

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

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention de master en science agronomique
Spécialité : Production et Nutrition animale

Thème :

*Mise au point d'une ration sèche à base des produits
locaux pour vache laitières*

Présenté par : MANSOURI Meriem

Devant le jury :

Président : Dr MOUHOUSA.

Promoteur: Dr KADI S A.

Examinatrice : Dr ZIRMI-ZEMBRI N.

Année universitaire : 2022 /2023.

Remerciement

Je tiens à remercier mon professeur et mon promoteurs, M KADI SA, je souhaite exprimer ma reconnaissance sincère pour son soutien durant la rédaction de ce mémoire. Vos conseils ont été précieux.

Je tiens également à adresser mes remerciement à Madame ZIRMI-ZEMBRI N elle na jamais hésité à me donner d'aide pour la réalisation de ce travail, ainsi que pour avoir accepté d'examiner le résultat de ce travail.

Mes remerciements s'étendent également à monsieur MOUHOUS A en tant que président du jury de mon mémoire et mon professeur au cours de mon parcours.

Je tiens à souligner que cela ne diminue en rien la reconnaissance que je porte autres personnes qui ont contribué à la réussite de ce mémoire.

Dédicace

*Je Dédie ce modeste travail à mes parents, qui m'ont toujours soutenu tout au long de ce
parcours académique.*

*A Yousef et Elyes, mes petits frères, qui ont été mes sources constantes de joie et
d'inspiration.*

*A ma grand-mère à ma famille formidable et à mes amies, vous avez tous joué un rôle
inestimable dans mon voyage.*

*ET à toute ma promotion, je vous aime tous sans exception, ce mémoire et le reflet de nos
expériences partagées et de nos succès collectifs.*

Liste des abréviations

ADF	Acid Detergent Fiber
ADL	Acid Detergent Lignin
AGV	Acide Gras volatils
CB	Cellulose Brute
DMO	Digestibilité de la matière organique
ETR	Ecart Type Résiduel
INRA	Institut National de Recherche Agronomique, Français
G	Gramme
MAT	Matière Azotée Totale
MG	Matière Grasse
MM	Matière Minérale
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
NDF	Neutral Détergent Fiber
PDI	Protéine Digestibles dans l'intestin
PDIE	Protéines Digestibles dans l'Intestin grêles limitées par l'Energie
PDIN	Protéines Digestibles dans l'Intestin grêles limitées par l'Azote
PH	Potentiel Hydrogènes
UFL	Unité Fourragère Lait
Kg	Kilogramme
%	Pourcentage

Liste des figures

Figure 1 : Les principaux genres bactériens des fermenteurs digestifs	4
Figure 2 : Courbe théorique de lactation chez la vache laitière	5
Figure 3 : Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière, de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière.....	6
Figure 4 : Besoins de production de la vache laitière pour différent quantités de lait standard	12
Figure 5 : Minéraux essentiels qui ont une importance pratique dans l'alimentation du ruminant	14
Figure 6 : Composition chimique des différents types de grignons (en pourcentage par rapport à la MS)	16
Figure 7 : La variation de la production laitière en fonction de la ration.....	31
Figure 8 : Tableau des recommandations pour calculer la capacité d'ingestion des vaches laitières	38
Figure 9 : Proportions de la part de concentré dans la première ration formulée	44
Figure 10 : proportions de concentrée dans la deuxième ration formulée	46
Figure 11 : Proportions de concentré de la troisième ration formulée	48
Figure 12 : Proportions de concentre dans la première équilibrage pour la quatrième ration formulée	50
Figure 13 : Proportion de concentre dans la 2eme équilibrage pour la quatrième ration formulée	50
Figure 14 : proportion de concentré dans la cinquième ration formulée.....	52
Figure 15 : Proportions de concentré dans la sixième ration formulée	53

Liste des tableaux

Tableau 1 : besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée en fonction de son poids vif)	10
Tableau 2 : besoins journaliers de gestation (au-dessus d'entretien) pour un veau de 45 kg à la naissance	11
Tableau 3 : Valeurs alimentaire de la pulpe de tomate (Inra 1988)	20
Tableau 4 : Caractéristiques moyennes du troupeau : Exemple d'une vache laitières	37
Tableau 5 : Liste des noms des foins utilisée dans la formulation	39
Tableau 6 : Autres matière premier utilisées dans la formulation	40
Tableau 7 : compositions chimique des foins utilisés dans la formulation.....	40
Tableau 8 : besoins nutritifs fixée par vache	42
Tableau 9 : Apports nutritifs de la première ration	43
Tableau 10 : Apports Nutritifs de la deuxième ration	43
Tableau 11 : Apports nutritifs de la troisième ration	45
Tableau 12 : les apports nutritifs de la quatrième ration	47
Tableau 13 : les apports nutritifs de la cinquième ration formulée.....	49
Tableau 14 : les apports nutritifs de la sixième ration formulé.....	51

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Alimentation de la vache laitière	
I. Particularité digestives de la vache laitière	2
I.1. Les quatre estomacs	2
I.1.1. Le rumen (la panse) et le réticulum (le réseau)	2
I.1.2. L'omasum (le feuillet).....	3
I.1.3. L'abomasum (la caillette).....	3
I.2. Les bactéries du rumen.....	3
II. Les principaux genres bactériens des fermenteurs digestifs.....	4
I.3. Les protozoaires	4
I. Alimentation de la vache laitière au cours de lactation	4
I.1. La courbe de lactation	4
II.2. La production laitière	5
II.3. Stratégie alimentaire des vaches laitières au cours de lactations	6
III. La digestion des aliments chez les ruminants	7
III.1. La digestion des glucides.....	8
III.2. La digestion des lipides	8
III.3. La digestion de la matière azotée	8
III.4. La digestion des minéraux	9
IV. Les besoinsdes vaches laitières	9
IV.1. Besoins d'entretien	10
IV.2. Besoins de production	10
IV.2.1. Croissance et reconstitution des réserves corporelles.....	11
IV.2.2. Les besoins de gestation	11
IV.2.3. Besoins de production laitière	12
V. Besoins nutritifs de la vache laitière.....	12
V.1. Besoins en énergie	13

V.2. Besoins en matières azotées.....	13
V.3. Besoins en minéraux et en vitamines.....	14
V.4. Besoins hydriques.....	14

Chapitre II : Ressources alternatives pour vaches laitières

I. Sous-produits agro-industriels	16
I.1. Les grignons d'olive.....	16
I.1.1. Compositions chimique de grignons d'olive	16
I.1.2. Utilisation des grignons d'olive dans l'alimentation des vaches laitières	17
I.2. La mélasse	17
I.2.1. Définition.....	17
I.2.3. Caractéristiques nutritifs de la mélasse	18
I.3. Les sous-produits des agrumes.....	18
I.3.1. Définition	18
I.3.2. Utilisation des sous-produits d'agrumes par les animaux	19
I.4. Les déchets de tomate en alimentation des animaux.....	19
I.4.1. Recommandations pour l'utilisation de la pulpe de tomate	19
I.4.2. La valeur alimentaire des pulpes de tomate.....	20
11. Arbres et arbustes fourragères	20
II.1. Le Sulla	20
II.1.2. Sulla en alimentation des bovins laitiers	21
II.2. Sous-produit du palmier dattier	21
II.2.1. Valeurs alimentaires du palmier dattier.....	21
III. Sous-produit des céréales	21
III.1. La drêche de brasserie	21
III.1.1. Utilisations des drèches de brasserie dans la ration des vaches laitières	22
III.1.2. La valeur alimentaire des drèches de brasseries	22
III.2. Le son de blé.....	22
III.2.1. Utilisations du son de blé dans l'alimentation des vaches laitières	23

Chapitre III : Ration total sèche

I. Ration sèche	25
II. Optimisation du rationnement dans le système de ration sèche	25
III. Conservation des fourrages	26
IV. Nature des fourrages dans la ration sèche	27
IV.1. Foin.....	27
IV.2. La paille	27
IV.3. Le concentrée	27
V. Les apports des rations	28
V.1. Apports de fibres.....	28
V.2. Autre apport énergétique	28
V.2.1. Les glucides cytoplasmiques.....	28
V.2.2. Les matières grasses.....	28
V.3. Apport en azote.....	29
V.4. Apport minéraux et vitaminique	29
V.5. Apport hydriques	29
VI. Impact de l'alimentation a base des rations sèches complète	30
VI.1. Réorganisation du travail.....	30
VI.2. Effet sur La production.....	31
VI.3. Le comportement alimentaire.....	31
VII. Condition de mise en œuvre	32
I. Objectifs.....	34
II. Description de la démarche	34
I. Calcule des besoins nutritifs	37
I.1. Caractéristique moyen du troupeau.....	37
I.2. Calcule des besoins énergétiques	37
I.2.1. Besoins entretien.....	37

I.2.2. Besoin de production	37
I.2.3. Besoin de croissance.....	37
I.3. Calcule des besoins azotés	38
I.3.1. Besoin azotés d’entretien.....	38
I.3.2. Besoins azotée de production	38
I .3.3. Besoin azotée de croissance.....	38
II. Calcule de la capacité d’ingestion.....	38
III. Calcule de quantité ingéré par l’animal par jour en kg de MS.....	39
IV. Les matières premières grossières.....	39
V. Autre matières premières.....	40
VI. Compositions chimique des matières premières utilisé dans le rationnement.....	40
VII. Tableaux des valeurs nutritifs des matières premières utilisé.....	41
VII.1 Valeurs nutritifs des foins utilisée dans la formulation :	41
V.II.2. Tableau des valeurs nutritifs d’autre matières première	42
VIII. Calcule des unités d’encombremments	42
VIII.1. Calcule de l’ingestibilité	42
VIII.2. Calcule de la valeur d’encombrement (unité d’encombrement).....	43
Résultats et Discussion.....	32
I. Besoins fixée pour le troupeau.....	43
II. Résultats de la formulation	43
III.Discussion général :.....	54
Conclusion	57

Introduction générale

La production animale dépend en grande partie des disponibilités fourragères et de la qualité des fourrages. Dans les pays en développement, le faible potentiel fourrager, est liée à la limitation en eau et en surface cultivable, épreuve de grande difficulté à produire suffisamment des protéines animales de haut qualité pour la population humaine et entraîne un recours massif aux importation de produits animaux a l’instar des produits laitiers et carnés (Amokrane 2010).

Depuis des décennies, l’évolution des pratiques agricoles repose sur la recherche de performances de production plus élevées, sur l’augmentation de la rentabilité des exploitations et celle de la productivité du capital ou du travail. Cette évolution conduit à une intensification des systèmes de production, une augmentation de la taille des structures dans leur globalité ainsi que celle des structures ramenées à l’unité de travail. En élevage laitier, elle se traduit par une augmentation constante de la taille des troupeaux et du niveau de production laitière.

En alimentation de la vache laitière, la ration sèche et semi sèche se situe dans cette tendance de simplification du travail et de gain de temps. Utilisée depuis quelques années (Collas, 2008).

Ces types de ration visent à répondre aux besoins nutritionnels des vaches laitières de manière efficace l’objectif de présent travaille est de contribuer à la recherche sur l’alimentation des vaches laitières en mettant en avant des solutions innovantes basée sur les ressources locales. Cette étude vise à formuler des rations sèches et semi-sèche, utilisant des matières premières disponible localement, dans le but de répondre aux besoins nutritionnels des vaches laitières. En fournissant des solutions pratique et efficace pour une alimentation adaptée aux conditions locales.

Chapitre I

Alimentation de la vache laitière

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 de croissance dans le cas d'une vache primipare (Cuvelier, 2010).

La nutrition chez la vache laitière est l'un des plus importants facteurs qui affecte la production du lait et La santé animale. Il est donc impératif de choisir une ration alimentaire qui puisse satisfaire aux besoins physiologiques des vaches (Saioud ,2022).

I. Particularité digestives de la vache laitière

Le système digestif des bovins présente la particularité d'être pourvu de quatre estomacs : trois « préestomacs » (réseau, rumen et feuillet), et un estomac proprement dit, la caillette. Cette configuration particulière permet au ruminant d'effectuer une prédigestion microbienne des aliments, avec une utilisation poussée des fibres présentes dans la ration. Le rumen est un écosystème peuplé de micro-organismes qui vivent en symbiose avec le ruminant. Ces micro-organismes, adaptés à vivre dans un environnement caractérisé par un pH de 6,0 à 7,0, dégradent la plupart des composants de la ration alimentaire (Cuvelier, 2010).

I.1. Les quatre estomacs

I.1.1. Le rumen (la panse) et le réticulum (le réseau)

Le rumen et le réseau sont les deux premiers estomacs des ruminants. Chaque minute, le réseau se contracte et son contenu se mélange avec celui du rumen, ces deux estomacs sont donc souvent appelés le réticulo-rumen parce qu'ils partagent une population dense de micro-organismes (bactéries, protozoaires, et champignons) qui fermentent les aliments. Le rumen est un réservoir de fermentation d'un contenu qui varie d'environ 35 kg pour une vache de 250 kg à plus de 90 kg chez une vache de 600 kg, la fermentation des particules fibreuses est un processus lent et celles-ci restent donc dans le rumen de 20 à 48 heures avant de passer dans l'omasum. Les particules qui sont fermentées plus rapidement ont tendance, Cependant à rester dans le rumen moins longtemps.

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, ces dernières doivent être d'une dimension inférieure à 1 ou 2 mm de longueur et d'une densité supérieure à plus ou moins 1.2 g/ml (Brocard et al ,2010).

I.1.2. L'omasum (le feuillet)

Le troisième pré estomac ou omasum est un organe de forme sphérique d'une capacité d'environ 10 litres, en dépit de sa petite dimension, cet organe a une grande capacité d'absorption, il permet le recyclage de l'eau et de certains minéraux, tels que le sodium et le phosphore, qui sont absorbés dans le sang et retournent dans le rumen via la salive. Le feuillet est un organe de transition entre le rumen et l'abomasum qui ont des modes de digestion très différents (Brocard et al, 2010).

I.1.3. L'abomasum (la caillette)

Le quatrième estomac est l'abomasum et le véritable estomac des ruminants, cet estomac est similaire à celui des non ruminants, il secrète un acide fort et de nombreuses enzymes digestives. Chez les non ruminants, les aliments ingérés y arrivent directement et y sont digérés, par contre, le matériel qui entre dans l'abomasum d'un ruminant provient du rumen. Les produits de la fermentation ruminale qui passent dans la caillette sont donc composés de particules alimentaires résiduelles, de certains sous-produits de la fermentation bactérienne, et d'une masse microbienne (bactéries, protozoaires) qui a crû et s'est multipliée dans le rumen.

I.2. Les bactéries du rumen

Le rumen fournit un environnement idéal avec, en général, une quantité d'aliments quasi illimitée pour la croissance et la reproduction bactérienne. L'absence d'air (oxygène) dans le rumen favorise la croissance de certaines espèces de bactéries, en particulier celles capables de dégrader les fibres végétales, les microbes fermentent les sucres de la paroi cellulaire végétale pour en obtenir de l'énergie, durant ce processus, ils produisent les acides gras volatils (AGV) qui sont les produits finaux de leur fermentation. Les AGV qui sont sans valeur pour les microbes traversent la paroi du rumen et deviennent la source d'énergie principale dans les cellules du corps de la vache, l'énergie disponible aux bactéries du rumen leur permet d'utiliser l'ammoniac pour synthétiser les acides aminés et leurs propres protéines. La plupart des protéines bactériennes ainsi formées dans le rumen sont digérées dans le petit intestin où elles deviennent la source principale d'acides aminés pour la vache.

II. Les principaux genres bactériens des fermenteurs digestifs

Le rumen réseaux comporte plus de deux cents espèces de bactéries (Figure 1) il contient essentiellement les bactéries cellulolytiques et amylolytique (Zirmi-zembri, 2015).

