

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN - TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE

SOUS LE THEME

LA PART DE L'ALIMENTATION DANS LE
DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE LAIT
(CAS DE LA REGION DE TIARET)

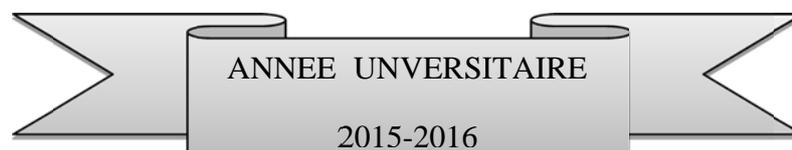
PRESENTE PAR :

Balli Rahma.

Bekhti Fatna.

ENCADRE PAR :

DR. Louacini Brahim kamal





Remerciement

Allah le bénéfique soit loué et qu'il nous guide sur la bonne
voie.

Ainsi Nous remercions Notre Encadreur **D.r Louacini
Brahim Kamel** pour tous ses conseils et ses orientations pour la
réalisation de ce travail, avec mon Hommages respectueux à son
égard.

Nous remercions ceux qui nous ont aidé et témoigner leurs
sympathie



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude :

***A** ma Mère qui m'a tant soutenue avec ses prières et qui m'a toujours encouragé.*

***A** mon Père, pour son soutien durant toute la période de mes études.*

***A** mes frères ; Aouni et Bendida*

***A** Ma sœur Mokhtaria, son époux et leur petit enfant Med Amine*

***A** ma sœur khadoura.»*

***A** toute la famille,*

«BEKHTI»

***A mes très chères :** Wafa , Djihade ,Nour , Fatna ,Amina , Wahiba et Rahma.*

Enfin: A tous ceux que j'ai oubliés, qu'ils m'en excusent

Bekhti.F.



Dédicaces

A la mémoire de ma très chère mère

A mon père pour son dévouement à mon égard.

A mes frère Abderahmane et Ahmed

A mes sœurs, Fatiha, Fatima, Latifa

A ma très chère sœur Aicha, son mari Ramdane

A toute la famille

Balli et Herzni

A mes oncles :

Hadj Mohamed ,sa femme et leurs enfants

Abderahmane ,sa femme et leurs enfants

Al Hadj Ramdane , sa femme et leurs enfants

A mes camarade, Wahiba , Karima et Fatna

A mon amie Djelloul

Enfin: A tous ceux que j'ai oubliés, qu'ils m'en excusent

Balli Rahma

Table de matière

Remerciement.

Dédicace.

Table de matière.

Listes des tableaux, figures et photo

Liste Abréviation.

Introduction.

Partie Bibliographique

Chapitre I : Aperçue sur l'élevage bovin

I.1 Effectif bovin dans le monde	2
I.2. Les principales races rencontrées en Algérie	2
I.3. Les modes d'élevage en Algérie	3
I-3.1. le système extensif	3
I-3.2. Le système intensif	3
I.4. Aperçu sur la physiologie de la digestion	3
I.5 Les parties fonctionnelles	4
I .5.1 Reticulo-rumen	4
I.5.2 Omasum (le feuillet)	5
I.5.3 Abomasum (la caillette)	5
I.5.4 Le petit intestin	6
I.5.5 Le gros intestin	6
I.6. Processus de digestion	6
I.6.1. Les sites de digestion	6

Chapitre II : Les aliment

I.7. Les aliments et leur utilisation en production laitière	8
I.7.1 Les fourrages	8
I.7.1.1 Les fourrages verts	8
A. Stade cycle de végétation et qualité de l'herbe	9
B. La date de coupe	9
I.7.2. Performances des vaches laitières au pâturage	10

Table de matière

1.7.2.1. L'effet de l'apport de fourrages	10
1.7.2.1 .L'effet de l'apport de concentré	11
I.7.3 Les ensilages	12
A. L'ensilage d'herbe	12
B. L'ensilage de maïs	13
1.7.4. Les fourrages secs	13
1.7.4.1. Le foin	13
1.7.4.2. La paille.....	14
1.7.4.3. Les racines et tubercules, et leurs dérivés	14
Les betteraves et leurs dérivés.....	14
I.8. Les concentrés.....	15
1.8.1. Les graines de protéagineux et d'oléagineux	16
A. Les protéagineux	16
B. Les oléagineux.....	17
C. Les tourteaux	18
1.9. Les mélanges minéraux vitaminés	19

Chapitre III : les rations

1.10. Le calcul de la ration	21
1.10.1 Le principe de rationnement.....	21
1.10.1.2. Les principales formules de base pour le rationnement	22
1.10.3. .Le principe de rationnement en début de lactation	23
1.10.4. Mécanismes de régulation de l'ingestion propres aux ruminants	24
1.10.5. Facteur dépendant de la ration de base.....	26
1.10.6. Encombrement du concentré	26
1.10.7. Les phases critiques du rationnement.....	27
A. Rationnement en début de lactation	27
Début de lactation.....	29

Table de matière

milieu de lactation	31
Fin de la lactation	32
B. Rationnement en période de tarissement	33
C. Transition entre la période tarissement et le début de lactation	33
D. Niveau énergétique et performances de reproduction	34
 Chapitre IV : les pathologies lies aux les carences alimentaire	
I.11. Les pathologies lies aux carences alimentaires et les maladies métaboliques.....	35
I.11.1. Les Météorisations	35
A. Traitement	35
B .Prophylaxie.....	35
I.11. 2 L'Acidose du Rumen	35
A. Traitement.....	36
B. Prophylaxie.....	36
I.11.3. L'acétonémie des vache laitière.....	36
A Traitement	36
B .Prophylaxie.....	36
I.11.4 L'alcalose	37
A. Traitement	37
B Prophylaxie.....	37
I.11.5.La Tétanie	37
A. Traitement	37
B. Prophylaxie.....	37
I.11.6 La fièvre du Lait.....	37
A . Traitement	37
B .Prophylaxie.....	37
I.11.7 La Diarrhée nutritionnelle des adultes	38
I.11.8. Carences en minéraux	38

