Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. Livestock research for rural development volume 19, article4, 2007.
- LAPEYRONIE A. 1982.** Les productions fourragères méditerranéennes. Tome1. Généralité, caractères botaniques et biologiques. Ed. G.P, Paris, 415p.
- LINN J., TERRE TRULA M., CASPER D., RAETH KNIGHT M. 2007.**Feed efficiency of lactating dairy cow [PDF].URL<http://www.cvmbs.colostate.edu/ilm/proinfo/cdn/2007/Feed%20Efficiency%20in%20Lactating%20Dairy%20Cows.pdf>. . Cité par Carjot. 2013, thèse n°89 : étude de la corrélation entre l'efficacité alimentaire et l'analyse des résidus de bouses chez les vaches laitières nourries avec une ration totale mélangée. Université Claude-Bernard.Lyon1.
- MALBERT C.-H., FLORAMONTI J., BUENO L., RUCKEBUSCH Y. 1995.** Motricité et transit gastro-intestinal. In : Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M-H., Journet M. (eds). Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion, INRA, Paris, 465-488.
- MARMET R. 1983.** La connaissance du bétail : les bovins. Tome 1. Lavoisier édition 187p.

Références bibliographiques

- MAULFAIR D., HEINRICHS J., ISHLER V.2011.** Feed efficiency for lactating dairy cows and its relationship to income over feed costs. *DAS*.183, 1-6.
- NICKEL. 1987.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- NRC.1996.** Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. Nutrient requirement of domestic animals. National Research Council. National Academy Press. Washington.D.C.242p.
- PAQUAY R., VERNAILLEN F., COURTOIS A. 1989.** Les foins, base de l'alimentation du mouton-effets de divers facteurs sur la composition, l'ingestibilité et la valeur nutritive. *Revue de l'agriculture*, vol, 42, N°4.
- PEARCE. 1967., ULYATT, 1973, cités par THIVEND. 1985.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- PEYRAUD J.L., APPER-BOSSARD E. 2006.** L'acidose latente chez la vache laitière. *INRA Productions Animales* 19 79-92.
- PRESTON. 1987.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- REID. 1984.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- RGA, 2001.** Cités par SI-TAYEB H., MOUHOUS A., CHERFAOUI L.M. 2015. Caractérisation de l'élevage bovin laitier en Algérie : cas de la zone de Fréha à Tizi-Ouzou, article7, 2015.
- RUSSEL. 1986.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.
- SAUTET J. 1995.** L'appareil digestif et ses adaptations. In : Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M-H., Journet M. (eds). *Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion*, INRA, Paris, 183-222.
- SAUVANT D. 2000.** Granulométrie des rations et nutrition des ruminants. *INRA Production animale*, 13, (2), 99-108.
- SERIEYS F. 1997.** Le tarissement de la vache laitière. 2^{ème} Ed, 139-143p.
- SOLTNER D. 1999.** Alimentation des animaux domestiques. T1.21^{ème} Ed. PP ; 63-73-74.

Références bibliographiques

SRAIRI M.T., LYOUBI R. 2003. Typologie of dairy farming systems. In Rabat suburban region, Morocco, Archivos de Zootecnia 52 : 47-58.

SUTHERLAND. 1986. Utilisation digestif et métabolique des aliments, partieI. Science et médecine vétérinaire.

THIEBAULT J.J. 2009. Cours de première année. Physiologie de la digestion chez les ruminants. Cité par Carjot. 2013, thèse n°89 : étude de la corrélation entre l'efficacité alimentaire et l'analyse des résidus de bouses chez les vaches laitières nourries avec une ration totale mélangée. Université Claude-Bernard.Lyon1.

THOMET P., STEIGER BURGOS M. 2007. Réflexions sur l'efficacité en production laitière. Revue suisse agricole. 39 (3), 291-296.

VERLEUR A. 2012. Pour améliorer l'efficacité alimentaire, conseils pratiques, techniques et experts. Production Laitière Moderne, (435), 28-29.

WATTIAUX M.A. 1996.digestion chez la vache laitière, l'Institut Babcock pour la recherche et le Développement International du Secteur Laitier. Université du Wisconsin à Madison.

WATTIAUX M.A. 1994. Nutrition et alimentation. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier. Université du Wisconsin à Madison. PP : 19-45-51-108-115.