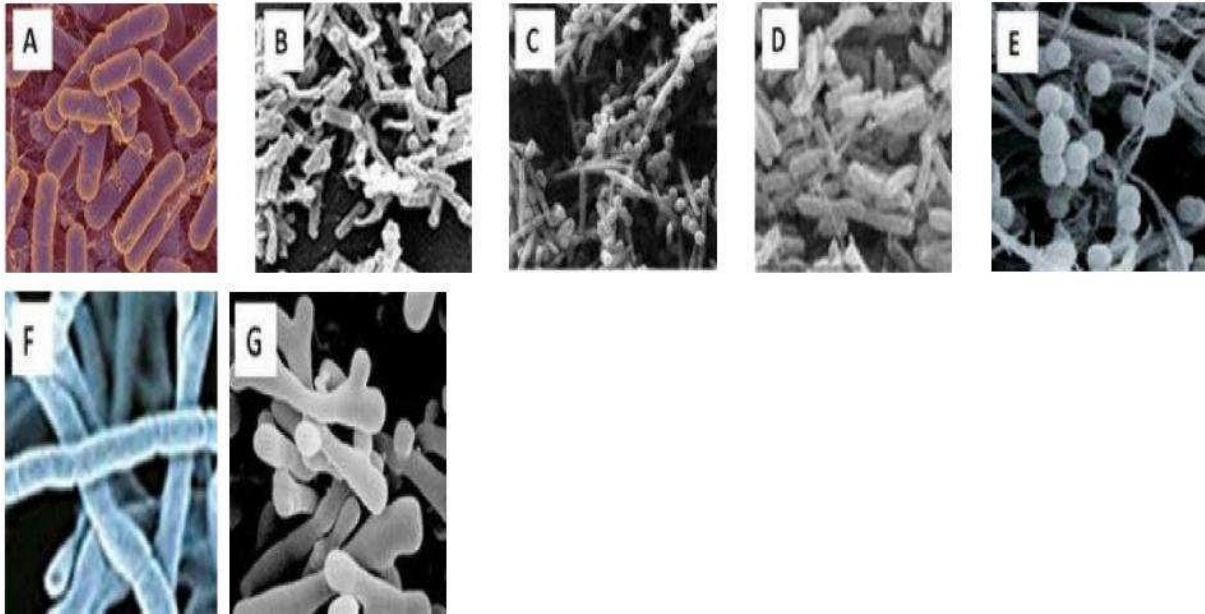


Figure 1 : Les principaux genres bactériens des fermenteurs digestifs *Bacteroides* sp. (A) *Clostridium* sp. (B), *Fusobacterium* sp. (C), *Eubacterium* sp. (D), *Ruminococcus* sp. (E), *Peptostreptococcus* sp. (F) et *Bifidobacterium* sp. (G) (Micheland, 2009).

I.3. Les protozoaires

Ils sont moins nombreux que les bactéries, mais compte tenu de leurs volumes cellulaires plus élevé, ils représentent environ la même proportion de biomasse, ils attaquent tous les constituants principaux des aliments. Ils sont capables pour la plupart d'entre eux de dégrader la cellulose, les hémicelluloses, les pectines, leurs besoins azotés sont en grande partie couverts par l'ingestion des bactéries (Jouany, 2010).

I. Alimentation de la vache laitière au cours de lactation

I.1. La courbe de lactation

La production du lait évolue au cours d'une lactation suivant un cycle qui est de même nature chez toutes les vaches laitières. La production journalière s'accroît du vêlage jusqu'au pic de lactation, passe par un maximum à une date variable selon les animaux, puis diminue plus ou moins régulièrement jusqu'au tarissement (Boudjenane, 2010).

Cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation qui représentée dans la figure(2).

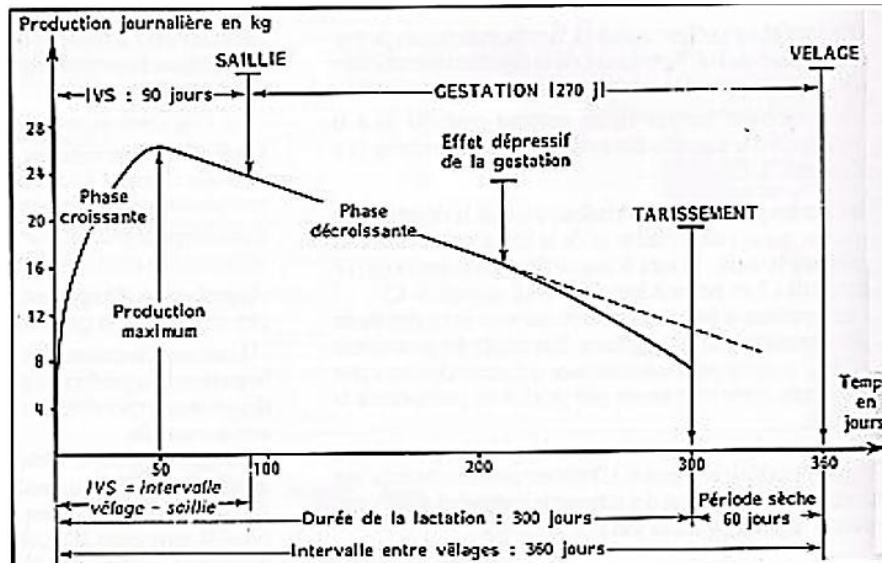


Figure 2 : courbe théorique de lactation chez la vache laitière (Djaaleb ,2022).

On peut distinguer trois phases au cours d'une lactation : une phase ascendante ou phase de croissance, une phase plateau et une phase descendante ou phase de décroissance. Ces phases sont suivies d'une autre phase : la phase de tarissement (Soltner, 2001).

II.2. La production laitière

Le lait est un mélange complexe mais stable de substances insolubles dans l'eau (matières grasses, certaines protéines, et certaines vitamines) et de substances solubles dans l'eau (lactose, d'autres protéines et d'autres vitamines) (Wattiaux et Homan, 1996). La teneur en matière grasse est souvent un bon indice de la teneur en protéine. Plus il y a de matière grasse, plus il y a de protéine. Dans le temps, les valeurs des vaches étaient souvent exprimées en kilos de beurre par lactation (Sprumont, 2009).

Les principaux facteurs de variation de la production et de la composition chimique du lait sont bien connus. Ils sont soit liés à l'animal (facteurs génétiques, stades physiologiques, l'état sanitaire...) soit liés au milieu dans lequel l'animal vit (saison, alimentation, hygiène, traite..., (Wolter, 1997).

Selon Favardin et al (1987), les variations de production (quantité et composition du lait) de consommation et de poids vif sont en fonction de l'âge des animaux (primipares,

multipares), de leur niveau de production et de leur stade de lactation, avec une attention particulière pour les premiers mois qui constituent une période critique.

II.3. Stratégie alimentaire des vaches laitières au cours de lactations

L'alimentation des vaches laitières en début de lactation est difficile à conduire, elle doit réaliser un compromis entre deux impératifs contradictoires : l'incapacité des vaches à supporter des changements rapides de ration, et une multiplication des besoins par trois en seulement deux semaines (Enjalbert, 2003).

La période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le pic de lactation. Cette période se caractérise par une très rapide et très forte augmentation des besoins nutritifs suite à l'augmentation de la production laitière qui atteint son maximum à la troisième ou quatrième semaine chez les fortes productrices, et à la quatrième ou cinquième semaine chez les faibles productrices (**figure 3**) (Wolter, 1997).

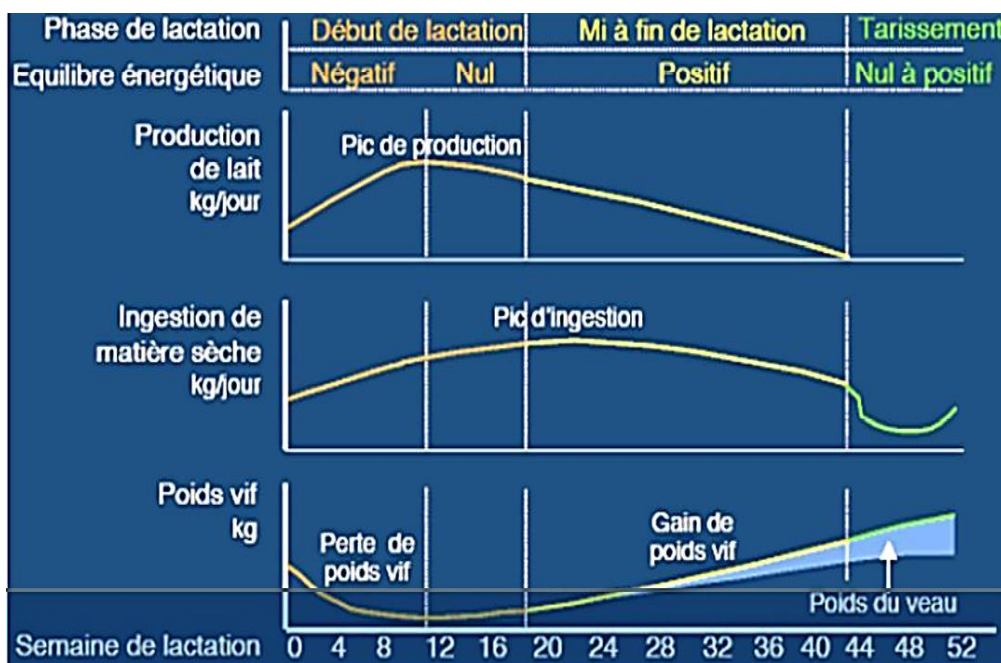


Figure 3 : Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière, de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière (Wolter, 1997).

Ces besoins représentent 3 à 6 fois ceux de l'entretien ou de la fin de gestation.

Selon Walter (1997), en début de lactation, le coût nutritionnel de 8 jours de lactation équivaut à 9 mois de gestation ; tandis qu'un litre de lait au pic de lactation équivaut à 200 litres sur l'ensemble d'une lactation.

Le complément doit être apporté par des matières azotées non dégradées dans le rumen (PDIA) (Wolter, 1997).

Le maximum de production laitière est atteint à 5% de lipides. Malgré leur faible quantité dans la ration, ils sont importants parce qu'ils ont un contenu énergétique élevé et ils contribuent directement à environ 50% de la matière grasse du lait. L'excès de lipides peut diminuer l'ingestion totale, la production laitière et modifier la composition de la matière grasse du lait (Wattiaux et Homan, 1996).

Le besoin en protéine brute totale des vaches laitières varie de 18% en début de lactation et à 12% en période de tarissement (Wattiaux et Homan, 1996).

La durée du tarissement est classiquement de 60 jours (Dosogne et al, 2000). Cette période est obligatoire pour une relance hormonale et une régénération des tissus mammaires et non pas pour une remise en état qui doit intervenir antérieurement, en seconde partie de la lactation (Wolter, 1997).

Les stratégies alimentaires sont donc :

- a) - Essayer de couvrir au maximum les besoins instantanés en énergie de l'animal, en apportant un régime à haute concentration énergétique (Chilliard et al, 1983). L'ingestion de quantité croissante de concentré, provoque des modifications fermentaires qui perturbent la digestion des fourrages et en réduisent l'ingestion (Journet, 1988).
- b) - Le rationnement devra alors tenir compte des déficits énergétiques tolérables, qui devront être compensés ultérieurement, en milieu et en fin de lactation, pour permettre la reconstitution des réserves mobilisées en début de lactation (Journet, 1988).

III. La digestion des aliments chez les ruminants

Les ruminants présentent une particularité digestive qui leur confère une place tout à fait particulière dans les écosystèmes. Ils sont dotés de pré-estomacs qui hébergent une importante population microbienne et au sein desquels s'effectue une première digestion de la ration. Les Micro-organismes sont capables de digérer de façon incomplète la cellulose offrant ainsi au ruminant hôte à partir cette fermentation de l'énergie sous forme d'acides gras volatils et des

Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI) à partir des corps microbiens produits dans le rumen (PDIM) (Dufreneix, 2019).

III.1. La digestion des glucides

Les glucides subissent une fermentation microbienne conduisant à la formation d'un mélange d'acides gras volatils (AGV): acide acétique (C2: 0), acide propionique (C3: 0) et acide butyrique (C4: 0) ces différents AGV sont ensuite absorbés à partir de la paroi du rumen. 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.

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).

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).

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 (Cuvelier, et al .2005).

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 de la matière azotée

Une partie importante des matières azotées alimentaires subit dans le rumen une dégradation dont le produit terminal est principalement l'ammoniaque (NH₃). Celui-ci 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 qui va fournir l'énergie nécessaire à cette synthèse protéique. De même que les protéines de la ration qui ont résisté à la dégradation ruminale, les protéines microbiennes subissent une digestion enzymatique dans la caillette, conduisant à la formation d'AA (Cuvelier et al , 2021).

Les matières azotées alimentaires (composées des protéines et de l'azote non protéique) subissent dans le rumen une dégradation plus ou moins importante, dont le produit terminal est l'ammoniaque (NH₃):les protéines alimentaires sont ainsi transformées en AA puis subissent une fermentation jusqu'au stade NH₃, alors que l'azote non protéique est directement transformé en NH₃. Cette dégradation génère la production d'une faible quantité d'énergie Cet ammoniaque est utilisé par les microorganismes du rumen pour synthétiser leurs propres protéines appelle protéine microbienne, éléments doivent donc être présent pour cette transformation Matière azote et l'énergie (Cuvelier et al, 2021).

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.

III.4. La digestion des minéraux

Les macroéléments et les oligoéléments se trouvent sous des formes chimiques variées dans les aliments. La forme sous laquelle ils se trouvent conditionne leur absorption au niveau du tube digestif. L'absorption de certains éléments peut également être modulé par les statuts physiologiques de l'animal en cet éléments, par exemples l'absorption intestinales augmente lorsque les concentrations en calcium dans le sang sont faibles, grâce à la sécrétion de la vitamine active (Cuvelier ,2010).

IV. Les besoins des vaches laitières

Les besoins de la vache laitière sont évalués en fonction du stade de leur vie productive. Ils concernent : l'entretien la croissance, la gestation, la production et la reproduction.

IV.1. Besoins d'entretien

Les besoins d'entretien correspondent à la nécessité pour l'animal de se maintenir en vie, sans variation de poids ni production d'aucune nature.

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 (**tableaux1**)

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

Poids vif (kg)	UFL	PDI (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.2. Besoins 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).

IV.2.1. 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 2an (environ 60kg par an soit 200g/j). Chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondant sont considérés comme négligeables.

IV.2.2. Les besoins de gestation

Les besoins de gestation 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 (Gummer, 2007).

Les besoins de gestations sont proportionnels au poids de la portée, le poids du veau né simple est égal à 6 à 8% du poids de la mère après le vêlage (Tableau 2).

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

Stade de gestation	UFL	PDI (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).

IV.2.3. Besoins de production laitière

Les besoins de lactation : dépendant des quantités de matières (lactose, protéine et matière grasse) exportée dans le lait, donc de la quantité de lait produite et de sa composition chimique (Figure 4).

Kg de lait standard	UFL	PDI (g)	Ca (g)*	P (g)*
10	4,4	480	12,5	9,0
15	6,6	720	18,8	13,5
20	8,8	960	25,0	18,0
25	11,0	1200	31,3	22,5
30	13,2	1440	37,5	27,0
35	15,4	1680	43,8	31,5
40	17,6	1920	50,0	36,0
45	19,8	2160	56,3	40,5

Figure 4 : besoins de production de la vache laitière pour différent quantités de lait standard (Inra ,2010)

Les besoins de production augmentent très rapidement dans les semaines qui suivent le vêlage. Compte tenu des taux butyreux (TB), taux protéiques (TP) et des concentrations en minéraux très élevés 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 UFL, c'est-à-dire bien avant le pic de production qui intervient habituellement vers la 5ème semaine chez les multipares (Sérieys ,2015).

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

V. Besoins nutritifs de la vache laitière

Les besoins alimentaires des vaches laitières sont ceux de tout être vivant chez lequel existe une activité continue dans toutes les cellules : de l'énergie, des matières azotées, des minéraux, des vitamines et de l'eau (Meyer et Denis, 1999). Ces besoins indispensables au bon fonctionnement de l'organisme, sont représentés par des quantités minimales de nutriments. Ces besoins doivent couvrir les dépenses de l'animal : dépenses d'entretien et

dépenses de production (croissance, engraissement, gestation, lactation, production de laine, travail...), (INRA, 1988).

V.1. Besoins en énergie

L'énergie utilisée par la vache est celle des nutriments absorbés par l'animal et celle provenant de l'utilisation des réserves. Ces besoins sont exprimés en unités fourragères lait (UFL) (Meyer et Denis, 1999).

Les besoins énergétiques des femelles laitières en gestation ou en lactation ont été calculés par la méthode factorielle en ajoutant les besoins correspondant à l'entretien, à la lactation, à la gestation et au gain de poids (constitution des réserves corporelles) (Demarquilly et al., 1996). Les besoins énergétiques liés à la production de lait observée sont fonction des quantités d'énergie exportées dans le lait (Meyer et Denis, 1999). Ces besoins sont souvent reportés à une composition standard du lait à 4% de matières grasses. Ils sont alors de 0.44 UFL/kg de lait (Meyer et Denis, 1999).

V.2. Besoins en matières azotées

Une meilleure efficacité d'utilisation de l'azote constitue un défi de la nutrition des ruminants. En effet, il est connu que l'azote peut être un facteur limitant de l'activité des microorganismes du rumen et que des apports protéiques plus faibles que les besoins peuvent limiter l'ingestion et les performances des animaux.

En outre, il est connu que les excès protéiques aboutissent à des rejets azotésaccrus, notamment par la voie urinaire avec un éventuel risque pour l'environnement dans les zones sensibles (Sauvant et al, 2015).