Table de matière

I.11.8.1. Le phosphore.....	39
I.11.8.2. Le calcium.....	39
I.11 .8. 3. Magnésium.....	40
I.11.9 Oligo-élément	40
I.11.10.Les carences en vitamines.....	42

Partie Expérimentale

II.1 Objectifs.....	44
II.2 Schéma expérimental	44
Il comprend	44
II.3 Matériel et méthodes	44
II.3.1. Matériel.....	44
II. 3-1-1 L’habitat	44
II.3.1.2 Climat	44
II.3-1-3. Production agricole	44
II.3.2. Méthodes :	45
II.3-2-1. L’alimentation.....	45
II.3-2-2 Les besoins en eau	45
II.3-2-3. La saillie	45
II.4. Résultats et discussion	45
III. étude comparée de deux systèmes de production laitière.	52
➤ Ferme expérimentale de l’université IBN KHALDOUN	52
➤ Ferme HADIDI	52
III.1-Ferme expérimentale.....	52
III.3.2. La ferme HADIDI	55
III.3.3. Estimation du prix du kg de lait	57

Conclusion.

Références de partie bibliographique.

Résumé.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

BIBLIOGRAPHIE:

LES FIGURES :

Figure 1 : Vue générale du coté gauche du réticulo-rumen d'une vache: Les organes qui se trouvent du coté droit de la vache (le feuillet et la caillette) sont dessinés en pointillés	4
Figure 2: Vue générale de la fermentation et digestion des aliments par la vache laitière	7
Figure 3 : Evolution des teneurs en MAT (%), cellulose (%), digestibilité (%) et énergie (VEM/kg de MS) dans les ensilages et les foins, (Crémer et al, 2012)	10
Figure 4 : principe de rationnement d'une vache laitière.....	21
Figure 5 : Courbe de lactation (d'après Ramaherijaona, 1987 rapporté par Meyer et Denis,1999)	29
Figure 6 : Evolution de la production et de la composition du lait, de la capacité d'ingestion ..	31

LES TABLEAUX:

Tableau 1 : Races à viandes et races à lait (DOCUMENT INTERNET ; 2004)	2
Tableau 2 : L'effectif bovin en Algérie 2010-2011 (source ministère d'agriculture)	3
Tableau 3 : Tableau 3 : La structure d'élevage en Algérie. (Statistique ministère de l'agriculture ; Avril 2010)	3
Tableau 4 : Tableau 4 : Caractéristiques de l'herbe selon le stade de végétation.....	9
Tableau5: Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'herbe nécessaires pour satisfaire les besoins d'une vache laitière (adapté de Decruyenaere et Belge, 2006)	10
Tableau 6 : Critères d'évaluation sensorielle de la qualité d'un ensilage par l'éleveur.....	12
Tableau 7 : Apports énergétiques et protéiques recommandés.....	22
Tableau 8: recommandations nutritionnelles au kg de MS consommée.....	24

Les photos :

Photo1 : Prairie riche en légumineuses	8
Photo2 : Betteraves fourragères	15
Photo3: Quelques céréales utilisées en rations pour vaches laitières	16
Photo4 : champ de pois protéagineux.....	18

Tables des illustrations :

Partie expérimentale

Les tableaux :

Tableau 1: Production laitière wilaya par jour en Kg de lait période (2005- 2014)	45
Tableau2 : production laitière par vache et par producteur.....	47
Tableau3 : production laitière par jour et par wilaya (source ITE).....	48
Tableau4 : Quantité distribuée, valeurs nutritives en Kg brut et par période	49
Tableau5 : superficie et production fourragère en quintaux période (2005- 2014)	50
Tableau6 : Quantité distribuée, valeurs en Kg brut et par période	51
Tableau7 : Ration totale de l'année 2014-2015 par mois	52
Tableau8 : Récapitulatif production laitière 2014-2015	52
Tableau9: Quantité d'aliment distribuée en Kg brut et par jour	54
Tableau 10: Récapitulatif des apports alimentaires	54
Tableau11 : Récapitulatif production laitière par mois année 2014-2015	54

Les figures :

Figure1 : production laitière par wilaya par an	45
Figure2 : effectif de vache laitière.....	46
Figure3 : production laitière par producteur par vache et par an	47
Figure 4 : nombre de producteur par an	47
Figure5 : production laitière par wilaya en Algérie	48
Figure6: Calendrier Fourrager.....	49
Figure7 : Comparaison entre la production permise par la ration et la production signalée à la ferme.....	53
Figure 8 : Courbe de la production laitière par mois année 2014	55

LISTES DES ABBREVIATION :

AA : Acide Aminé

BLA : Bovins laitiers amélioré.

BLL : Bovin laitiers local.

BLM : bovin laitiers modern.

DVE : Darmverteebaar eiwit.

DSA : Direction des statistiques agricoles.

IA : Insémination artificiel.

Kg/V/J : kilogramme par vache par jour.

MG : Matières grasses.

MAT : Matières azotées total.

MS : Matières sèches.

TB : Taux butyreux.

TP : Taux protéiques.

PDI : Protéine digestible dans l'intestin.

PL : Production laitière.

PM : production maximal.

PI : Production initiale.

PV : poids vif.

UFL : Unité fourragère lait.