WHEELER B. 1993.guide d'alimentation des vaches laitières. Ontario, Ministre de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales.

WOLTER R. 1997. Mode de digestion et conséquence. Alimentation de la vache laitière, 3^{ème} édition, France agricole. Paris : 24-97.

YAHIMI A., DJELLATA N., DAKOUO M., HANZEN C., KAIDI R. 2013. Analyse des pratiques de détection des chaleurs dans les élevages bovins laitiers algériens. Revue d'élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 66 (1).

Annexe

Questionnaire

1-Caractéristiques des exploitations :

Nom et prénom de l'éleveur :

Commune :

Situation juridique de l'exploitation :

Date de démarrage de l'élevage :

2-Présentation de l'élevage :

Races exploitées :

Nombre totale de têtes :

Nombre de génisses :

Nombre de veaux :

Poids moyen des vaches laitières :

Nombre de taureaux :

Nombre de vache laitières :

Nombre de reproducteurs :

3-Caractéristique des vaches laitières :

Race dominante	Effectif	Stade physiologique			Numéro de lactation			
		Taries	Stade de lactation	Gestantes	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}
Montbéliarde								
Holstein								
Autres								

Tarissement : 2mois 3 mois pas de tarissement Intervalle vêlage-vêlage :

Type d'insémination : naturelle artificielle

4-Ambiance d'élevage

-Type de stabulation : libre entravée

-type de bâtiment d'élevage : moderne hangar en : •béton • Bois • Tôle

-superficie de l'étable (m²) :

- les vache laitières sont elles mélangés avec les taureaux, vèles, veaux et génisses: oui non

-Air de couchage Terre battue béton sol paillé béton paillé autre

-ventilation et éclairage. La ventilation : •naturelle •automatique

L'éclairage : •naturelle •par énergie électrique

-Quelle est la nature de la litière ? Absence Paille Sciure Autre

-Etat de la litière : Sèche Parfois humide Toujours humide

-combien de fois vous changez la litière :

-nettoyage du bâtiment ? Oui non

Si oui combien de fois par semaine :

Quels sont les produits utilisés ?

5-Alimentation

La ration de base :

- **Pâturage** : oui non

Si oui durant quelles périodes ?

- **Culture des fourrages** ? oui non

Si oui quelles espèces ?

-la ration de base est elle à volonté ? Oui non

Ration base	espèces	Quantité distribué (kg/jr)	Nombre de fois/jr	Saison utilisation	Type animaux	Mode de présentation
Fourrage vert				-été -automne -hiver -printemps		
Fourrage sec				-été -automne -hiver -printemps		
paille				-été -automne -hiver -printemps		
ensilage				-été -automne -hiver -printemps		

-l'eau :

L'abreuvement a volonté : oui non

Si oui : abreuvoirs automatiques abreuvoirs collectifs

Si non combien de fois par jour ? Est ce que la même quantité pour tous les animaux ? Oui non

Source d'eau : -robinet -rivière -puits -source

-La complémentation :

Le concentré : un seul aliment plusieurs aliments : -vache laitière -engraissement -mélange

Est-ce que c'est la même quantité pour tous les animaux ? Oui non

Si non,

	Un seul aliment (kg/j)	Vache laitière (kg/j)	Engraissement (kg/j)	Mélange (kg/j)
VI :- lactation				
-gestante				
- tarissement				
génisse				
Vêles/veaux				
Taureaux				

Si oui quelle est la quantité distribuée (kg/jr/animal)

Moment de distribution : -avant la traite après la traite pendant la traite

Est ce que vous utilisez :-pierre à liché : oui non -CMV : oui non

6-la production laitière :

-La traite est : manuelle automatique

-La traite se fait : dans une salle de traite à l'étable

-Elimination des 1^{ers} jets : oui non

-nettoyage des mamelles avant la traite : oui non

Si oui quels produits utilisés :

Extraction du lait complète : oui non

Allaitement des petits : oui non

Traite : matin soir matin et soir

Quantité moyenne de lait produite kg/j :

Taux butyreux Taux protéique Taux de germes

7-Hygiène et prophylaxie

-y-a-il un suivi vétérinaire? Oui non

-visites vétérinaires ? -périodiques - occasionnelles -interventions

-Vos animaux sont-ils vaccinés ? Oui non

Contre quelles maladies ?

-y-a-il une prise de sang ? Oui non nombre de fois/an