L'animal renouvelle en permanence ses protéines corporelles et les processus de digestion provoquent les pertes cellulaires, donc de protéines. Ces fonctions sont minimales à l'entretien. Elles sont augmentées avec la production de lait. Exprimés en PDI, les besoins protéiques chez les bovins sont établis à partir d'une Méthode factorielle faisant la somme des besoins d'entretien et des besoins de production (synthèse nouvelle de tissus et exportations) (Micol et al. 2003). Pour l'entretien, les besoins varient avec le poids métabolique à raison de 3.25 g PDI/kg PV^{0.75} (Vérité et al., 1987). Le rendement de conversion des protéines métabolisables en protéines sécrétées dans le lait est estimé à 64%. Ainsi, le besoin en protéines lié à la production d'un kg lait est fixé à 50 g de PDI (48 g chez les vaches laitières pour un lait standard) (Micol et al. 2003).

Les besoins de gestation sont faibles mais augmentent rapidement au cours des trois derniers mois, passant en moyenne de 45 à 230 g PDI/jour. La vache ne produisant alors que peu de lait ou étant tarie, les besoins protéiques de fin de gestation sont généralement très facilement couverts par la ration (Faverdin et al., 2007).

V.3. Besoins en minéraux et en vitamines

Dans les rations classiques, les apports en minéraux, oligo-éléments et vitamines constituent souvent une quantité fixe par vache et par jour (Enjalbert, 2005). Avec une ration sèche, le complément minéral et vitaminé est incorporé dans le concentré. Les quantités apportées, de la même façon qu'avec une ration complète, sont donc fonction du niveau d'ingestion, provoquant des différences pouvant aller du simple au double. Ces différences permettent une couverture cohérente des besoins qui sont fonction du niveau de production et souvent exprimés en pourcentage des quantités ingérées (pour les oligo-éléments en mg par kg de MSI et pour les vitamines en UI par kg de MSI) (Meschy, 2007).

Pour éviter les carences et leurs conséquences, il est indispensable de réaliser le bilan minéral de la ration afin de déterminer les déficits éventuels qu'il conviendra de corriger par la distribution d'un aliment minéral adapté (Agabriel et al. 2007).

Macro-éléments				Oligo-éléments			
Calcium	Ca	Sodium	Na	Cuivre	Cu	Molybdène	Mo
Phosphore	P	Chlore	Cl	Fer	Fe	Cobalt	Co
Magnésium	Mg	Soufre	S	Manganèse	Mn	Iode	I
Potassium	K			Zinc	Zn	Sélénium	Se

Figure 5 : Minéraux essentiels qui ont une importance pratique dans l'alimentation du ruminant (Kessler ,2015).

V.4. Besoins hydriques

L'eau d'abreuvement représente moins de 10% de l'eau prélevé par l'agriculture dans le monde mais c'est un besoin incompressible des élevages. Les quantités journalières d'eau bue par une vache laitière sont très variables, de quelque litre avec une herbe verte en situation tempérée à plus de 120 litres avec une ration sèche (**Boudon** et al ,2013).

Les besoins en eau varient en fonction du poids vif de la vache, de la production laitière, de la teneur des aliments en eau, en protéides absorbés et en sels diurétiques comme l'ion potassium

et en fonction de la température ambiante et le degré d'humidité atmosphérique (Crapl et, 1973).

D'une manière simplifiée les besoins en eau d'une vache laitières équivalent à quatre fois sa production laitières plus 3 à 4 litres par kg de matière sèche ingérée (kadi, 2007).

Cauty et Perreau (2003) rapportent qu'une vache doit boire quatre litres d'eau par kilo de matière sèche ingérée et un litre par kilo de lait produit.

L'eau est utilisée comme véhicule des nutriments vers les tissus, support de la digestion, véhicule de l'excrétion, moyen de rafraîchissement, source de minéraux et comme constituant de base du lait (Chesworth, 1996).

Selon Wolter (1994), il semble que tout sous-abreuvement entraîne une diminution de la consommation alimentaire et de la production laitière.

Chapitre II

Ressources Alternatives pour

Vaches Laitières

L'Algérie a toujours connu un déficit fourrager chronique d'où vient le recours aux ressources alternatives afin de remédier à ce déficit avec un moindre coût.

I. Sous-produits agro-industriels

La disponibilité des sous-produits agro-industriels dans le temps est saisonnière, selon les périodes de récolte de la matière première (Bouharoud ,2007).

I.1. Les grignons d'olive

Le grignon d'olive est le plus important des sous-produits de l'industrie oléicole, dans la nutrition animale, est très limité du fait de leurs faibles valeurs nutritives (Aguilera, 1986).

Les grignons d'olive sont les résidus de l'extraction d'huile d'olives obtenus soit par pression soit par centrifugation. La production des grignons d'olive varie d'une année à l'autre en fonction de la production d'olives, elle est estimée à 36 000 Tonnes/an (Zaïdi, 1983). La composition chimique des grignons d'olive varie selon la nature du sous-produit lui-même, le procédé de leur obtention et les facteurs propres à l'olive (l'état de maturité du fruit, les variétés.) (Aberkane, 1990).

I.1.1. Compositions chimiques de grignons d'olive

Les caractéristiques chimiques de ces sous-produits de l'olivier sont d'une teneur remarquable en matière grasse et en fibre qui est représentée en majorité par la lignine (Mennane ,2010), une valeur énergétique faible de l'ordre de 0,15 à 0,37 UF/Kg de MS mentionnée par (Nefzaoui ,1983) (**figure 6**).

Type de grignon	Brut	Epuisé non tamisé	Tamisé gras	Epuisé tamisé
Matière sèche	69,8 – 95,0	86,0 – 95,0	89,0 – 94,0	88,2 – 90,5
Cendres totales	3,4 – 14,7	5,8 – 9,3	10,3 – 25,3	11,0 – 22,3
Matières azotées totales	5,0 – 10,3	12,4 – 16,2	6,8 – 9,0	2,0 – 6,5
Matière grasse	3,0 – 12,6	1,1 – 7,4	6,9 – 15,0	2,0 – 6,5
Cellulose brute	32,0 – 47,5	32,6-53,3	12,0 – 33,5	14,5 – 23,3

Figure 6 : composition chimique des différents types de grignons (en pourcentage par rapport à la MS) (Nefzaoui ,1983).

I.1.2. Utilisation des grignons d'olive dans l'alimentation des vaches laitières

Les grignons d'olive dans l'alimentation des ruminants peuvent être incorporés seuls dans la ration de base ou associés à d'autres sous-produits (fientes, mélasse). Ils peuvent être utilisés à l'état frais, déshydraté ou ensilé.

Les quantités distribuées ne doivent en aucun cas dépasser 30% de la ration totale (Anonyme, 2001).

Les expériences effectuées en Italie, montrent un effet positif des grignons d'olives sur la teneur en matières grasses MG du lait des vaches, sensiblement équivalente, lorsque les vaches reçoivent de 1,8 à 4 Kg de grignon d'olives par jour (Leng , 1993).

L'utilisation des grignons d'olive est intéressante du point de vue économique, puisqu'elle nous permet d'utiliser un résidu industriel abandonné et de diminuer la part de l'aliment concentré dans la ration (Rouina, 1986).

I.2. La mélasse**I.2.1. Définition**

La mélasse est le déchet des unités de fabrication du sucre ; c'est un sous-produit Utilisé en alimentation des animaux sous différentes formes et aspects.

La mélasse est couramment utilisée dans l'alimentation des ruminants en mélange avec la paille ou d'autres aliments cellulosiques tels que le son, ou comme liant dans les rations complètes ou encore pour favoriser l'ingestion d'aliment peu appétibles (foin, paille).

La mélasse est très appétent, grâce à ses sucres et ses sels, elle constitue un aliment dont la saveur et l'odeur stimulent l'appétit et favorisent la digestion (Bouharoud ,2007).

I.2.3. Caractéristiques nutritifs de la mélasse

La mélasse est un produits très digestible, ses sucres ont un coefficient de digestibilité apparente proche de 100% (Laliaoui ,1993).

Ce qui fait de lui un aliment énergétique, dont la valeur nutritive est due à la digestibilité élevée des sucres. Toutefois, la déficience de la mélasse en azote, et la richesse en glucides fermentescible qui entraine une chute de ph du rumen en raison de la production rapide et importante d'acides gras volatiles, limite son niveau d'incorporation dans la ration (Bouharoud, 2007).

Sur le plan chimique, la mélasse est pauvre en phosphore, calcium et sodium mais riche en potassium. Le taux d'incorporation de la mélasse chez les vaches laitières ne doit pas dépasser environ 15% de la MS (Araba, 2006).

L'utilisation de la mélasse est économique il ne demande pas d'investissement important ; son coût est bas ; elle enrichit les aliments pauvres A cause de son contenu élevé en sel alcalins.

I.3. Les sous-produits des agrumes

I.3.1. Définition

Les sous-produits des agrumes sont obtenus après extraction du jus, les sous-produits Obtenus sont constitués de trois (03) fractions : l'épiderme du fruit, la pulpe Proprement dite et les pépins.

La pulpe d'agrumes est un aliment intéressant pour les vaches laitières. L'importante production d'acide acétique qu'elle entraîne dans le rumen contribue à maintenir la production de lait et la teneur de lait en matière grasse lorsque le fourrage est rare (régime pauvre en fibre) ou lorsque niveau d'énergie élevée est nécessaire (Athington et al ., 2002).

Les protéines des pulpes d'agrumes ont des valeurs de solubilité faibles, et ont une valeur énergétique égale aux céréales (1,10 UFL ; 1,10 UFV/Kg de MS).

I.3.2. Utilisation des sous-produits d'agrumes par les animaux

Les pulpes d'agrumes sont souvent déshydratées pour être commercialisées, mais aussi comme les pulpes de betterave sucrière, elles peuvent très bien se conserver sous forme d'ensilage, et de préférence après avoir été sûr pressées (Sansoucy, 1991).

En raison de ses caractéristiques nutritionnelles, la pulpe séchée d'agrumes ne peut être utilisée que chez les ruminants.

Pour la vache laitière plusieurs auteurs ont trouvé que la production et la qualité du lait ne change pas lorsque la pulpe séchée d'agrumes remplace le maïs grain ou la luzerne déshydratée.

Le niveau optimal d'incorporation dépend non seulement du type d'animaux mais aussi de la nature des autres ingrédients de la ration (fourrages, sources d'amidon, sources d'azotes). (Bouharoud ,2007).

Des taux inférieure a 20% (base sèche) d'incorporations sont recommandée, et des niveaux plus élevés peuvent diminuer l'ingestion de MS. (Assis et al., 2004).

La pulpe d'agrumes se dégrade rapidement dans le rumen, elle doit donc être employée avec précaution pour éviter des accidents d'acidoses (Rihani et al, 1988).

I.4. Les déchets de tomate en alimentation des animaux

Les coproduits de tomate sont les résidus des industries de conserverie et sont constitués de peaux, pépins un peu de pulpe et des pédoncules parfois mélangés à quelques feuilles et écarts de triage (fabrice ,2000).

Les pulpes des tomates sont riches en parois cellulaires peu digestibles mais leur Valeur énergétique bénéficie de leur forte teneur en matière grasse (11 % de matière sèche). Elles sont essentiellement utilisées sous forme d'ensilage (70% de MS) (Bouharoud, 2007).

I.4.1. Recommandations pour l'utilisation de la pulpe de tomate

La pulpe de tomate est favorable à la production laitière à condition qu'elle ne représente pas plus de 20 à 30 % de la matière sèche de la ration et que l'on rajoute de bicarbonate de sodium. Cela permet de maintenir le ph ruminal à un niveau compatible avec un profil fermentaire majoritairement acétique et ainsi d'éviter une chute du TB trop important (Fabrice, 2000).

I.4.2. La valeur alimentaire des pulpes de tomate

La digestibilité de la matière sèche (MS) de la pulpe de tomate est de l'ordre de 60% ; et la valeur moyenne de la digestibilité de la matière organique est de 64% (Bouharoud, 2007).

Malgré une forte teneur en matière grasse, la valeur énergétique de la pulpe de tomate est moyenne du fait de son taux élevé en cellulose brute (Tableau 3).

La solubilité des matières azotées de la pulpe de tomate est peu élevée (35% en moyenne) mais très variable (de 20 à 45 %). La valeur énergétique est de 0,62 UFL et 0,49UFV ; et la valeur azotée est de 140 g en PDIN/Kg de MS et 120 g en PDIE/Kg de MS comme indique le tableau de Calcul (Inra 1988).

Tableau 3 : Valeurs alimentaire de la pulpe de tomate (Inra 1988).

UFL/Kg Ms	UFV/Kg MS	PDIA/ Kg MS	PDIN g/ Kg MS	PDIE g / Kg MS
0,62	0,49	85	140	120

11. Arbres et arbustes fourragères

II.1. Le Sulla

Le Sulla (*hedysarum flexuosum*) est une légumineuse spontanée, et endémique qui se trouve beaucoup plus en Kabylie. Kadi et al (2015) a mentionné dans leurs travaux sur cette espèce qu'elle est d'une valeur fourragère très importante.

Se caractérise par une remarquable composition chimique et des valeurs nutritives très appréciables. Par ses apports, elle peut couvrir les besoins des ruminants durant une période où les autres espèces fourragères cultivées font défaut.

Le Sulla est une plante fourragère qui peut être directement pâturée au pâturage, ou consommée par les animaux sous diverses formes ; soit distribuée fraîche immédiatement après la fauche ou conservée comme foin et/ou ensilage afin de faire face aux périodes de pénuries fourragères (Zirmi-Zembri, 2021).

II.1.2. Sulla en alimentation des bovins laitiers

Le Sulla a un potentiel et une valeur fourragère en élevage bovin. Les vaches pâturant le Sulla ; ingèrent un taux élevé de matière séchée qui permet une production laitière supérieure à celles des vaches pâturant le Ray Grass pérenne (Woodward et al. 2002).

L'ensilage du Sulla peut être un excellent supplément alimentaire pour les vaches laitières durant l'été. Ainsi, d'après Chaves et al. (2006), les résultats de la performance laitière se sont avérés similaires avec les ensilages respectifs du Sulla et du Maïs.

II.2. Sous-produit du palmier dattier

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde (Chehma et al ,2001), En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayas sahariennes. On estime le nombre à 10 millions de palmiers dattiers

dont 76 % productifs donnant une production annuelle de 270000 tonnes de dattes dont 45 % de Degl et Nours.

L'utilisation des sous-produits du palmier dattier dans l'alimentation du bétail est, depuis longtemps, pratiqué par les éleveurs locaux d'une façon traditionnelle. Les sous-produits les plus utilisés sont, principalement, les déchets de dattes, puis viennent, à un degré moindre, les pédicelles de dattes et les palmes sèches (Chehema et al, 2001).

II.2.1. Valeurs alimentaires du palmier dattier

Les rebuts de dattes, enregistrant une valeur énergétique importante, peuvent être classés parmi les concentrés énergétiques, pouvant même se substituer aux céréales (orge, avoine ... etc.), les sous-produits de palmier dattier sont classés en 2 catégories.

Les rebuts de dattes qui peuvent se classer parmi les concentrés énergétiques avec 0,85 UF, 0,84 UFL et 0,81 UFV / kg MB, et les autres sous-produits (pédicelles et palmes sèches) qui peuvent se classer avec les aliments grossiers (Chehema et al ,2001).

III. Sous-produit des céréales

III.1. La drêche de brasserie

Les drêches de brasserie sont des sous-produits de grande qualité issus de la fabrication de la bière. Elles peuvent être intégrées en tant qu'aliment protéique végétal dans les rations des animaux, utilisées fraîches ou ensilées ou bien séchées.

Les drêches de brasseries constituent un complément protéique appétent pour les bovins, les ovins, les caprins et les équins (Bouharoud, 2007).

III.1.1. Utilisations des drêches de brasserie dans la ration des vaches laitières

Les drêches de brasserie ont été souvent intégrées dans l'alimentation des vaches laitières comme complément protéique. En effet, dans une étude américaine, Cozzi *et al.* (1994) ont montré que les drêches de brasserie peuvent remplacer complètement le tourteau de soja et le tourteau de gluten de maïs dans les rations destinées aux vaches laitières.

Westendorf *et al.* (2014) recommandent de les inclure à hauteur de 20 à 30 % dans la ration en raison de leur faible teneur en certains acides aminés en particulier la lysine et la méthionine.

L'utilisation des drêches des brasseries augmente la production laitière, ainsi est une solution économique se traduisant par la valorisation des sources nutritives, et la diminution du coût de la production (Douadi, 2002).

L'utilisation de la drêche de brasserie par le bétail laitier permet de réduire la part d'aliment dans les rations pauvres en protéines (walter, 2001)

III.1.2. La valeur alimentaire des drêches de brasseries

Malgré leur taux élevé en cellulose brute les drêches de brasserie sont souvent considérées comme un aliment concentré dont la valeur énergétique est assez bon, cela est dû au taux assez important des lipides.