PDIE : Protéine digestible dans l'intestin permis par l'énergie.

PDIN : protéine digestible dans l'intestin permis par l'azote.

VL : vache laitier.

VEM : Vaeder eenheide vaar melk

Introduction

Introduction

Introduction

L'élevage laitier algérien n'arrive toujours pas à atteindre un niveau satisfaisant et la production journalière de lait demeure faible 7.45 Kg lait/j pour toutes les catégories BLM (bovins laitiers modernes), (BLA : bovins laitiers améliorés) BLL (bovins laitiers local). Cas de la wilaya de Tiaret

La production laitière, des pays développés et celles des pays en voie de développement est de 72.4kg de lait /personne contre 36.4Kg de lait/ personne en Afrique.

En Algérie la consommation est égale à 110 Kg / hab / an contre: 65au Maroc, 85en Tunisie, et 35dans pays de l'Afrique sub-saharienne. Pour faire face à la faiblesse de la productivité laitière et afin d'assurer la couverture de cette demande croissante, l'Algérie a dû développer : l'industrie de transformation et les importations. C'est est le 1^{er} importateur de lait en poudre écrémé avec 18 000 T /an devançant l'Indonésie (13 000), l'Egypte (11 000) et la Thaïlande (9 000) (Berger et al. 2004). La mise en œuvre de telles politiques n'a été possible que grâce à la rente pétrolière qui a permis à l'état de faire face à des dépenses croissantes pour assurer:

les importations et -le soutien des prix (25 DA le litre au lieu de 50),

Ne rentrons pas dans la complexité de la filière lait Nous avons délibérément pris un point essentiel : l'alimentation qui est la clé de réussite de tout élevage .L'établissement d'une alimentation rationnelle consiste à déterminer la nature le nombre et la quantité des aliments des aliments qui vont permettre de couvrir les différents besoins énergétique , azotée, minéral et vitaminique le plus exactement possibles en tenant compte des contraintes techniques et économiques de l'exploitation laitière . Actuellement le zootechnicien et le vétérinaire se trouvent confronter à prendre en charge une production à haut potentiel, produit de l'interaction .Génétique x alimentation x management.

C'est dans ce contexte qu'une démarche expérimentale a été entreprise, il en ressort de cette démarche 2 objectifs :

Le premier objectif consiste en une analyse de la production laitière durant une décennie (2005 à 20014) ; production à l'échelle wilaya de Tiaret et à l'échelle producteur :

Le deuxième objectif consiste à une étude comparative de deux systèmes de production.de système de productions à savoir la ferme de l'université de Tiaret et la ferme Haidar en montrant la part allouée à l'alimentation de chacun d'eux.

Nous terminerons cette modeste étude par des suggestions concrètes qui peuvent servir les gestionnaires des exploitations laitières et à l'ensemble de la communauté qui touche de près ou de loin la filière lait.

Partie

Bibliographique

Chapitre I

Aperçu sur
l'élevage bovin

I. Aperçu sur l'élevage bovin dans le monde et en Algérie :

I.1 Effectif bovin dans le monde :

Plus de 500 millions têtes dans le monde. En France seul plus de 20 millions de vaches. 85% de cheptel Français est présenté par 5 races (Holstein, Charolais, Normande, Montbéliarde, Limousine).

☞ **Tableau 1** : Races à viandes et races à lait (DOCUMENT INTERNET ; 2004)

RACES A LAIT	RACES A VIANDE	RACES A PETITS EFFECTIFS	
L'Abondance		L'Armoricaine	
La Brune		L'Aure et St girons	La Bretonne pie noire
La Montbéliarde	L'Aubrac	La Bazardais	La Corse
La Normande	La Blonde	La Béarnaise	La Ferrand aise
La Pie rouge des plaines	d'Aquitaine	La Bleu du nord	La Nantaise
La Prime Holstein	La Charolaise	La Bordelaise	
La Simmental	La Gasconne	La Rouge flamande	
Française	La Limousine	La Vosgienne	
La Tarentaise	La Maine Anjou	La Nantaise	
	La Salers		

I.2. Les principales races rencontrées en Algérie :

En Algérie les bovins ne représentent que 6% des effectifs du cheptel. La race principale bovine locale est la race BRUNE d'ATLAS qui est subdivisée en quatre races secondaires :

- LA GUELMOISE (pelage gris foncé).
- LA CHEURFA (robe blanchâtre)
- LA CHELIFIENNE (pelage fauve)
- LA SETIFIENNE (pelage noirâtre)

Les races bovines améliorées sont représentée par : LA FRISONNE HOLLANDAISE ; PIE NOIRE, très bonne laitière, elle est très répandue dans les régions littorales et constitue 66% de l'effectif des races améliorées.

Ces races sont importées pour leur fort potentiel génétique, elles voient leur performance diminuer, puis qu'une grande partie de leur métabolisme est utilisé pour leur adaptation aux facteurs environnementaux.

L'élevage bovin est prédominant dans les plaines et les vallées jusqu' à 1500 mètres.

☞ **Tableau 2** : L'effectif bovin en Algérie 2010-2011 (source ministère d'agriculture).

	Exploitation	Effectif
BOVIN	214925	1464663
VACHE LAITIERE	214925	655285

☞ **Tableau 3** : La structure d'élevage en Algérie. (Statistique ministère de l'agriculture ; Avril 2010).

Vaches laitières	Jeunes femelles	Jeunes males	Taureaux reproducteurs
56%	18%	15%	11%

I.3. Les modes d'élevage en Algérie :

On distingue 2 types de système de productions dans l'élevage bovin :

I-3.1. le système extensif :

Concerne les races locales et les races croisées. Cet élevage est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaine. Le système extensif est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale), il assure également 40% de la production laitière nationale.

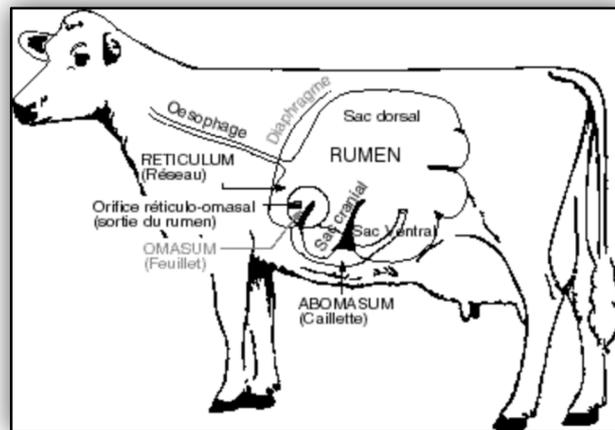
I-3.2. Le système intensif :

Concerne principalement les races améliorées. Ce type d'élevage orienté vers la production laitière est localisé essentiellement dans les zones littorales. La taille des troupeaux est relativement faible 6 à 8 vaches laitière par exploitation. Le système intensif représente 30% de l'effectif bovin et assuré près de 20% de la production bovine nationale.

I.4. Aperçu sur la physiologie de la digestion

La digestion est la série de processus qui dissocient les aliments en substances simples à l'intérieur du tube digestif. L'absorption est le passage de ces substances à travers la paroi intestinale pour aboutir dans le sang. Les nutriments absorbés sont alors disponibles pour le travail, la croissance, et la synthèse du lait par les différents tissus du corps. Les vaches ainsi que les moutons et les chèvres sont des herbivores qui ont un estomac divisé en quatre compartiments (animaux poly gastriques). Le ruminant fournit un environnement favorable avec abondance de nourriture pour les microbes croître et se reproduire. Les microbes

donnent au ruminant la capacité d'utiliser les hydrates de carbone complexes tels que la cellulose et des composés azotés non-protéiques (urée et ammoniac) qui sont d'usage très limité chez les non-ruminants. Après la fermentation microbienne dans le rumen, le tube digestif de la vache et les processus qui y prennent place sont similaires à ceux des animaux qui ont un estomac simple. Ainsi, c'est avec l'aide unique des microbes vivant dans le réticulo-rumen que les ruminants peuvent convertir les fourrages, les résidus de récoltes et les sous-produits industriels en aliments très nourrissants et de goûts agréables pour les humains (lait et viande).



☞ **Figure 1** : Vue générale du côté gauche du réticulo-rumen d'une vache: Les organes qui se trouvent du côté droit de la vache (le feuillet et la caillette) sont dessinés en pointillés.

I.5 Les parties fonctionnelles

I.5.1 Reticulo-rumen

Le réticulo-rumen prend la plus grande partie de la cavité abdominale. Le rumen ou panse, est composé d'un sac cranial (antérieur), un sac ventral, et un sac dorsal qui sont délimités par des muscles en forme de pilier. Le réticulo-rumen est un organe très musclé qui contient $2/3$ du contenu total du tractus digestif (Tableau 4). En plus, les particules alimentaires restent dans le réticulo-rumen pendant 20 à 48 heures. Ce temps de résidence dans le rumen représente plus de la moitié du temps total de résidence dans le tractus digestif (de 40 à 72 heures). Les piliers du rumen se contractent et se relaxent de manière coordonnée en un cycle qui se répète à peu près toutes les 50 à 60 secondes. Des milliers de papilles couvrent la surface interne du réticulo-rumen. Ces papilles augmentent la surface d'absorption des produits terminaux de la fermentation du rumen (acides gras volatils et ammoniac). Le rumen et le reste du tube digestif ont été comparés à un grand lac (le rumen) avec une rivière traversant un coin (le restant du tube digestif). L'architecture du réticulo-rumen lui permet de

retenir les particules alimentaires fibreuses ce qui augmente le temps disponible pour la fermentation microbienne. Le réseau est un sac en avant du rumen. Il est délimité du sac dorsal du rumen par l'ouverture oesophagienne (cardia) et du sac ventral du rumen par un petit pilier musculaire. La surface intérieure du réseau a l'apparence d'un nid d'abeilles. Le réseau se contracte et se vide dans le rumen une fois par cycle de contraction. Les petites particules denses sont projetées dans les pliures du feuillet alors que les grandes particules de moindres densités retournent dans le sac ventral du rumen. Ainsi, le mouvement cyclique du réticulo-rumen joue un rôle majeur dans le triage des particules avant qu'elles ne puissent quitter le réticulo-rumen. L'ouverture oesophagienne et l'orifice réticulo-omasal forment respectivement l'entrée et la sortie du réticulo-rumen. Ces deux orifices sont très

Proche l'un de l'autre et ils sont joints par la gouttière esophagienne. Lorsqu'un jeune veau suce le lait, les lèvres de la gouttière se ferment et elles forment un conduit (un tube) entre l'oesophage et la caillette ce qui empêche le lait d'entrer dans le rumen. Cependant chez l'adulte, la gouttière oesophagienne n'est plus fonctionnelle.

I.5.2 Omasum (le feuillet)

L'omasum, aussi appelé le feuillet est composé de nombreuses pliures (feuilles) musculaires. Quoique la masse du feuillet vide soit relativement grande, il contient seulement 5% du poids total du digesta dans le tube digestif (Tableau 4). Chez la vache adulte, la dimension du feuillet est comparable à un ballon de basket-ball. La fonction exacte du feuillet n'est pas entièrement comprise. Le digesta entassé entre les feuilles musculaires tend à être très sec. Il apparaît que les feuilles musculaires jouent un rôle dans l'absorption de l'eau et de minéraux (sodium: Na^+ et bicarbonate HCO_3^-) arrivant dans le feuillet avec le contenu du rumen. Cette eau ne dilue donc pas les sécrétions acides de la caillette et les minéraux peuvent être recyclés dans la salive.