La valeur azotée des drêches de brasserie chez les ruminants est intéressante ; elle est comparable à celle d'un tourteau moyen (tourteau de lin ou de colza). Cet azote est peu dégradable dans le rumen (Inra, 1988).

Les drêches de brasserie sont riches en phosphore et pauvre en calcium mais le rapport phosphocalcique (1/1,7) est moins déséquilibré que celui de l'orge (1/5,4)

L'utilisation des drêches de brasserie est principalement fraîche, ensilées ou séchées pour les bovins laitiers ou d'engraissement (Boessinger ,2005).

III.2. Le son de blé

Lors de la mouture des céréales, le son fait partie des issues, c'est-à-dire des résidus obtenus après séparation de la farine par tamisage ou blutage. Il est constitué en grande partie de la couche d'aleurone et renferme de ce fait, une forte concentration d'éléments nutritifs. Actuellement en Algérie les sous-produits de blé ou issues de meunerie ont une importance certaine pour l'industrie de la fabrication des aliments composés.

Avec une quantité de 528 380,14 t/an l'utilisation de ce type de sous-produit représenté par la majorité des éleveurs donc à 100% d'utilisation. Au niveau des unités de fabrication d'aliments du bétail 100% des unités utilisent le son de blé comme sous-produits agro-industriels dans la formule alimentaire (Bouharoud, 2007).

III.2.1. Utilisations du son de blé dans l'alimentation des vaches laitières

Classé par les aliments moyennement riches en azote, le son de blé a une teneur en MAT allant de 13,4 % à 17,5%. Cette fraction semble être digestible, cet aliment se trouve bien doté en amidon, générant ainsi des fermentations ruminales similaires à celle des concentrés à base des céréales (Araba, 2006).

Le potentiel en énergie brute des sons est en moyenne de 19,1 MJ / kg MS. Cette concentration énergétique se situe dans la gamme des valeurs rapportées par les tables de composition des aliments. (Boudouma, 2009).

La valeur énergétique des sons du blé local révèle que ces derniers constituent dans le contexte Algérien, une source énergétique non négligeable. (Boudouma, 2008).

Le taux d'incorporations de son de blé dans les rations vaches laitières est de 20% (Ewinge, 1997).

Le son de blé est généralement mélangé avec la pulpe sèche de betteraves pour l'alimentation des troupeaux laitiers (araba, 2006).

Pour peu qu'elles soient disponibles, les issues de meunerie permettent en Algérie d'élaborer des formules alimentaires minimisant les couts de revient (Boudouma, 2008).

Chapitre III

Ration Total Sèche

La ration totale mélangée (RTM), est une approche alimentaire innovante qui consiste à mélanger les concentrés et les fourrages dans des proportions spécifiques de façon à obtenir une ration complète équilibrée pour les vaches d'un même niveau de production dans un troupeau. Cette méthode représente une transition significative par rapport à la méthode traditionnelle qui consiste à distribuer les concentrés individuellement (kadi, 2007).

Le développement de ces rations chez la vache laitière a permis la mise en place de rations comprenant un nombre croissant d'ingrédients, Ces rations séduisent par la simplification du travail d'alimentation qu'elles engendrent et la régularité qu'elles assurent tout au long de l'année. Par la suite le concept de ration sèche a fait son apparition, qui est basé sur un foin fibreux proposé à volonté (devant représenter environ 25% de la matière sèche ingérée (MSI)) complété d'une grande quantité de concentrés sous forme granulée (Collas, 2008).

I. Ration sèche

C'est un système alimentaire qui est basé sur le foin qui représente en moyenne 90% des fourrages de la ration (Bossis et al ,2017).et la distribution d'une grande quantité d'un concentré unique complet qui peut représenter jusqu'à 75% de la matière sèche ingérée, le concentré présenté le plus souvent sous forme de granulé mais parfois sous forme de mash (collas ,2008).

(Bedel, 2007) définit la ration sèche comme la mise à disposition à volonté de foin et d'aliment et la libre régulation de l'animal.

Cette définition souligne la simplicité du système, principal argument des firmes. Cependant, les caractéristiques du concentré et du fourrage proposé peuvent amener à envisager des particularités dans la distribution. Même si ces particularités diminuent la simplicité du système, elles sont souvent mises en œuvre pour augmenter sa rentabilité par une maîtrise plus grande des quantités ingérées. (Collas ,2008).

II. Optimisation du rationnement dans le système de ration sèche

La méthode de rationnement classique de la vache laitière consiste à distribuer le fourrage choisi à volonté et ensuite à ajuster la quantité de concentré minimum permettant d'atteindre le niveau d'apport souhaité (Agabriel et al., 2007).

A la différence des rations conventionnelles, les rations sèches reposent principalement sur des concentrés distribués à volonté et secondairement sur des fourrages secs (paille/foin) dont la vocation essentielle est d'assurer une bonne rumination. Ce concentré est constitué d'un grand nombre de matières premières (céréales, pulpes, coproduits de céréales, tourteaux, luzerne...) auxquels sont ajoutés minéraux et additifs. Il se présente sous forme agglomérés en granulés ou en bouchons (Pechey et al 2008).

Le fourrage utilisé doit donc constituer un optimum entre sa fibrosité, stimulant la rumination, et son appétence, garantissant une ingestion volontaire suffisante et le maintien du rapport fourrage/concentré souhaité (Bedel, 2007).

Le foin de luzerne est par exemple beaucoup utilisé comme source de fibre dans les rations mélangées, ayant entre autres l'avantage de moins déconcentrer le mélange que l'introduction de la même quantité de paille (collas ,2008).

III. Conservation des fourrages

Le fourrage peut être conservé soit sous forme sèche (foin, fourrage déshydraté), soit sous forme humide (ensilage).

Pour la conservation sèche, il faut réduire la teneur en eau à moins de 20 % (12 % dans le cas des produits déshydratés) afin de stabiliser le foin et d'empêcher l'activité microbologique. Pour la conservation humide, la teneur en eau peut varier entre 40 et 70 % (CPVQ, 1989).

Les risques de pertes de qualité au champ, dues à la pluie et aux manipulations d'andains, sont donc moindres pour l'ensilage que pour le foin (Savoie et al, 1998).

McDonald et al. (1991)L'ensilage est une fermentation naturelle où la plante fournit à la fois l'eau, les sucres et les microorganismes. La fermentation doit se dérouler dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène, suite au scellement du silo et à la disparition de l'oxygène de l'air résiduel par respiration.

Les sucres sont alors convertis en acides qui stabilisent l'ensilage. En fonction de la teneur en eau de la plante, des sucres disponibles et des microorganismes, on peut obtenir divers types de fermentations naturelles : butyriques, lactiques, acétiques, etc. On peut aussi influencer la fermentation en ajoutant des additifs (Savoie *et al* ,1998).

IV. Nature des fourrages dans la ration sèche

IV.1. Foin

Le foin est hystériquement le fourrage de référence. C'est le plus utilisé par 80% des 51 élevages d'une étude réalisée en 2007 (Losq et *al.* 2008).

Il est recommandé que le foin soit principalement composé de graminées, caractérisées par des tiges conservant une grande teneur en fibres est auxquelles les feuilles restent attachées.

Les niveaux de consommation optimum conseillée pour ces foins se situent en fonction des sources entre 7 et 10 kg brut et les consommations volontaires observées s'élèvent parfois

Jusqu'à 12 à 15 kg brut (Juan, 2006).

Les recommandations INRA, basées sur des systèmes de rationnement « classiques », fixent la quantité minimum de fourrages longs à apporter à 1,3% du poids vif en MS, soit plus de 8 kg brut pour une vache adulte (Journ et, 1988).

IV.2. La paille

La paille, déjà largement utilisée dans les rations sèches pour bovins à l'engrais, l'est également de plus en plus pour les vaches laitières. Elle présente l'avantage de proposer une qualité plus régulière que le foin et une teneur en fibres très élevée.

La paille, le plus souvent de blé, présente également l'avantage de sa disponibilité abondante et de l'absence de nécessité de consacrer une surface entière à la production de fourrage.

En outre, les pailles sont plus pauvres que les foins en énergie, en matières azotées, en glucides solubles, en minéraux (à l'exception du potassium) et en Vitamines par rapport au foin (Demarquilly et Andrieu, 1988).

Elles ne devront donc être utilisées qu'avec des concentrés prévus à cet effet dont les quantités distribuées sont ajustées aux moindres apports et aux particularités de ce fourrage. (Duc, 2008).

IV.3. Le concentré

L'aliment concentré en ration sèche doit constituer un compromis entre la valeur nutritive, la disponibilité au cours de l'année et le coût des différentes matières premières

utilisables, tout en respectant les contraintes nutritionnelles énoncées précédemment (Juan, 2006).

Pour ce qui concerne la mise à disposition de cette part de ration est à volonté ou rationnée, avec ou sans ajustement individuel, chaque méthode ayant des conséquences différentes sur la gestion du système.

V. Les apports des rations

V.1. Apports de fibres

Les sources de fibres les plus courantes sont la luzerne déshydratée et de nombreux coproduits comme le son (de blé le plus souvent), les pulpes (de betterave, de pomme de terre ou d'agrumes), les coques de soja ou encore les marcs de pomme (Juan 2006).

L'ensemble de ces matières premières constituent en général plus de 60% de la composition de l'aliment et leur taux d'incorporation se situe entre 15 et 25% pour les principales qui peuvent être choisies en fonction des disponibilités locales ou des autres activités des entreprises de fabrication d'aliment du bétail (sucrierie, amidonnerie, meunerie, trituration...)

Enfin, ces matières premières sources de glucides pariétaux constituent, en raison de leur important taux d'incorporation, et ce malgré des valeurs énergétiques variables.

V.2. Autre apport énergétique

V.2.1. Les glucides cytoplasmiques

Les plus utilisées sont les céréales, surtout le blé et le maïs. Les taux d'incorporation de ces matières premières sont en général bas (inférieurs à 15 voire 10%) en particulier pour le blé riche en amidon rapide (Peyraud et Apper-Bossard, 2006).

V.2.2. Les matières grasses

Les lipides fournissent une source d'énergie alternative aux glucides, présents dans le cytoplasme, dont l'incorporation est limitée.

Les sources de matières grasse couramment utilisées incluent les huiles de palme et de colza les graines de soja ou de coton, ainsi que les tourteaux gras (Juan, 2006).

V.3. Apport en azote

Les sources d'azote sont particulièrement importantes dans la mesure où le concentré doit couvrir des besoins en azote très variables au cours de la lactation (Ponter et *al.* 2005). Il doit en particulier présenter une teneur en protéines non dégradées dans le rumen (PDIA) suffisante pour soutenir la production en début de lactation en l'absence de concentré de Production spécifique (Enjalbert, 2003).

Les tourteaux représentent la principale source d'azote, en particulier les tourteaux de colza, de palmiste, de tournesol. Le tourteau de soja semble être moins utilisé, peut être en raison de son coût et des variations de son cours.

Des coproduits sont également utilisés dans certaines formules, comme les vinasses ou le corn gluten feed (Collas, 2008).

V.4. Apport minéraux et vitaminique

Avec une ration sèche, le complément minéral et vitaminé est incorporé dans le concentré. Les quantités apportées, de la même façon qu'avec une ration complète, sont donc fonction du niveau d'ingestion, provoquant des différences pouvant aller du simple au double. Ces différences permettent une couverture cohérente des besoins qui sont fonction du niveau de production et souvent exprimés en pourcentage des quantités ingérées (pour les oligo-éléments en mg par kg de MSI et pour les vitamines en UI par kg de MSI) (Meschy, 2007).

Certaines des matières premières sources de composés pariétaux peuvent également constituer des apports importants de minéraux. C'est le cas de la luzerne pour le calcium, le son de blé pour le phosphore ou encore les pulpes de betterave pour le calcium et le potassium (Baumont et *al.*, 2007). Cependant, cette richesse en minéraux peut dans certains cas limiter les taux d'incorporation des coproduits (Schingoethe, 1991).

Les apports sont également complétés par du carbonate de calcium, de la magnésie et du bicarbonate de sodium. Le fourrage constitue également une source de minéraux et de vitamines. Il faut donc, à ce titre également, tenir compte des différences existant entre les foins et les pailles (Collas, 2008).

V.5. Apport hydriques

D'après la définition des besoins et des apports en eau des ruminants de Jarrige (1988), les besoins en eau de boisson des vaches consommant une ration sèche augmentent pour trois raisons. Tout d'abord parce que l'apport d'eau par les aliments est moindre en

raison d'une teneur en matière sèche plus élevée, de l'ordre d'un litre par kg de MSI pour une ration à 85% de MS par rapport à une ration à 45% de MS.

Ensuite parce que les besoins en eau sont supérieurs en raison d'une part de l'augmentation de la matière sèche totale ingérée (due à un encombrement plus faible de la ration) et d'autre part en raison de l'augmentation annoncée de la production laitière par vache consécutive au passage à une ration sèche (Bedel, 2007).

L'accès à l'eau doit être supérieur aux recommandations habituelles qui estiment que 15% des vaches du troupeau doivent pouvoir boire en même temps et que le lot de vaches sortant de la salle de traite puisse boire 20 à 30 litres d'eau par animal en 7 à 8 minutes (Vagneur, 2006).

VI. Impact de l'alimentation à base des rations sèches complète

VI.1. Réorganisation du travail

La ration sèche offre plusieurs avantages, notamment en évitant la nécessité de construire de nouveaux silos ou de renouveler les équipements tels que la des sileuses, elle facilite également la gestion des troupeaux en assurant une alimentation constante tout au long de l'année, réduisant ainsi le temps passé la récolte et à la distribution du maïs. En conséquence cela peut entraîner une diminution du nombre de vaches a élevée.

Une évolution majeure liée à la l'adoption de la ration sèche est l'abondant de la culture maïs en vue de l'ensilage, ce qui est souvent l'une des motivations principales pour passer à ce type d'alimentation (Pechyetal, 2007).

De plus, la ration sèche permet de réduire la part de la surface consacrée à la production de fourrage (Collas, 2008).

Sur le plan économique

Le passage en ration sèche n'a pas seulement des répercussions sur la conduite du troupeau laitier mais il bouleverse l'ensemble du système d'exploitation (utilisation des surfaces en herbe, assolement, effectifs animaux...) (Pechey et al, 2007).

Ce système souvent amené par un manque de main d'œuvre ou un besoin d'organisation du travail apporte de ce point de vue dans tous les cas satisfaction. Il semble évident que sa pérennité économique repose sur l'adéquation entre le cours des matières premières alimentaires (tourteaux, pulpes, luzerne, sons, ...) et celui des céréales dont la

production est censée permettre de compenser (au moins en partie) la hausse du coût d'alimentation (Duc, 2008).

VI.2. Effet sur La production

Des études ont démontré des résultats prometteurs. L'utilisation de la ration sèche chez les vaches laitières a été associée à une augmentation significative de la quantité de lait produite (Brunschwing, 2008) comme la montre la (figure7).

De plus cette approche a tendance à réduire le taux de matière grasse (butyreux) et le taux protéique du lait (M'hamdi et al ,2017).

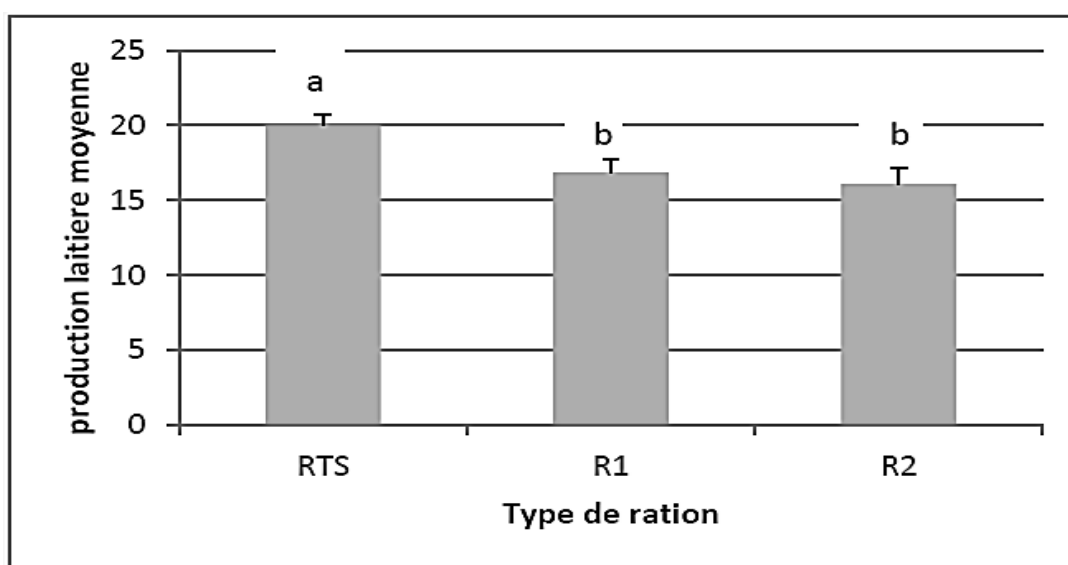


Figure 7 : la variation de la production laitière en fonction de la ration (M'hamdi et al ,2017).