I.5.3 Abomasum (la caillette)

La caillette est le quatrième estomac du ruminant. Cet estomac est semblable à celui des animaux monogastriques. La caillette sécrète des enzymes digestives et l'acide chlorhydrique. La paroi interne de la caillette est tapissée de pliures qui augmentent la surface de sécrétion de l'organe. La caillette est composée de deux régions distinctes. Le fundus est le site principal de la sécrétion de l'acide chlorhydrique et des enzymes qui opèrent en milieu acide. La région pylorique est le site d'accumulation du digesta avant d'être projeté dans le duodénum sous forme de jets discontinus.

I.5.4 Le petit intestin

Le petit intestin est un long tube divisé en trois parties: le duodénum, le jéjunum, et l'iléon. Le petit intestin est appelé ainsi à cause de son diamètre plutôt que pour sa longueur; c'est un tube de 46 m de long dont le diamètre peut varier de 1 cm à 4,5 cm de diamètre chez la vache adulte. Les enzymes sécrétées par le pancréas et la paroi intestinale digèrent les protéines, les hydrates de carbone, et les graisses. La bile sécrétée par le foie entre dans le duodénum par le conduit biliaire. La bile aide la digestion et prépare les matières grasses pour l'absorption. Le petit intestin est un site majeur d'absorption des produits de la digestion. Des villosités microscopiques lui donnent une énorme surface d'absorption.

I.5.5 Le gros intestin

Le caecum est un réservoir en cul de sac qui est adjoint au tube digestif. Le caecum est un site de fermentation microbienne qui agit après la digestion acide dans la caillette et la digestion enzymatique dans le petit intestin. Chez certaines espèces animales (cheval, lapin) le caecum contribue à la fermentation microbienne significativement, cependant chez la vache adulte, la fermentation dans le caecum est d'importance négligeable comparée à la fermentation dans le rumen (Tableau 4). Le colon (divisé en colon ascendant et colon transversal) ne contribue pas à l'absorption des nutriments. Le colon est le site de formation des fèces. La paroi du gros intestin est dépourvue de papilles, mais elle absorbe l'eau et des minéraux.

Finalement, le rectum est la dernière partie du gros intestin où les matières fécales s'accumulent avant d'être expulsées lors d'une défécation.

I.6 Processus de digestion

I.6.1 Les sites de digestion

Lors de la rumination, les longues particules sont régurgitées dans la bouche où elles sont mastiquées avant d'être avalées à nouveau sous forme de particules de plus petites dimensions. Certains produits finaux de la fermentation (e.g. les acides gras volatils et l'ammoniac) traversent la paroi du rumen et sont absorbés dans le sang. Le temps de résidence du digesta dans le rumen est assez variable. La partie la plus liquide du digesta reste dans le rumen de 10 à 12 h, mais les particules fibreuses y sont retenues pendant 20 à 48 h. Le digesta qui s'échappe du rumen est composé de petites particules alimentaires qui ont été fermentées et des bactéries riches en protéines. Ces bactéries ont pu croître et se multiplier dans le rumen grâce à la fermentation des aliments. Le digesta passe à travers l'orifice réticuloomasal, la structure feuilletée du feuillet, et entre dans la caillette. La caillette est un organe qui sécrète un acide très fort (acide chlorhydrique HCl). La forte acidité dans la caillette arrête toutes

Chapitre II

Les aliments

I.7. Les aliments et leur utilisation en production laitière

I.7.1 Les fourrage

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

Une 4eme catégorie d'aliments peut être assimilée aux fourrages : il s'agit des racines et tubercules et de leurs dérivés.

I.7.1.1 Les fourrages verts

Les fourrages verts comprennent les herbes. Dans nos régions, l'herbe pâturée est un fourrage de valeur nutritionnelle élevée, peu coûteux à produire, et qui peut constituer, le seul aliment de la ration.



Photo 1 : Prairie riche en légumineuses

D'une manière générale, les légumineuses contiennent plus de protéines et de minéraux (particulièrement du calcium et du manganèse) que les graminées. Les légumineuses permettent également l'alimentation azotée de la végétation. Certains microorganismes qui se fixent sur leurs racines sont en effet capables de transformer l'azote atmosphérique en azote ammoniacal, permettant un enrichissement du sol en azote qui profite à l'ensemble de l'écosystème prairial, dont les graminées. Une prairie associant légumineuse et graminée nécessitera donc moins d'engrais azoté qu'une prairie de graminées pures. Dans ce contexte, la production d'un fourrage mixte légumineuses/graminées permet de diminuer d'une part les achats de protéines végétales telles que le tourteau de soja, et d'autre part la quantité d'intrants azotés.