Selon Lemonnier (2009), le gain de productivité par vache peut varier de 0 à 1500 litre selon les cas, cela peut conduire à adapter le nombre de vache.

VI.3. Le comportement alimentaire

En ce qui concerne l'ingestion alimentaire, il est important de noter que l'utilisation d'une ration totale sèche, a un impact significatif sur leur comportement alimentaire. Comparer à une alimentation traditionnelle composée de foin et de concentré distribué séparément deux fois par jour (Faverdin, 1985).

Cette amélioration se manifeste notamment par un temps de mastication accru est une augmentation de la rumination chez les vaches laitières qui utilisent cette méthode alimentaire reflète la réaction et la réponse de la vache vis à vis de l'aliment. Ces résultats peuvent être

expliqués par le fait que la ration totale sèche est une ration riche en fibres qui ont amélioré l'activité de mastication de la vache (Dulphy et Faverdin, 1987).

VII. Condition de mise en œuvre

La mise en place de la ration sèche entraîne des modifications de tout le système d'exploitation indispensable à sa viabilité technico-économique.

- Il faut s'assurer de pouvoir réaliser du foin de qualité, ce qui augmente la dépendance aux conditions météorologique.
- Les points d'eaux doivent être dispos en nombre suffisant avec un débit adapté : la consommation d'eau par les animaux augmente de 20 à 30 litres par rapport à une ration avec ensilage de maïs.
- S'organiser pour que la distribution de concentrés en quantité importants ne soit pénible (Brunschwing, 2008).
- Il faut veiller à mettre à disposition un aliment de lest comme le foin ou la paille, à la fois fibreux et appétant : la réussite technique de la ration sèche repose principalement sur une consommation suffisante de fibre pour éviter principalement les problèmes d'acidose (Lemonnier, 2009).

Partie Pratique

I. Objectifs

Dans le cadre de cette étude, l'objectif est de formuler des rations totales sèches et semi sèches complètes et équilibrées pour vaches laitières à base de matières premières algériennes (foin, paille, coproduits, ensilage ...), En utilisant des valeurs alimentaires existantes ou bien estimer par des équations à partir de leurs compositions chimiques.

La formulation de ces rations sera réalisée en tenant compte des besoins spécifiques des vaches laitières associées à un objectif de production laitière de 20 l/j.

II. Description de la démarche

- La démarche consiste d'abord à une recherche bibliographique, ou une recherche approfondie est effectuée pour comprendre les pratiques actuelles en matière d'alimentation des vaches laitières et pour identifier les types de matières premières utilisées.
- Ensuite, calcul des besoins nutritifs du troupeau en prenant en compte un certain nombre de caractéristiques zootechniques ce sont les caractéristiques de base communes à tout le troupeau : Espèce, race, type de production, âge, poids vifs, son état corporel aussi les indicateurs de lactation (stade, le potentiel laitier, la quantité et la composition du lait produit), Pour pouvoir déterminer les exigences spécifiques en termes d'énergie, de protéine, minéraux et vitamines.
- Pour continuer le travail une sélection des matières premières, des fourrages qu'on peut utiliser pour la formulation d'une ration totale sèche qui sont généralement le foin, ensilage de maïs, les pailles ... ; en tenant compte des besoins spécifiques du troupeau évalués à l'étape précédente.
- Suivie par une collecte des données nutritionnelles spécifiques pour chaque matière première qui sont utilisées dans la formulation dans des tableaux séparés et des tableaux de compositions chimiques et d'autres pour leurs valeurs alimentaires fournis par les auteurs.
- Les sources d'informations utilisées sont les publications scientifiques disponibles sur internet (article, thèse, mémoire ... etc.).
- Estimations des valeurs d'unité d'engorgement pour certaines matières premières, pour lesquelles les données nutritionnelles étaient indisponibles, a été réalisée en se basant sur leurs compositions chimiques, en utilisant des équations spécifiques adaptées à cette fin.

Partie pratique

- Formulation des rations en utilisant la méthode manuelle (Inra, 2007) pour élaborer des rations sèches totales complètes en ajustant les proportions des ingrédients en fonction des besoins nutritionnels spécifiques du troupeau.
- D'autre part, une analyse des rations formulées en évaluant leurs équilibres nutritionnels et leur adéquation par rapport aux normes recommandées pour les vaches laitières.
- En apportant des ajustements nécessaires pour répondre aux besoins du troupeau
- Enfin, discussion des résultats obtenus lors de la formulation des rations, en justifiant les choix faits en termes de sélection des matières premières et des proportions utilisées dans les rations, en les reliant aux besoins spécifiques du troupeau évalués précédemment.

Matériels et Méthodes

I. Calcule des besoins nutritifs

Ce sont les besoins de base commune à tout le troupeau.

I.1. Caractéristique moyen du troupeau

Tableau 4 : Caractéristiques moyennes du troupeau : Exemple d'une vache laitières.

Espèce	Vache laitières
Race	Montbéliardes
Age	36 mois
Note états corporelle	2,5
Stade de lactations	10ème semaine de lactation
Poids vif	600 kg
Taux MG %	4%
Production laitières	20 L / J

Le tableau (4) présente les caractéristiques moyenne du troupeau, nous permettre de comprendre les besoins nutritionnels et la gestion alimentaire du troupeau dans le cadre de notre étude sur la formulation de ration sèche pour vache laitière, donc nous permis d'adapter nos rations alimentaires de manière à répondre aux besoins nutritionnels de l'ensemble de troupeau.

I.2. Calcule des besoins énergétiques

Selon la méthode Inra (2007) :

I.2.1. Besoins entretien

$$BE=1,4 +0,6 \text{ poids vif } /100$$

I.2.2. Besoin de production

BP : 0,43 par kg de lait à 4% de matière grasse

I.2.3. Besoin de croissance

Premier vêlage tardif à partir de 28 mois

Première lactation les besoins recommandés sont de 0,35 UFL

Partie pratique

I.3. Calcule des besoins azotés

Selon la méthode Inra (2007) la méthode de calculs des besoins azotés est :

I.3.1. Besoin azotés d'entretien

BAE : 100 + 50 poids vif / 100 (en gramme de PDI)

I.3.2. Besoins azotée de production

BAP : 50 gramme de PDI par kg de lait produit 4% de MG

I.3.3. Besoin azotée de croissance

Age au premier vêlage supérieure à 28 mois = 25 gramme de PDI

II. Calcule de la capacité d'ingestion

La première étape de calcul de ration consiste à estimer la capacité d'ingestion de la vache moyenne du troupeau, qui est la quantité maximale d'aliments que peut ingérer une vache par jour tout en tenant compte de ses caractéristiques : âge, race, poids vif, état corporel, niveaux de production, pour cela utilisant le tableau de références ci-dessus dans la figure (8) (Inra 2007) :

Effets principaux					Correctifs multiplicatifs							
Format moyen (kg de poids vif)		Potentiel lait (kg/j)		Réserves (note d'état)		Lactation (nombre de semaines)		Gestation (nombre de semaines)		Maturité (âge en mois)		
						Primi	Multi					
450	11,65	tarie	0,00	0,5	3,75	1	0,66	0,74	< 30	1,00	20	0,78
500	12,40	5	0,75	1,0	3,00	2	0,71	0,78	30	0,98	24	0,84
550	13,15	10	1,50	1,5	2,25	3	0,75	0,81	31	0,98	28	0,88
600	13,90	15	2,25	2,0	1,50	4	0,79	0,84	32	0,97	32	0,91
650	14,65	20	3,00	2,5	0,75	6	0,85	0,89	33	0,97	36	0,94
700	15,40	25	3,75	3,0	0,00	8	0,89	0,92	34	0,96	40	0,96
750	16,15	30	4,50	3,5	-0,75	10	0,92	0,94	35	0,94	44	0,97
800	16,90	35	5,25	4,0	-1,50	12	0,94	0,96	36	0,93	48	0,98
		40	6,00	4,5	-2,25	14	0,96	0,97	37	0,91	52	0,98
		45	6,75	5,0	-3,00	16	0,97	0,98	38	0,88	56	0,99
		50	7,50			20	0,98	0,99	39	0,84	> 60	1,00
		55	8,25			24	0,99	0,99	> 40	0,80		
		60	9,00			> 24	1,00	1,00				

$$CI = \left(\boxed{} + \boxed{} + \boxed{} \right) \times \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{}$$

Figure 8: Tableau des recommandations pour calculer la capacité d'ingestion des vaches laitières (Inra, 2007).

III. Calcule de quantité ingéré par l'animal par jour en kg de MS

Dans le cadre de cette étude visant à développer des rations alimentaires pour les vaches laitières, il était essentiel de déterminer avec précision la capacité d'ingestion de ces animaux. Pour ce faire nous avons utilisé la méthode suivante dans nous avons intégrées une méthode qui combine la capacité d'ingestion avec les unités d'encombres de la ration de base.

$$QVI = CI / UEL \text{ (Inra, 2007).}$$

CI : capacité d'ingestion

UEL : unité d'encombres de la ration

IV. Les matières premières grossières

Tableau 5 : Liste des noms des foins utilisée dans la formulation :

	Espèce	Nom commun	Nom scientifique	Source
Foin	Légumineuse	Luzerne	<i>Medicagosativa</i>	Zirmi, 2015
Foin	Graminée	Ray gras d'Italie	<i>LoliummultiflorumLam</i>	Bencherchali, 2018
Foin	Graminée	Orge	<i>Hordeumvulgare</i>	Bencherchali, 2018
Foin	Graminée	Dactyle commun	<i>Dactylis glomerata</i>	Bencherchali, 2018
Foin		Vesce avoine	<i>Vicia sativa- Avenasativa</i>	Merdaci et chemmam, 2016
Foin	Légumineuse	Sulla	<i>Hedysarumflexuosum</i>	Zirmi, 2021

Les graminées, y compris ray gras, orge et dactyle, ont été récoltées au stade d'épiaison, le processus de récolte des foins c'est déroulé par beau temps pour un séchage optimal, avec une période de séchage de 12 jours (Bencherchali, 2018).

La Sulla a été récolté au stade des gousses à maturité (Zirmi-Zembri, 2021).

V. Autre matières premières

Tableau 6 : Autres matière premier utilisées dans la formulation.

Aliments	Source
Son de blé	Merdaci et chemmam , 2016
Tourteaux de tournesol	Inra ,2007
Pulpe d'agrume	Bencherchali et houmani ,2009
Sorgho sec	INRA, 2007
Luzerne déshydraté	Zirmi ,2015
Orge sec	Arbouche et al ,2008
Grignon d'olive	Bencherchali et houmani, 2009
Ensilage maïs	Inra ,2007

VI. Compositions chimique des matières premières utilisé dans le rationnement

Tableau7 : compositions chimique des foins utilisés dans la formulation.

Aliments	MS %	MM (% MS)	MO (% MS)	MAT (%MS)	CB (%MS)	NDF (% MS)	ADF (%MS)
Foin luzerne	88,5	10,7	–	16,8	33,6	64,3	35,9
Foin ray gras	79,52	–	92	9,60	33,72	60,95	35,58
Foin orge	87,98	–	90,79	8,02	35 ,81	62,83	37,38
Foin de vesce avoine	91	9,6	–	7,2	37,5	68,8	39,5
Ensilage maïs	24	–	944*	105*	226*	495*	248*
Foin dactyle	87,90	–	90,88	9,60	35,1	62,19	36,73

VII. Tableaux des valeurs nutritifs des matières premières utilisé

VII.1 Valeurs nutritifs des foins utilisés dans la formulation

Aliments	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)	UEL
Foin de luzerne	0,75	83	106	1,14
Foin de ray gras d'Italie	0,76	74,3	50,9	1,16*
Foin d'orge	0,69	70,1	51,5	1,18*
Foin dactyle	0,75	75,7	61,6	1,17*
Foin de vesce avoine	0,68	70	78	1,1
Ensilage maïs	0,85	66	65	1,17
Grignon d'olive	0,43	37,80	43,82	0,562
Foin Sulla	0,71	80,34	75,17	1,05

* : valeurs calculés

V.II.2. Tableau des valeurs nutritifs d'autre matières première

Tableau 8 : Valeurs nutritifs des matières premières utilisées dans le rationnement

Aliments	UFL	PDIE	PDIN	MS
Son de blé	0,92	87	107	100
Pulpe d'agrumes	1,15	79,2	42,91	87,8
Luzerne déshydraté	0,68	94	130	91,2
Orgesec (<i>Tichedrett</i>)	1,03	109,9	102,57	91,5
Orge sec (<i>Saida</i>)	1,03	101,50	73,90	92,5
Tourteau de tournesol	0,76	129	241	88,7*

* : Autre source (Inra, 2007)

VIII. Calcule des unités d'encombres

Pour pouvoir calculé l'unité d'encombrement faut trouver d'abord l'ingestibilité de foin selon les équations Inra (2007) :

VIII.1. Calcule de l'ingestibilité

Cette section présente les équations de calcul de l'ingestibilité de certains foins utilisée dans la formulation.

$QIL \text{ (lait) (g /Kg PV 0,75)} = 82,4 + (0,491 * d \text{ MO foin}) + (0,114 * \text{MAT foin}) + \Delta 1L + \Delta 2L$ (Inra, 2007)

$\Delta 1L$: - 0,9 (Graminée).

$\Delta 2L$: + 5,5

Cette valeurs $\Delta 2L$ correspond au processus de séchage de foins qui fané au sol par beau temps.

VIII.2. Calcule de la valeur d'encombrement (unité d'encombrement)

UEL foin (kg MS) = 140 / QIL foin.

Résultats et Discussion

Les résultats de la formulation des rations et de la mise en pratique sont présentées en détail les rations ont été conçues en fonction des besoins nutritionnels spécifiques et des apports recommandés, les tableaux suivants présentent les données relatives aux besoins, aux apports et aux résultats obtenus lors de la mise en place des rations.

I. Besoins fixés pour le troupeau

Tableau 9 : besoins nutritifs fixés par vache.

	CI (kg MS)	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)
Besoins	15 ,26	13,95	1425	1425

II. Résultats de la formulation

Rations 1

La ration de base est composée de 60 % ensilage maïs et 40 % foin luzerne avec des proportions et apports mentionnés dans le tableau (9), et graphé dans la figure (9) suivants :

Tableau 10 : Apports nutritifs de la première ration.

	Matière premières	MS(%)	MS (kg)	MB (kg)	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)
Apport RB	Ensilage maïs						
	Foin luzerne	49,8	13,18	6,56	10 ,68	959,50	1072 ,85
Concentré	Orge sec (Tichedrett)	91,5	7,51	8,21	3,27	465,5	352,15

La première ration formulée se compose d'un mélange d'ensilage maïs et foin de luzerne avec une quantité volontairement ingérée fixée à **13 ,18kg MS**, ce qui représente le fourrage grossier.

Cette combinaison a généré un apport énergétique de 10,68 UFL ainsi une quantité de protéine digestible intestinale PDIE de 959,50 en G de PDI et protéine digestible PDIN de 1072,85 g DE PDI.

Pour équilibrer la ration l'incorporation de l'orge sèche est nécessaire, qui représente 36,29 % de la ration total ingéré avec un excès en PDIN qui est égale à **136,19** g de PDI .

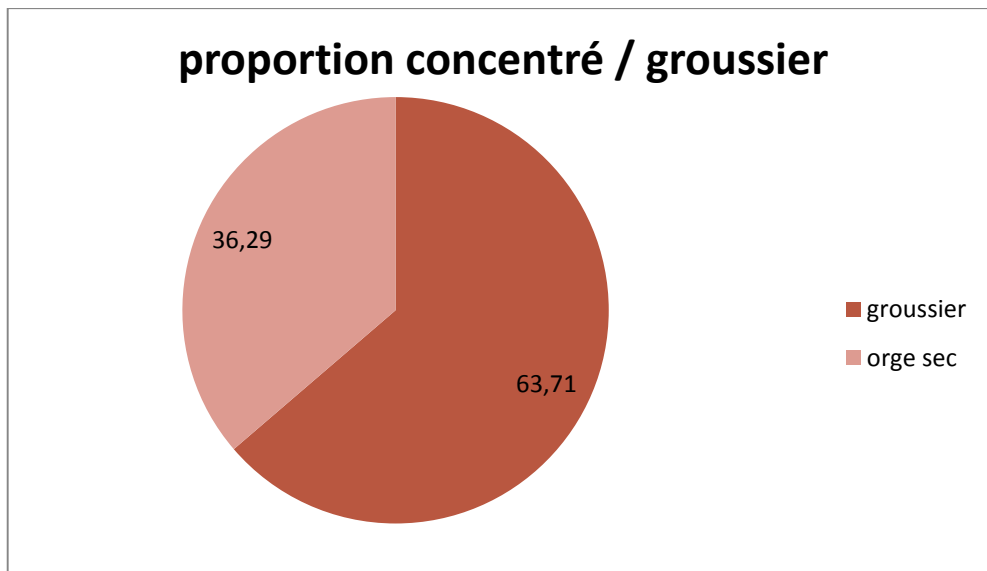


Figure 9 : proportions de la part de concentré dans la première ration.

Utilisation d'ensilage maïs qui est une source d'énergie et de fibre essentiel dans la ration comme il est disponible durant toute l'année donc son utilisation dans les rations nous permet une alimentation constante tout au long de l'année.

Et pour faire face au déficit protéique l'ajout du foin luzerne qui est le foin le plus utilisée dans les rations sèches pour sa qualité nutritionnelles offrant une source importante de protéine et de minéraux essentiel (Collas ,2008) , permis de stabiliser la ration et sécurisent le fonctionnement ruminal (Brunschwing et al, 2009).

L'excès en PDIN dans la ration s'explique par la richesse de la luzerne de cette valeur, ce qui a contribué à ces excès malgré l'incorporation d'un concentré équilibré en PDIN et PDIE. Cet excès est un moyen de garantir une disponibilité suffisante de protéine digestible.

Cependant, la composition de la ration sèche repose principalement sur des foins secs et de la paille, ce que peut ne pas satisfaire pleinement les besoins de troupeaux. C'est pour ça nous justifiant le taux élevés de concentré notamment l'orge sec à hauteur de 36,29% cette concentration vise à équilibré la ration en terme de valeurs nutritionnelles.

Selon Arbouche et al 2008, l'emploi des orges dans l'alimentation des ruminants est avantageux par rapport au maïs, départ sa digestibilité plus importante. L'emplois des variétés locales dans les formules alimentaires aura pour avantage leur préservation en tant que potentiels génétique et permettra de diminuer la part des importations en orge.

Les compositions chimiques et les valeurs nutritives de nos variétés d'orge sont différentes de celles des orges européennes, par leur teneur en MAT, CB et surtout en lignine.

Ces différents paramètres leurs confèrent des valeurs en UF moins importante mais des valeurs en PDI plus conséquentes d'où l'intérêt de leurs utilisations dans l'alimentations des ruminants par le fait que Ce sont les matières premières protéique qui font le plus défaut de la conception des formules alimentaire pour le cheptel local.

Ration 2

La ration de base est composée de 50% d'ensilage maïs, 20 % foin luzerne et 30% de grignon d'olives avec des apports et proportions mentionner dans le tableau (10) et graphe dans la figure (10) ci-dessous :

Tableau 11 : Apports Nutritifs de la deuxième ration :

	Aliments	MS %	MS KG	MB KG	UFL	PDIE	PDIN
Apport rations de base	Foin luzerne	58,82	16,26	27,64	10,54	1029,29	1224
	Ensilage maïs						
	Grignon d'olive						
Concentré	Orge sec (<i>saida</i>)	92,5	5,18	5,6	3,41	395,71	200,99

La quantité volontairement ingéré de cette ration est de 16,26 kg de MS.

L'apport énergétique de la ration de base est 10,54 UFL, l'apport en PDIE est 1029,29 et enfin l'apport en PDIN qui est égale à 1224,004 g de PDI.

Pour répondre aux besoins fixés, l'ajout du concentré qui est composées de L'orge sec d'une quantité totale de 5,18 Kg de MS représente 25,34% du total ingérés avec un excès en PDIN de 111,43 g de PDI.

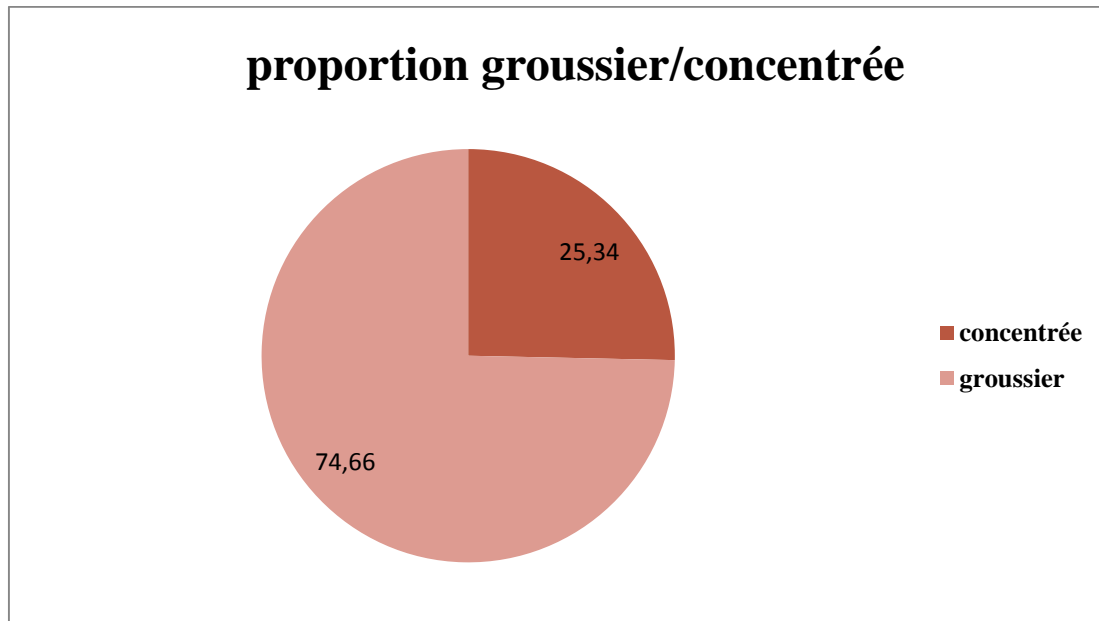


Figure 10 : proportions de concentrée dans la deuxième ration.

Les composants de la ration de base n'ont pas subi de changement majeur, une modification importante a été apportée, plus précisément, 25% de la composition de la ration de base constituée de l'ensilage maïs et de foin de luzerne, ont été remplacés par le grignon d'olive.

Cette modification a eu des effets sur les apports de la ration de base, la valeur énergétique est passée de 10,68 UFL à 10,54 UFL, qui est liée à la diminution du taux de l'ensilage maïs dans les rations, et la valeur énergétique faible du grignon d'olive.

En ce qui concerne la composition en protéine, la ration a subi une augmentation en PDIE et PDIN suite à une augmentation du taux de luzerne dans la ration.

De plus l'ajout du grignon d'olive a eu des effets sur la quantité volontairement ingérée qui est passée de 13,18 KG MS A 15,26 kg ms.

Lors de l'incorporation de ce sous-produit Ya une diminution de la part de concentré qui est passée de 7,51 Kg Ms à 5,18 kg ms.

Le grignon d'olive est le sous-produit le plus important de l'industrie oléicole. Selon Bouharoud 2007 la disponibilité est saisonnière du novembre à février avec des quantités importantes de 51105 tonnes par an de produit brut.

Leurs incorporations dans la ration ont des taux de 15 à 40 % comme aliment de substitution du concentré à condition que cette ration soit riche en minéraux et vitamines et surtout protéine

Cette incorporation représenté un impact positif sur le revenu des éleveurs et sur le budget de l'état (Gharbi, 2010).

Dans d'autre articles est bien mentionner que l'incorporation de grignon d'olive ne dépasse pas 30% (Anonyme ,2001), est cela permet de réduire la part de l'aliment concentré dans la ration (Rouina, 1986).

Ration 3

La composition de la ration initiale est de 30 % Ensilage maïs, 40 % foin luzerne ,10 % pulpe d'agrumes et enfin 20 % grignon d'olive. Avec des apports et proportions mentionner dans le tableau (11), Graphe dans la figure (11) qui suit :

Tableau 12 : Apports nutritifs de la troisième ration.

	Matière premières	MS (kg)	MS(%)	MB	UFL	PDIE	PDIN
Apport ration de base	Ensilage maïs	16,23	70,79	22,93	12 ,27	1111,43	1216,44
	Foin luzerne						
	Pulpe d'agrumes						
	Grignon d'olive						
Apport concentré	Luzerne déshydratée	5,22	91,2	5,72	1,68	313 ,57	461,39

Les apports de la ration de base en énergie équivalent de 12, 27 UFL, 1111,43 EN PDIE et 1216,44 de PDIN ces apports ne répond pas aux besoins fixés donc cette ration nécessite un équilibrage et pour cela l'ajout de concentré est obligatoire, a objectifs d'ajuster la composition de la ration, par La luzerne déshydratée, les calculs ont indiqué que l'ajout de 5,22 kg de luzerne déshydratée à la composition de la ration de base permettait d'obtenir une nouvelle formule équilibré mais conduit aussi a un excès de 252,83 g pdi en PDIN .

Le graphe (3) ci-dessous montre les proportions du concentres / grossier pour cette ration.

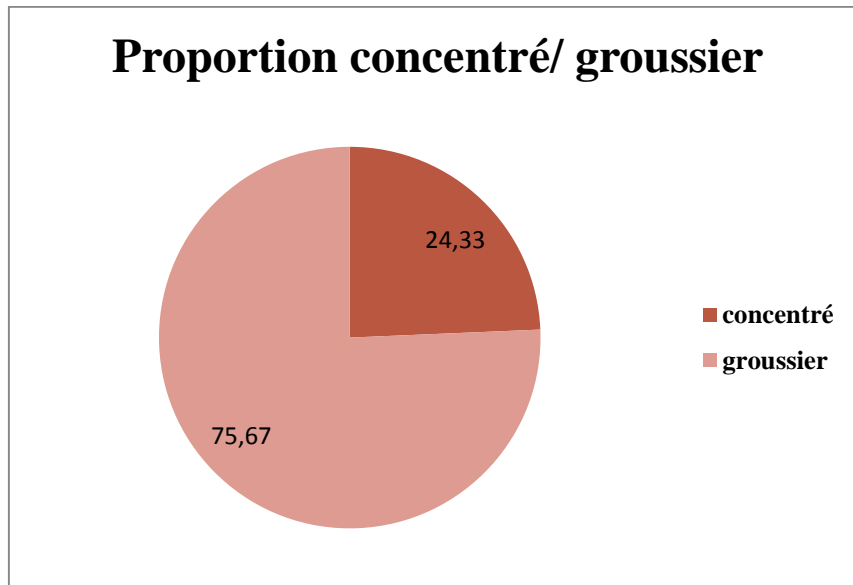


Figure 11 : Proportions de concentré de la 3ème ration

Deux sous-produits agro industriels sont contribués à la formulation de cette ration, le grignon d'olive et la pulpe d'agrumes.

La pulpe d'agrumes Déshydraté ne remplace pas complètement les céréales mais permet d'économiser des fourrages, le taux d'incorporation peut aller jusqu'à 40% de la ration.

Au-dessous de 20% ni la digestibilité ni les paramètres du rumen subit une modification.

Utiliser généralement lors des déficits énergétiques, et pour l'importance d'acide acétique qu'elle entraîne dans le rumen comme elle permet de maintenir la teneur en matières grasses dans le lait.

La pulpe d'agrumes déshydraté elle peut être stockée tout au long de l'année (Valérie heuzé et grilles trans, 2023).

Cette association pulpe d'agrumes, foin luzerne, ensilage maïs et grignon d'olive a permis de fournir des fibres et des énergies digestibles, le foin de luzerne représente un apport important en protéine, ce qui à diminuer la part de concentré dans cette ration.

L'introduction de luzerne déshydratée dans la ration complète permet de stimuler l'ingestion, comme elle augmente le protéique du lait sans modifier les autres paramètres zootechniques. Permet de remplacer et réduire la complémentation azotée par les tourteaux (Peyraud, 1994).

Ration 4

La ration de base est composée de 60% de Foin de vesce avoine et de 40 % de foin luzerne, avec une teneur en matière sèche de 13,63 kg.

Cependant, cette composition ne répond pas aux besoins du troupeau, pour équilibrer la ration nous avons introduit du concentré dans les proportions et apports sont indiqués dans le tableau(12) et graphes ci-dessous :

Tableau 13 : les apports nutritifs de la quatrième ration.

	Aliments	MS%	MS (kg)	MB (kg)	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)
Apports ration de base	Foin de vesce avoine Et Foin de luzerne	90	13,63	15,14	9,65	1024,98	1215,79
Concentré 1	orge sec (tichedrett)	91,5	5,96	6,51	4,3	400,02	259,02
Concentré 2	Orge sec Et Pulpe d'agrume	90,4	4,02	5,97	4,3	400,02	329,404

Les apports de la ration de base sont de 9 ,65 UFL en énergie, 1024,98 g de PDIE et 1215,79 g de PDIN, ces derniers ne permet d'atteindre le niveau souhaité.

Lors de la première équilibrage nous avons ajoutée 2,63 KG ms d'orge sec équivalent de 30,42% de concentré entraînant un excès de 49,81 g de PDI.

Dans la deuxième équilibrage avec 22,78% de concentré dont nous avons incorporée 2,63 kg ms d'orge sec et 1,39 Kg ms de pulpe d'agrume déshydraté, l'excès de PDIN est de 120,19 g de pdi.

Ces résultats sont illustrés dans les graphiques dans les figures (12) et (13) ci-dessous :

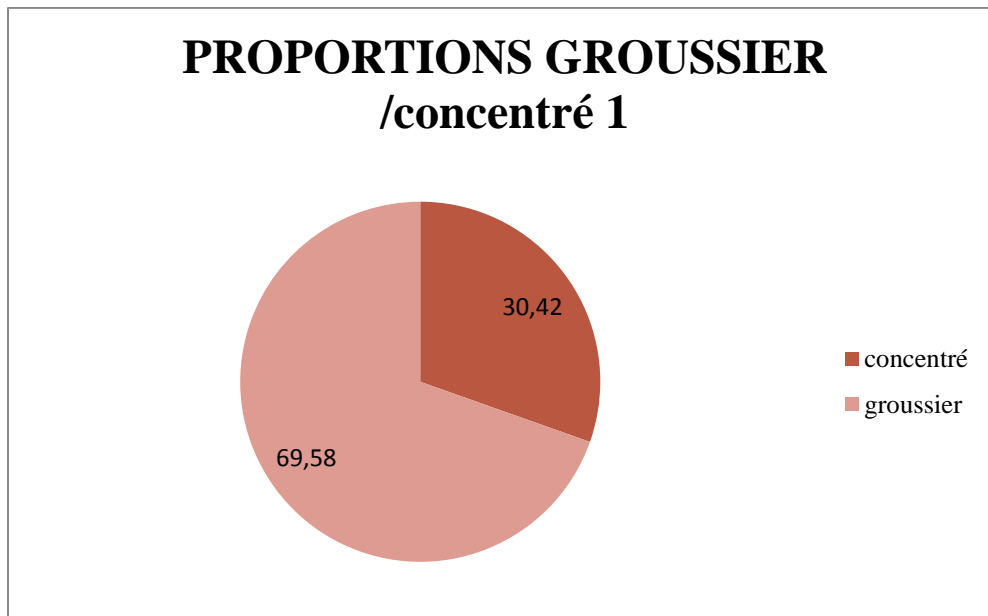


Figure 12 : Proportions de concentre dans la première équilibration pour la 4eme rations.

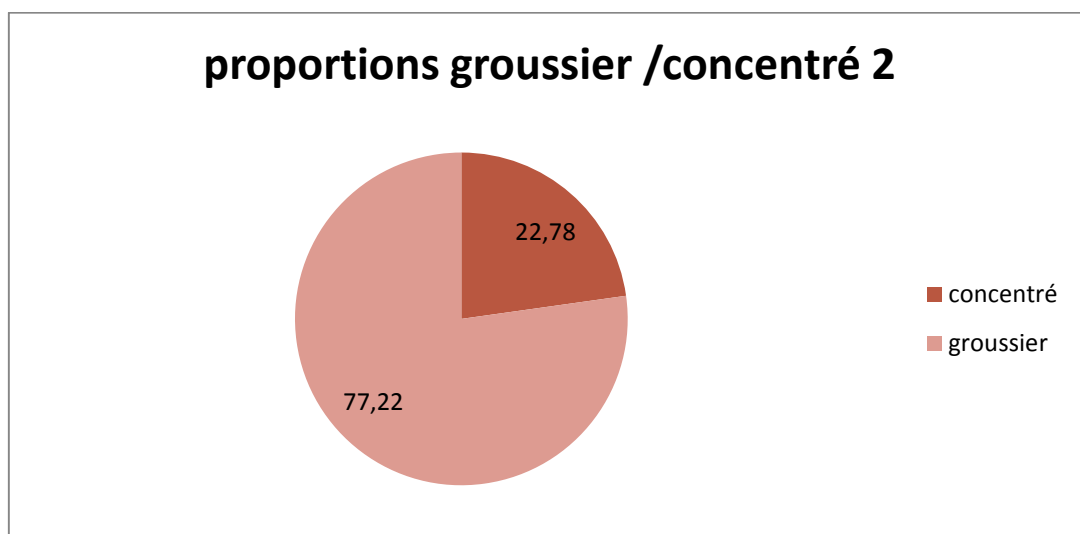


Figure 13 : Proportion de concentre dans la 2eme équilibration pour la 4ème rations

Le remplacement d'ensilage mais par le foin de luzerne ne modifie pas l'ingestion génère une baisse notable des valeurs énergétique (Brunschwig et al 2005).