A. Stade/cycle de végétation et qualité de l'herbe.

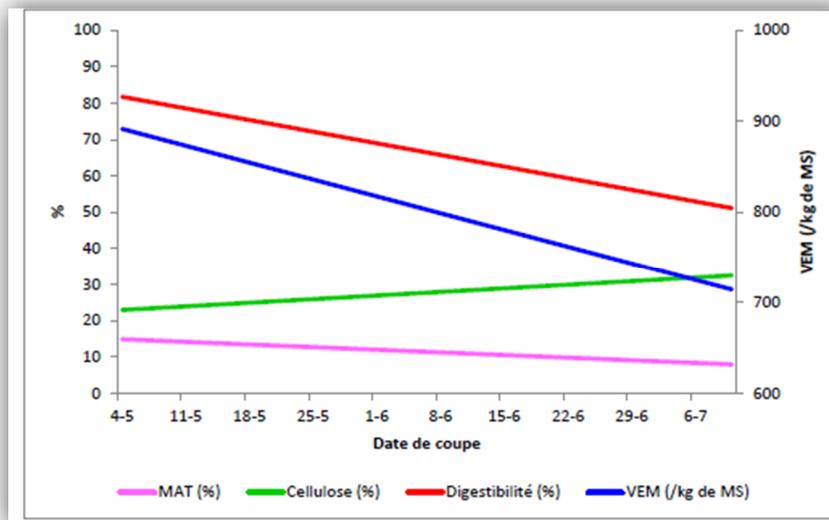
Les Légumineuses et graminées présentent plusieurs cycles de croissance successifs. Le premier cycle désigne la pousse de printemps, c'est-à-dire le cycle par lequel la plante passe de l'état végétatif (feuille) à l'état reproducteur (épi). Ce premier cycle est en général incomplet puisqu'il est interrompu par la coupe, via le pâturage ou le fauchage. On distingue 7 stades de végétation : la feuille, le tallage, la montaison, l'épiaison, la floraison, le stockage et la maturation (tableau 1). Le but du pâturage étant la valorisation de la production de fourrage feuillu, il faut favoriser le stade végétatif (avant la montaison), ce qui peut être obtenu avec un pâturage précoce.

Tableau 4 : Caractéristiques de l'herbe selon le stade de végétation

Stade de végétation	Morphologie	Composition chimique	Utilisation
1 Feuille	Quelques feuilles Très court	MS faible ($\pm 15\%$) MAT +++ Peu de cellulose/hémicellulose Sucres solubles +++	Idéal pour effectuer un pâturage court
2 Tallage	5-6 feuilles/racine Hauteur 10-15 cm	MAT +++ Cellulose, hémicellulose + Sucres solubles +++	Stade de pâturage idéal
3 Montaison	Apparition de tiges Hauteur 20-25 cm	MAT ++ Cellulose, hémicellulose +++ Sucres solubles ++	Ensilage
4 Epiaison	Epi se dégage de la dernière feuille Stade de courte durée	MS \uparrow ($\pm 17\%$) MAT + Cellulose, hémicellulose +++	Foin
5 Floraison	Lignification de la tige	MS \uparrow ($\pm 19\%$) Cellulose $\uparrow\uparrow\uparrow$ Minéraux et oligo-éléments \downarrow	Foin
6 Stockage	Epi se charge de substances de réserve dans la graine	MAT $\downarrow\downarrow\downarrow$	Refus
7 Maturation	Les graines mûrissent	Cellulose $\uparrow\uparrow$ Lignine $\uparrow\uparrow$ MAT \pm	Refus

B. La date de coupe.

Plus précisément le stade de végétation au moment de la coupe, influence fortement la valeur alimentaire du fourrage (figure 2). Ainsi, en général, plus une plante est âgée, plus ses teneurs en MS et en fibres augmentent. En effet, plus la plante avance dans les différents stades de développement, plus les parois cellulaires s'épaississent, et donc plus les teneurs en cellulose et hémicellulose augmentent. Parallèlement, les parois s'imprègnent de lignine, ce qui a pour effet de rendre la cellulose et l'hémicellulose moins accessibles aux fermentations du rumen, et donc de diminuer la digestibilité du fourrage. L'herbe contient également des sucres solubles, dont la teneur diminue avec l'âge de la plante. La teneur en MAT de l'herbe diminue quant à elle également avec le stade de développement, de même que la teneur en énergie (figure 2). Par conséquent, la valeur alimentaire de l'herbe diminue avec l'âge de la plante.



☞ **Figure 3** : Evolution des teneurs en MAT (%), cellulose (%), digestibilité (%) et énergie (VEM/kg de MS) dans les ensilages et les foins, (Crémer et al, 2012).

1.7.2. Performances des vaches laitières au pâturage

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

Tableau 5 : Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l’herbe nécessaires pour satisfaire les besoins d’une vache laitière (adapté de Decruyenaere et Belge, 2006)

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

1.7.2.1. L’effet de l’apport de fourrages.

Beaucoup d’éleveurs maintiennent un apport de fourrages complémentaires aux vaches laitières au pâturage, même lorsque la surface disponible par animal est suffisante. Il faut savoir que l’apport de fourrages complémentaires entraîne une diminution importante des ingestions d’herbe, les fourrages se substituant à l’herbe. Cet apport peut ainsi compromettre la valorisation de l’herbe produite, en créant des situations incontrôlables : refus abondants, herbe trop haute,... A moyen terme, il existe donc un risque de dégradation de la qualité de la

prairie, qui, ce faisant, pousserait l'éleveur à accentuer la complémentation, ce qui aurait pour effet d'aggraver encore le problème. Par ailleurs, cela a peu d'effet sur la production laitière.

Des études ont montré qu'un apport de foin au pâturage — souvent recommandé pour ralentir le transit des herbes — ne permettait pas d'influencer la production laitière ou la teneur en MS des bouses. L'intérêt d'un apport de fourrages complémentaires dépend donc des conditions de pâturage : lorsque la disponibilité en herbe est garantie, comme cela est souvent le cas au printemps, l'apport de fourrages complémentaires (foin, ensilage d'herbe ou de maïs,...) a un intérêt quasiment nul.