Ce défaut de teneur en énergie est corrigé par l'incorporation de la pulpe d'agrumes sous-produit de fibre non fourragère.

Lors de l'association d'orge et de pulpe d'agrumes y a une petite diminution de taux de concentré, par rapport au premier équilibrage à base d'orge sec seulement.

Cette combinaison a permis de fournir l'énergie et les éléments nutritifs nécessaires.

Ration 5

La ration de base est composée de 50% foin luzerne, 25% Ray Gras, 15% pulpe d'agrumes et 10% GO.

Pour laquelle nous avons ajouté 16,48 % de concentré qui est dans cette ration le tourteau de tournesol.

Les apports et quantités mentionnés dans le tableau (13) et graphé dans la figure (14) ci-dessous :

Tableau 14 : les apports nutritifs de la cinquième ration formulée :

	Matière première	MS (Kg)	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)	MS (%)	MB (kg)
Apport ration de base	Foin luzerne Foin ray gras Pulpe d'agrumes Grignon d'olive	16,06	12,49	1216,38	1229,39	87	18,46
Concentrée	tourteaux de tournesol	3,17	1,46	208,62	479,57	88,7	3,57

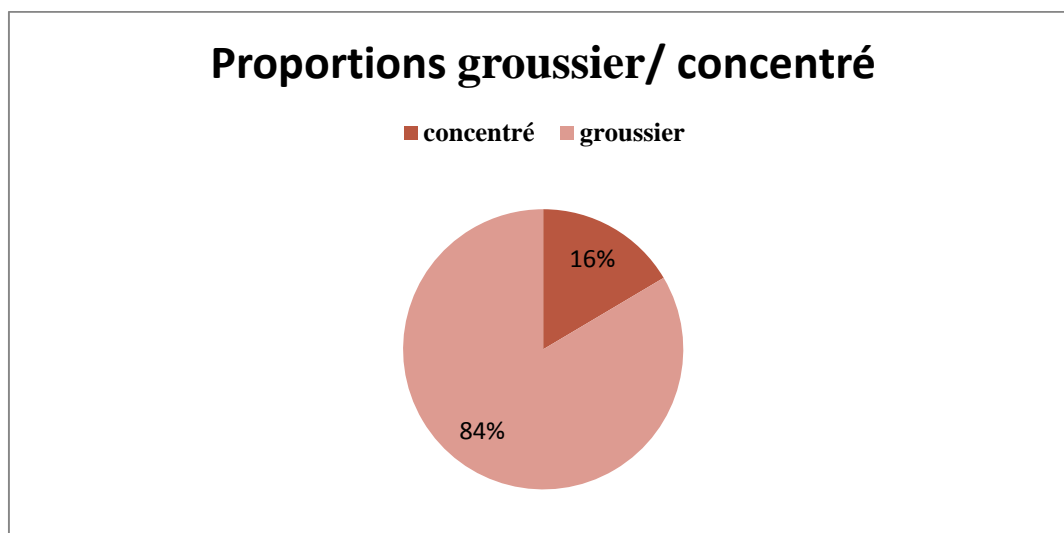


Figure 14 : proportion de concentré dans la 5ème ration formulé

Cette ration est basée sur un mélange judicieux de plusieurs ingrédients, chacun contribue à la satisfaction des besoins nutritionnels spécifique des vaches laitières

Le ray gras offre une source complémentaire de fibres ainsi qu'une variété de nutriments essentiels. Son inclusion dans la ration ajoute la diversité nutritionnelle, Comme est parmi les matières premières les plus disponibles au niveau régionale.

Pulpe d'agrumes et Grignon d'olive deux produits agro-industriels qui occupent 25% de la ration totale

Le choix du tourteau de tournesol comme concentré principal est intéressant car il fournit des protéines de haute qualité et de l'énergie. Cependant, il est important de noter que la proportion de concentré est relativement élevée dans cette ration (16,48), avec un excès de 283,96 g de pdi en PDIN.

Cette proportion est justifiée par le fait que la ration est principalement composée de foin, ce qui nécessite un apport de concentré pour répondre aux besoins énergétiques et protéiques des vaches et atteindre l'objectif de production laitière.

Ration 6

La ration de base est composée de 40% foin luzerne, 30 % foin dactyle et 30% foin de sula. Pour laquelle nous avons ajouté une quantité de 3,7 kg de MS de concentré composé de 2,87 KG MS de pulpe d'agrumes et 0,83 KG MS de tourteaux de tournesol, dont les apports mentionnés dans le tableau (14) et graphé dans la figure (15) ci-dessous :

Tableau 15 : les apports nutritifs de la sixième ration formulé.

	Aliments	MS %	MS (kg)	MB (kg)	UFL	PDIE (g pdi)	PDIN (g pdi)
Apport de la ration de base	Foin Sulla	88,02	13,63	15,48	10,02	1090,56	1137,15
	Foin dactyle						
	Foin luzerne						
Concentré	Pulpe d'agrumes Tourteau de tournesol	87,99	3,7	4,21	3,93	334,44	323,18

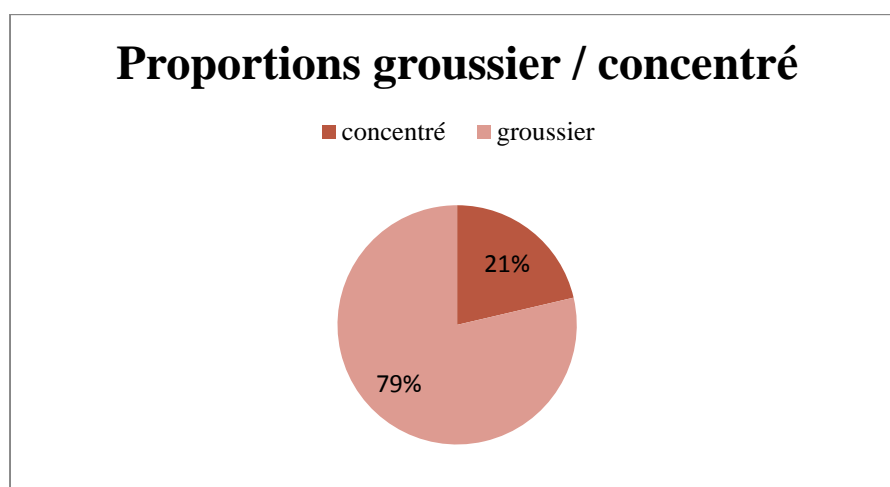


Figure 15 : Proportions de concentré dans la 6ème ration formulé.

Inclusion de foin de Sulla dans la ration est une décision stratégique pour diversifier les sources de fourrage. Le foin de Sulla est réputé pour sa richesse nutritionnelle, il contribue à fournir une source de protéine de qualité de fibres et d'énergie.

Le foin de dactyle ajoute des fibres et de l'énergie au foin de luzerne qui est le composant majeurs de la ration pour sa valeur nutritive élevé.

Cette combinaison légumineuse, graminée peut améliorer l'efficacité alimentaire des vaches laitières.

Et pour maintenir l'équilibre énergétique de la ration nous avons incorporé la pulpe d'agrumes et le tourteau de tournesol fournissent des protéines et énergies manquantes pour atteindre l'objectif.

III. Discussion générale :

Dans le cadre de la formulation de ration sèche et semi sèche adaptée au besoin de vache laitière, il est essentiel de considérer l'équilibre entre les valeurs nutritives des rations et l'objectif de production laitière souhaités.

L'un des éléments clés de notre stratégie de formulation a été le choix du troupeau de vache de race Montbéliarde, qui est la race la plus abondante en Algérie

Selon Kadi et al, 2007 les vaches de race Montbéliarde semblent mieux adaptées aux conditions d'élevage dans la région de TIZI OUZOU et c'est la plus préférée par les éleveurs.

Des choix déterminants ont été effectués. D'une part, les cultures fourragères locales et d'autre part des exigences nutritionnelles spécifiques ont été intégrées pour garantir l'élaboration des rations sèches équilibrées avec une possibilité d'être conservées.

Selon les résultats d'une étude de la situation d'élevages bovins laitiers dans la région de TIZI OUZOU les fourrages les plus cultivés dans la région sont : sorgho en grande quantité ensuite le blé, ray gras, sainfoin, orge, luzerne et l'avoine (Ghomras, 2022).

Selon Kadi, 2007 le sorgho est le plus cultivé pour une utilisation en vert et la vesce avoine pour une utilisation sous forme foin (Kadi, 2007).

Les valeurs nutritionnelles des foin utilisés se caractérisent souvent par leurs faibles valeurs nutritionnelles, cela revient dans la plupart des cas à la mauvaise gestion de la fanaison et une mauvaise conservation des foin (Kadi, 2007) ce qui présente un défi majeur pour satisfaire les besoins alimentaires des vaches laitières. Cette faible valeur nutritive peut entraîner des carences nutritionnelles si elle n'est pas correctement gérée.

Face à ce défi l'incorporation du concentré est une démarche nécessaire. Bien que cette démarche puisse entraîner des coûts supplémentaires, elle demeure un élément clé pour la réussite de ce type de rations qui conduit à faire consommer plus de 50% de concentré parfois, cependant cette approche comporte des inconvénients, notamment des coûts élevés.

Pour réduire la part de concentré dans les rations nous avons fait appel à des sous-produits agro-industriels tels que le grignon d'olive, la pulpe d'agrumes, son de blé et le

tourteau de tournesol tout en respectant leurs taux d'incorporation qui ont démontré leurs utilité en améliorant la valeur nutritionnelle.

Comme impact environnemental l'utilisation de ses sous-produits est un moyen efficace de diminuer la production de déchets comme est mentionner dans le cas d'utilisation de la pulpe d'agrumes (Beccali et al, 2010).

Nous avons également incorporé d'autres ressources alternatives, telles que le foin de sulla et l'orge locale ce qui a permis de réduire la dépendance aux concentrés coûteux et pour faire face à l'insuffisance de l'offre fourragères qui représente un frein au développement de la production laitière dans la région de Tizi-Ouzou (Kadi, 2007).

Un aspect essentiel de notre étude réside dans la prise en compte minutieuse des éléments minéraux, notamment le calcium et le phosphore, qui joue un rôle critique dans la nutrition des vaches laitières.

Cependant, il est important de noter que notre analyse a été confrontée à un défi majeur qui est la disponibilité limitée de ces données nutritionnelles spécifiques pour les ressources locales a rendu impossible une évaluation précise de la contribution de ces minéraux essentiels à nos rations.

La disponibilité limitée de ces données nutritionnelles spécifiques pour les ressources locales a rendu impossible une évaluation précise de la contribution de ces minéraux essentiels à nos rations. Par conséquent nous avons dû nous appuyer sur des valeurs de références générales, ce qui peut entraîner une certaine incertitude dans nos calculs nutritionnels.

Bien que nous avons élaboré des rations équilibrées en termes de protéines, d'énergie et de fibre à partir de nos ressources locales.

Il est essentiel de souligner et de démontrer que la consommation hydrique pour les rations sèche est de 20 à 30% supérieure à celle des rations à base d'ensilage.

En fin de compte, cette lacune souligne l'importance d'une collecte de données nutritionnelles plus approfondie sur les matières premières locales, afin de soutenir davantage le développement de rations adaptées aux besoins spécifiques des vaches laitières en Algérie. Lors de l'application pratique de ces rations, il est impératif de mettre en place une surveillance attentive pour garantir que les vaches reçoivent les niveaux adéquats de calcium et de phosphore essentiels à leur santé et à leurs performances laitières. En outre, envisager l'utilisation d'une pierre à lécher peut s'avérer judicieux pour permettre aux vaches d'ajuster leur apport en minéraux selon leurs besoins individuels.

Conclusion générale

Cette étude approfondie a exploré la formulation de rations sèches et semi-sèche pour les vaches laitières en Algérie, mettant l'accent sur l'utilisation efficace des ressources locales.

Nous avons pris en compte la disponibilité de l'ensilage maïs, foin luzerne, ray gras, d'orge de la vesce-avoine et du foin de Sulla, tous des éléments clés de nos rations. L'incorporation réfléchie de sous-produits agro-industriels tels que les grignons d'olives et la pulpe d'agrumes montre notre engagement à réduire les coûts tout en maintenant la qualité nutritionnelle.

Le grignon d'olive, en particulier, présent en grande quantité et pouvant jusqu'à 30% de l'apport total, contribue de manière significative à la réduction des coûts de l'alimentation.

Cette utilisation judicieuse de sous-produits alimentaire offre un double avantage : d'une part, elle optimise les ressources locales qui autrement pourraient être gaspillées, et d'autre part, elle favorise la préservation de l'environnement en évitant le rejet de ces matières dans la nature.

Les proportions importantes de concentré dans nos rations sèches s'expliquent par la composition principalement basé sur les foins. Cette concentration est nécessaire pour répondre aux besoins nutritionnels des vaches et pour atteindre notre objectif de formulation, à savoir une production de 20 litre par jours et par vache.

En fin, cette étude contribue à la promotion de pratiques agricoles responsables en Algérie, mettant en valeur les ressources locales pour soutenir la production laitière. L'utilisation d'ingrédients locaux, l'attention portée à la nutrition des vaches, et la réduction des coûts grâce à l'intégration de sous-produits agro-industrielles sont des étapes essentielles vers une industrie laitières plus durable et prospère dans notre région.

Références bibliographiques

A

- **Agabriel J. (2007).** Alimentations des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux, Valeurs des aliments, Table Inra 2007, Edition Quae
- **Agabriel J., PomièsD., Nozières, M O., Faverdin P. (2007).** Principes de rationnement des ruminants. *In* : INRA, Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Quae, Paris : 9-22.
- **Aguilera J.F., Molina E., Colomen, Colmenero E., Gil F et Rodriguez D. (1986).** Valorisation nutritive d'un griignon d'olive traite a la soude. *In Annales de zootechnie* (vol.35, No.pp.205-218).
- **AmokranS. (2010).** Etudedes prétraitements microbiologiques des résidus agro-alimentaire lignocellulosiques en vue de leur valorisation en alimentation animale. Mémoire magistère Université de Constantine.
- **Annen E.L., Collier R.J., McGuire M.A et ViciniJ.L. (2004).** Effects of dry period lengthonmilkyield and mammary epithelial cells. *J DairySci.* V.87, Esuppl : E66-76.
- **ArboucheH.S., ArboucheY., ArboucheF et Arbouche R. (2008).** Valeurs nutritifs de quelque varietés d'orge pour l'alimentation des ruminants : Centre Universitaire d'EL-Tarf. Algérie.
- **Arthington J.D., Kunkle W. E et Martin A.M. (2002).** Citrus pulp for cattle.*Vet. Clin. Food anim.*18 :317-326
- **Assis A.J., Campos J.M.S., Filho S., Queiroz A.C., Lana R., Euclides R.F., Neto J.MMagalhaes. (2004).**Citus pulp in diets for milking cows. *Milk production and composition.* Bras zootech .33(1):251257
- **Aberkane K. (1990).** Valorisation alimentaire du grignon d'olive chez les ruminants. Mémoire d'Ingénieur Agro INA El Harrach
- **Anonyme. (2001).** Utilisation des grignons d'olives dans l'alimentation Animale. ETELV. Algérie.

B

- **Beddahafsia. (2018).** Coures élevages des ruminants l3 production animale, p5
- **Boujenane I. (2010).** La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations Instituts Agronomique et Vétérinaire Hassan II L'espace vétérinaire N°92 Mai-Juin 2010.

Références bibliographiques

- **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.
- **Boudon A., Khelil H., Ménard J.L., Brunshwing P et Faverdin P. (2013).** Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitiers : déterminisme physiologique et quantification. *INRA production animal*, 26(3) ,249-262.
- **BOUMADA. (2019).** Cours ÉLEVAGE BOVIN ; *Université Kasdi Merbah-Ouargla*, p2
- **Boessinger M., HUG H., VERILA, WYSS, U. (2005).** Les drêches de brasserie, un aliment protéique intéressant, Publication revue UFA, (Avril/2005) ; Diffusion Union Suisse des brasseurs
- **Boudouma D. (2008).** Valorisation du son de blé en alimentation des volailles. *Thèse de doctorat en production animales.*
- **Bouharoud R. (2007).** Inventaire, quantification et utilisation potentielle des sous-produits agro-industriels chez les ruminants en Algérie.
- **Bossis N., Gauthier P., Bessonnet S., Roué A., Bossis C., Poupin B., Car L. *Let al.* (2017).** Exploitation caprines, Système ration sèche, Dominantes foins de légumineuses. Repère technique et économiques 2015 /2016. Chambre d'Agriculture – Charente <https://charente.chambre-agriculture.fr> PDF Exploitations caprines, Système "Ration sèche, dominante foin de ...
- **BedelF. (2007).** Kempen. Système : un nouveau système d'alimentation pour une production laitière durable. Recueil de Journées Nationales des GTV 2007 : 981-990.
- **BeccaliM., Cellura M., Ludicello M et Mistretta M. (2009).** Ressource consumption and environmental impact of the agrofood sector. Life cycle assensment of Italian citrus-based product. *Environmental Management* .43(4):707-724.
- **Bencherchali M, Houmani M.** Caractéristiques chimique et digestible in vitro de quelques sous-produits agro-industriels. Effet de la complémentation à base de sous-produit sur la valeur alimentaire de la paille de blé dur.
- **Bencherchali M A. (2018).** Valorisations des espèces fourragères spontanées de la région centre de l'Algérie Dans l'alimentation des animaux.

C

- **CUVELIER C., HORNICK J. L., BECKERS Y., FROIDMONT E., KNAPP E., ISTASSE, L et DUFRASNE I. (2010).** L'alimentation de la vache laitière physiologie et besoins. *Liège : Centre Wallon de Recherches Agronomiques*
- **Chilliard Y., Remond B., Sauvant D., Vermorel M., (1983).** Particularité du métabolisme énergétique. In : Particularité nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A (53) 37-64
- **Craplet C., Thibier M., Duplan J.M. (1973).** La vache laitière. Edition Vigot Frère. Paris.726p.
- **ChesworthD. (1996).** L'alimentation des ruminants. Edition Maison neuve et larousse.263p.
- **Chilliard Y., Remond B., Sauvant D., Vermorel M. (1983).** Particularité du métabolisme énergétique. In : Particularité nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A (53) 37-64.
- **Cuvelier C., Hornick J., Beckers Y., Froidmont E., Knapp E., Istasse L., Defrasne I. (2021).**L'alimentation de la vache laitière.Service public de walonie Agriculture, ressources naturelles et environnements. 192. 32 33.
- **CHEHMA A et LONGO H.F. (2001).** Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leurs utilisations en alimentation de bétail. Instituts d'agronomie saharienne, centre universitaire d'Ouargla, 300 Ouargla, Rev. Energ. Ren : production et valorisation – biomasse, (2001), 59-64p
- **Collas L. (2008).** La ration sèche chez la vache laitière : Etude de son impact sur la production laitière et la reproduction (Doctoral Dissertation).

D

- **Dr Djaalab I. (2006).** *Travaux dirigés 2ème A.D.V. Module d'Alimentation.*
- **Dosogne H., Arendt J., Gabriel A., Burvenich C., (2000).** Aspect physiologique de la sécrétion laitière par la mamelle : Bovin. Ann. Med. Vet., 144, 357-382.
- **DUDOUE T. C. (2004).** La production des bovins allaitants. 2ème Ed, France agricole, pp : 212-242.

- **Dufreneix F. (2019).** Variations et estimation de la valeur protéique des sources azotées dans l'alimentation des vaches laitières. Doctoral dissertation, Rennes, Agro campus Ouest
- **Demarquilly C, Faverdin P., Geay Y., Vérité R et Vermorel M. (1996).** Bases rationnelle de l'alimentation des ruminants, *INRA Production Animales*, 9(HS) ,71-80.
- **DOUADI N. (2002)** "Utilisation des drêches de brasserie ensilée dans l'alimentation des Vaches laitières" ETELV Baba Ali. In les actes de l'atelier ; valorisation des sous-produits Agricole et Agro-industriels dans l'alimentation des ruminants. Réunion de comité technique Guelma, Algérie (Juin 2002).
- **Dulphy J, Faverdin Ph. (1987).** L'ingestion alimentaire chez les ruminants : modalités et phénomènes associés. *Reproduction Nutrition Développement*, 27 ,1B, 129-155.
- **Demarquilly C., Andrieu J. (1988).** Les fourrages. *In* : R. Jarrige, Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, Paris : 315-335.

E

- **Enjalbert, F. (2003).** Alimentation de la vache laitière : Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. *Point Vét /n° 23* :40-44.
- **Enjalbert F. (2003).** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. *Le Point Vet.*, 236 : 40-44.
- **Faverdin P., Hoden A., Coulon J.B. (1987).** Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*. 70, P133-152.
- **Faverdin P., Delagarde R., Delaby R., Meschy F. (2007).** Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoins des animaux, valeurs des aliments, Edition Quae, Paris .307p.

G

- **Ghomras C. (2022).** Situation de l'élevage bovin laitier dans la région de Tizi ouzou (mémoire de master. UMMTO.
- **Grummer R.R., Rastan I R.R. (2003).** When should lactating cows reach positive energy balance, *Professional Animal Scientist* 2003 Vol. 19, pp. 197-203.

I

- INRA France.30
- **INRA. (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ouvrage collectif dirigé par

Références bibliographiques

Jarrige, R Ed .INRA Parie France, 476P.

- **INRA. (2004).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des poly gastriques. Edu-cagri, pp : 97-113.
- **INRA. (1988).** Reproduction des mammifères d'élevage. Ed. Paris, 239p.

J

- **Journet M. (1988).** Optimisation des rations. *In* : Jarrige R. Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, Paris : 121-133.
- **Juan M. (2006)** Les rations sèches sont-elles rentables ? Production laitière moderne, (368) :6-22, (369) : 12-30.
- **JARRIGE R. (1995).** Nutrition des ruminants domestiques : ingestion et digestion. Ed INRA
- **JARRIGE R. (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 476p.
- **JEAN-BLAIN C. (2002).** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Ed TEC et DOC. Pp : 110-111-159.
- **Jouany, J.P., 2010.** Mieux comprendre le rumen, un fermenteur multitâche très efficace.

K

- **Kadi S.A. (2007).** Alimentation de la vache laitière : Etude dans quelques élevages d'Algérie. Doctoral dissertation. Université Saad Dahlab de Blida.
- **Kadi S.A., Guermah H., Mouhous A., Djellal F., Berchiche M. (2015).** *Sullaflexuosa (Hedysarum flexuosum)*: an not well-known forage legume of the Mediterranean coast. In: Actas AEL nr. 6. EUCARPIA International Symposium on Protein Crops, V Meeting AEL, Pontevedra, Spain, May 4-7 2015, 127-128.
- **Kadi S.A. (2007).** Alimentation de la vache laitière : Etude dans quelques élevages d'Algérie (Doctorat dissertation, UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA).
- **Kadi S.A., Djellal F et Berchiche M. (2007).** Characterization of feeding practices of the dairy cows in TIZI-OUZOU Area, Algeria. *Livest Res Rural Dev*, 19(4).

L

- **Leng R.A. (1993).** L'application de la biotechnologie à l'alimentation animale dans les paysen développement. university of new England, Australie.

Références bibliographiques

- **Laliaoui K. (1993).** Complémentation de la paille de blé dur avec des sous-produits, sous forme des blocs multi nutritionnels dans l'alimentation des brebis l'entretien, mémoire d'Ingénieur département d'Agronomie Blida.
- **Losq G., Brunschwig P., Dassé B., Gangnat I. (2008).** Les rations sèches : Simplifier et alléger le travail, mais au prix fort. Cap élevage, (22) : 6-8.

M

- **Michelland R. (2009).** Caractérisation moléculaire des procaryotes et facteurs de variation des éco systèmes digestifs chez deux mammifères herbivores : vache/lapin. Thèse de doctorat, Université de Toulouse France.
- **Meschy M.F. (2007).** Alimentation minérale et Vitaminique des ruminants : actualisation des connaissances. INRA PROD. Anim., 20(2) :119-128.
- **Meyer C, Denis J.P. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Editions Quae.
- **Mennane Z., Tada S., Aki I., Faid M., Hassaniou S et Salmaoui S. (2010).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique des grignons d'olive de 26 huileries traditionnelle de la région de benimellal (Maroc). Les technologies de laboratoire (vol.5, N°19).
- **M'hamdi N, Bessadok, A K, Darej C, M'hamd IH, Benlarbi M, Marzougui K. (2017).** Impact de l'utilisation d'une ration totale mixte sur le comportement alimentaire et le bien-être de la vache laitière. Journal of new sciences, Sustainable Livestock Management, 2(2), 31- 37
- **Merdaci L., Chemmam M. (2016).** Evolution comparée des performances de vache laitières Prim'Holsteins et Montbéliardes au Nord-Est Algérien. Livestock Research for Rural Development. Volume 28, Article, 23.
- **Micol D., Hoch T et Agabriel J. (2003).** Besoins protéique et maîtrise des rejets azotés du Bovins producteur de viande. Fourrage ; 174 :231-242.

N

- **Nickel. (1987).** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.

Références bibliographiques

- **Nefzaoui A., Vanbelle M. (1983).** Valorisation des sous-produits de l'olivier dans l'alimentation des ruminants en Tunisie, In (valorisation des sous-produits de l'olivier). Réunion du comité technique, Madrid (Nov 1983), PP37-47

P

- **PRESTON. (1987).** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.
- **PEARCE. (1967). ULYATT, 1973, cités par THIVEND. 1985.** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.
- **Ponter A.A., Guélou K., Duvaux-Ponter C. (2005).** Influence de l'alimentation sur la mortalité embryonnaire. Le Point V et. numéro spécial « Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie » : 100-105.

R

- **Remond B., Kerouanton J., Brocard V. (1997).** Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. INRA Prod. Anim., 10, 301-315
- **Reid. (1984).** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.
- **Russel. (1986).** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.
- **Rouina A.D. (1986).** Intérêt des sous-produits de l'oléiculture en alimentation Animale. collection des cours d'Agronomie
- **Rihani N., Guessous F et Berrami A. (1988).** Utilisation de quelque sous-produit de l'agro-industrie pour l'engraissement des ovins. Hommes terre eaux 18(72) :83-

S

- **Saioud A., Mimi I. E et Berrama épouse Souames Z. (2022).** Evaluation de l'alimentation de la vache laitière par la méthode classique et la méthode OBSALIM : cas d'un élevage laitier dans la wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).

Références bibliographiques

- **Soltner D. (2001).** Zootechnique générale, Tome 1 : La reproduction des animaux d'élevage. Edition Science Et Technique Agricole, 224 p.
- **Sprumont J. (2009).** Alimentation des bovins laitiers. AECF - Haïti, Mai.
- **Sutherland. (1986).** Utilisation digestif et métabolique des aliments, partie I. Science et médecine vétérinaire.
- **Serieys F. (1997).** Le tarissement de la vache laitière. 2^{ème} Ed, 139-143p
- **Sérieys F. (2015).** *Le tarissement des vaches laitières.* France agricole. Paris. AgriProduction, 224p.
- **Savant D., Cantalapiedra-hijar G., Delaby L., Daniel J B., Feverdin Ph et Noziere P. (2020).** Actualisation des besoins protéiques des ruminants et détermination des réponses des femelles laitières aux apports de protéines digestibles dans l'intestin.
- **Schlegel Pet Kessler J. (2015).** Minéraux et vitamines. Apports alimentaires recommandés pour les ruminants (livre vert), chapitre, 4.
- **Sauvant D., Cantalapiedra-Hijar G., Delaby L., Daniel J.B., Faverdin P et Noziere P. (2015).** Actualisation des besoins protéiques des ruminants et détermination des réponses des femelles laitières aux apports de protéines digestibles dans l'intestin. *INRA Productions Animales*, 28(5), 347-368.
- **Sansoucy R. (1991).** Problèmes généraux de l'utilisation des sous-produits agroindustriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne. Option méditerranéenne, série séminaire n°16-PP75-79.
- **Savoie P et Tremblay G.F. (1998).** La conservation des aliments ensilés et leur effet sur les ruminants. In *Conférence présentée au congrès du bœuf (CPAQ)*

V

- **Vérité R., Michalet-Doreau B., Chapoutot P., Peyraud J.L et Poncet C. (1987).** Révision du système des protéines Digestible dans l'intestin (PDI), Bull .Techn. CRZV Theix, 70 ,19 34.
- **Valoriscop. (2001).**

W

- **Wattiaux M.A et Homan E.J. (1996).** Lactation et récolte du lait. Guide technique laitier. Essentiels Laitiers-Nutrition et Alimentation. Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier. Programme International d'Agriculture. Université du Wisconsin à Madison, USA.
- **Wolter R. (1997).** Alimentation de la vache laitière 3ème édition Edition France Agricole, Paris, p311. INRA 1988.
- **Wolter R. (1997).** Alimentation de la vache laitière. France Agricole, Paris, 209p
- **Walter S. (2001).** Aliments concentrés en protéines dans l'alimentation du bovins". Cours SRVA n ° 906 (2001).

Z

- **Zaïdi F. (1983).** Valorisation alimentaire des grignons d'olive chez les ruminants Mémoire de magistère INA El Harrach.
- **Zirmi-Zembri N. (2021).** Caractérisation d'*Hédysarum felxuosum* pour son utilisation en alimentation animale. Doctoral dissertation. Université Mouloud MAMMERI TIZI-OUZOU.
- **Zembri-Zirmi N. (2015).** Valeurs nutritifs des ressources fourragères utilisées en ALGERIE (Doctoral Dissertation, Université Mouloud Mammeri

Références web :

- Bicarbonate/Comprendre%20le%20RUMEN%20%20par%20%20JP%20Jouany%20%20INRA%202011%20%20Solvay.pdf
- http://www.cetiom.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/PDF_fiches_TK/to_tourteaux.pdf
- <http://www.codeart.org>
- <http://www.solvaysites.com/sites/solvaychemicals/SiteCollectionDocuments/Sodium>

Résumé

Ce mémoire se concentre sur la formulation de rations sèches et semi-sèches pour les vaches laitières en Algérie, en utilisant des ressources locales. Il vise à promouvoir une alimentation plus durable pour ces animaux tout en relevant les défis liés à la disponibilité des données nutritionnelles spécifiques à la région.

L'étude commence par explorer les particularités digestives des vaches laitières, leurs besoins nutritionnels et leur production laitière. Ensuite, elle se penche sur l'utilisation de ressources alternatives, notamment les sous-produits agro-industriels tels que les grignons d'olives et la pulpe d'agrumes, ainsi que d'autres ressources locales comme la légumineuse Sulla.

Le mémoire met également en lumière les rations sèches, en définissant leur concept, exposant leur intérêt, et détaillant les composants nécessaires pour leur formulation. Une formulation manuelle des rations a été entreprise malgré les défis liés au manque de données nutritionnelles locales.

Finalement, cette étude cherche à améliorer l'industrie laitière en Algérie en tirant parti des ressources locales pour créer des rations alimentaires nutritionnellement équilibrées pour les vaches laitières. Elle souligne également la nécessité de développer davantage les données nutritionnelles locales pour soutenir de telles initiatives. Ce mémoire représente ainsi une contribution significative à la production laitière durable dans la région.

Abstract

This thesis focuses on the formulation of dry and semi-dry rations for dairy cows in Algeria, using local resources. It aims to promote a more sustainable diet for these animals while addressing challenges related to the availability of region-specific nutritional data.

The study begins by exploring the digestive characteristics of dairy cows, their milk production. Secondly; it looks at the use of alternative resources, including agro-industrial by products such as olive pomace and citrus pulp, as well as other local resources like Sulla pulses.

The brief also highlights dry rations, defining their concept, explaining their value, and detailing the components needed for their formulation. Manual formulation of rations was undertaken despite challenges related to the lack of local nutritional data.

Ultimately, this study seeks to improve the dairy industry in Algeria by leveraging local resources to create nutritionally balanced food rations for dairy cows. It also stresses the need to further develop local nutrition data to support such initiatives. The report thus represents a significant contribution to sustainable milk production in the region.

Abstract

This thesis focuses on the formulation of dry and semi-dry rations for dairy cows in Algeria, using local resources. It aims to promote a more sustainable diet for these animals while addressing challenges related to the availability of region-specific nutritional data.

The study begins by exploring the digestive characteristics of dairy cows, their milk production. Secondly; it looks at the use of alternative resources, including agro-industrial by products such as olive pomade and citrus pulp, as well as other local resources like Sulla pulses.

The brief also highlights dry rations, defining their concept, explaining their value, and detailing the components needed for their formulation. Manual formulation of rations was undertaken despite challenges related to the lack of local nutritional data.

Ultimately, this study seeks to improve the dairy industry in Algeria by leveraging local resources to create nutritionally balanced food rations for dairy cows. It also stresses the need to further develop local nutrition data to support such initiatives. The report thus represents a significant contribution to sustainable milk production in the region.