A l'inverse, lors de pénuries d'herbe et en fin de saison, une complémentation à l'aide de fourrages conservés peut s'avérer pertinente. D'une part car elle permet de maintenir la production laitière à son niveau optimal, et d'autre part, car elle offre la possibilité de recréer des stocks d'herbe pour les périodes de pâturage suivantes. Le choix se portera alors sur un fourrage riche en énergie mais pauvre en matières azotées.

1.7.2.1.L'effet de l'apport de concentré.

La distribution d'un aliment concentré entraîne dans la plupart des cas une réduction des quantités d'herbe ingérées, avec cependant une augmentation de la quantité totale ingérée. En d'autres termes, le concentré se substitue partiellement à l'herbe. Par conséquent, l'administration d'un concentré diminue la valorisation des surfaces enherbées, tout en représentant un coût certain pour l'éleveur.

Outre le fait que l'administration d'un concentré au pâturage conduit toujours à une moins bonne ingestion de l'herbe, l'efficacité du concentré est extrêmement variable. Chez des vaches ne recevant pas d'autre fourrage que l'herbe pâturée et produisant 20 kg de lait/jour, elle est en moyenne de 1 kg de concentré équilibré pour 1,5 litre de lait. L'efficacité du concentré est ainsi élevée chez les vaches en début de lactation (1 kg de concentré pour 3,5 litres de lait chez les animaux à moins de 100 jours en lactation), mais quasi nulle chez les vaches à plus de 200 jours en lactation. Par ailleurs, la saison, et donc les conditions climatiques, influence aussi fortement l'efficacité du concentré, *via* ses effets sur la croissance, la valeur nutritionnelle et l'appétabilité de l'herbe. Ainsi, en tout début de saison, au mois de mai, lorsque l'herbe est présente en quantité et en qualité suffisantes, l'efficacité du concentré est nulle, l'administration d'un concentré n'apportant aucune augmentation de la production laitière.

Par ailleurs, lors d'apport d'un concentré au pâturage, une diminution du taux butyreux (TB) du lait est le plus souvent observée (de l'ordre de – 0,5 g/kg pour chaque kg de

MS de concentré), de même qu'une augmentation du TP du lait (de l'ordre de + 0,2 g/kg pour chaque kg de MS de concentré).

I.7.3 Les ensilages

L'ensilage est un système de conservation des fourrages par fermentation anaérobie dans un silo : des bactéries transforment les sucres solubles en acides organiques (principalement de l'acide lactique et de l'acide acétique) qui font chuter le pH dans l'ensilage. Celui-ci devient alors stable. Les sucres solubles étant consommés par les bactéries, un ensilage se caractérise par une teneur en sucres solubles quasi nulle. Les principaux aliments ensilables sont l'herbe, le maïs plante entière (ou grain humide), les dérivés de betteraves (principalement pulpes humides et pulpes surpressées) et les céréales immatures. On rencontre également parfois de l'ensilage de protéagineux, et plus précisément de l'ensilage de pois plante entière.

L'ensilage est réalisé soit dans différents types de silos : les silos horizontaux (silo taupinière et silo tranchée) et le silo tour, ou soit par enrubannage de balle ronde ou carrée.

Tableau 6 : Critères d'évaluation sensorielle de la qualité d'un ensilage par l'éleveur

	Ensilage de bonne qualité	Ensilage de mauvaise qualité
Odeur	Agréable (acidulée, aromatique)	Désagréable, odeur d'acide butyrique, d'ammoniac, odeur de renfermé ou de moisi
Couleur	Similaire au fourrage initial, légèrement plus brunâtre	Différente du fourrage initial, jaunâtre
Structure identique au fourrage ensilé	Oui	Non
Hygiène	Propre et exempt de moisissures	Souillé, moisi
Température	Pas d'échauffement	Echauffement dans le silo et l'aire de chargement

L'ensilage d'herbe

L'ensilage d'herbe préfané consiste à éparpiller l'herbe et à la laisser séjourner sur le sol durant une période limitée pendant laquelle elle sèche partiellement. L'herbe préfanée est ensuite mise en andain, puis récoltée afin de réaliser le silo. Une fois le silo réalisé, les fermentations démarrent rapidement, et il faut compter une période de 4 à 6 semaines pour avoir une stabilisation. La production totale sur l'année varie en général entre 10 et 15 T de MS/ha.

Les facteurs de variation de la qualité de l'ensilage sont identiques à ceux de l'herbe, à savoir la composition botanique de la prairie, le cycle et le stade de végétation. Un autre facteur spécifique doit être cité : l'intensité du préfanage. Le préfanage influence de façon très importante la teneur en MS de l'ensilage, qui peut passer de 30 % pour un ensilage faiblement préfané à 60 % pour un ensilage très préfané. Le préfanage n'influence par contre pratiquement pas ni la composition chimique, ni la valeur nutritionnelle de l'ensilage d'herbe. L'analyse de l'ensilage se justifie également en raison des facteurs de variation évoqués précédemment. La qualité de l'herbe modifie en effet de manière très importante la composition chimique et les valeurs nutritionnelles.

A.L'ensilage de maïs

Le maïs est un aliment qui permet la production d'un fourrage énergétique au sein de l'exploitation. On le récolte soit sous forme de plante entière, d'épi broyé, ou de grain humide.

La qualité de l'ensilage de maïs dépend de plusieurs facteurs. La variété de maïs utilisée et la densité de plants sur la parcelle. Une forte densité entraîne ainsi généralement une augmentation de la proportion de tiges et de feuilles, au détriment des carottes et des grains. Le stade de végétation au moment de la coupe a également un impact majeur sur la qualité du futur ensilage. Enfin, les différents types d'ensilage — plante entière, épi broyé ou grain humide — présentent des compositions chimiques et des caractéristiques nutritionnelles qui leur sont spécifiques, et qui affectent également la qualité de l'ensilage

1.7.4. Les fourrages secs

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

1.7.4.1. Le foin

Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %. Un bon foin se caractérise donc par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90 %.

Les foins de légumineuses (luzerne et trèfle) seront ainsi plus riches en MAT et en calcium que les foins de graminées.

1.7.4.2. La paille

La paille est constituée par les tiges et les raffles des épis égrainés des céréales.

La valeur alimentaire de la paille est toujours faible, ce qui explique son utilisation comme litière ou comme aliment de lest. La paille se caractérise en effet par une teneur en fibres très élevée, avec un haut taux de lignification de la cellulose/hémicellulose, une teneur en sucres solubles et en protéines très faible, de même qu'une teneur en énergie faible. Cependant, la paille est un aliment qui présente un certain intérêt : elle stimule la mastication, la rumination et le broyage des papilles. Elle ralentit également les fermentations, ce qui permet de lutter contre l'acidose du rumen lors d'administration de rations très riches en glucides fermentescibles

1.7.4.3 Les racines et tubercules, et leurs dérivés

Les racines et tubercules résultent de l'accumulation de réserves glucidiques dans les parties souterraines des végétaux : racines de betterave sucrière et fourragère, de chicorée, navet, carotte et manioc et tubercules de pomme de terre et de topinambour.

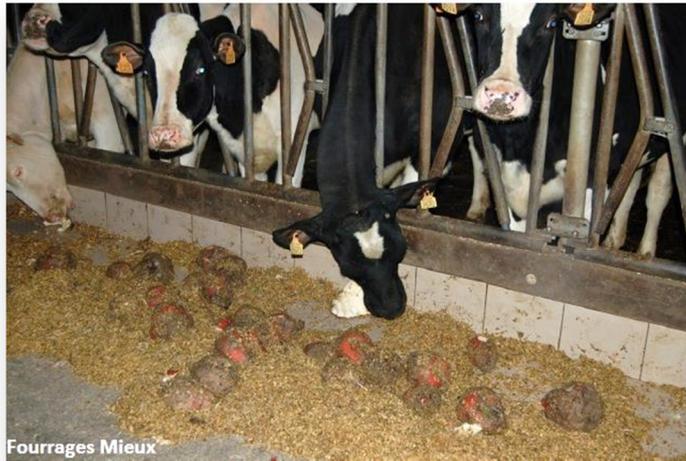
Il s'agit d'aliments caractérisés par une teneur en eau très élevée ($\geq 75\%$) et des teneurs faibles en matières azotées et en fibres de type cellulose. Les betteraves présentent la particularité d'être cependant riches en fibres de type pectines. Les substances de réserve sont principalement l'amidon dans le cas de la pomme de terre et des sucres solubles dans le cas des betteraves, de la carotte, du navet, de la chicorée et du topinambour.

Ce sont des aliments savoureux, généralement très digestibles, qui présentent en outre l'avantage de rester frais très longtemps, pratiquement jusqu'à la fin de l'hiver, à condition d'être préservés du froid. Nous présentons ci-dessous un bref aperçu des aliments les plus fréquemment rencontrés.

Les betteraves et leurs dérivés

Il existe deux grands types de betteraves : la betterave sucrière et la betterave fourragère (figure 9). Entre ces deux grands types, il existe des betteraves demi-sucrières et des betteraves demi-fourragères. C'est d'abord le taux en MS de la betterave qui les distingue.

- Betteraves fourragères : $< 12\%$ de MS
- Betteraves demi-fourragères : 12 à 16% de MS
- Betteraves demi-sucrières : 16 à 24% de MS
- Betteraves sucrières : $> 24\%$ de MS



☞ *Photo2* : Betteraves fourragères

Les betteraves fourragères se cultivent d'une manière générale comme les sucrières. Elles sont cependant moins exigeantes en terme de qualité de sol, de sorte qu'on peut les cultiver partout, y compris en Ardenne. Par rapport au maïs, il s'agit d'une culture demandant davantage d'attention, notamment au niveau du désherbage. La conservation des betteraves fourragères (4 à 5 mois) est également plus délicate (elles peuvent geler et pourrir), et leur distribution aux vaches nécessite la mise en oeuvre d'un matériel de hachage et de distribution. Tout comme le maïs, il s'agit d'une culture, en début de cycle, sensible au ruissellement érosif, qui nécessite de nombreux intrants chimiques, et qui donc, est susceptible d'entraîner une pollution des eaux. La betterave fourragère a par contre une forte capacité d'absorption de l'azote, qui se traduit par de faibles reliquats en fin de culture. L'entraînement de nitrates vers la nappe phréatique est donc limité. Le tableau ci-dessous récapitule précisément les principaux atouts et inconvénients de la culture des betteraves fourragères.

I.8. Les concentrés

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

On distingue 2 catégories d'aliments concentrés :

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

Les aliments concentrés composés, résultant d'un mélange d'aliments concentrés simples.

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

Une fois la ration de base équilibrée, des concentrés dits « *de production* » sont éventuellement apportés en plus, afin de soutenir la production laitière. La quantité administrée est alors fonction du niveau de production laitière, avec une moyenne de 1 kg de concentré pour 1,5 litre de lait.



Photo3 : Quelques céréales utilisées en rations pour vaches laitières

La structure de l'amidon peut différer entre les diverses céréales, et ceci donne lieu à une dégradation variable dans le rumen. Ainsi, l'amidon du froment est totalement fermenté dans le rumen avec une production élevée d'acide propionique, alors que celui du maïs est peu fermenté dans le rumen et digéré par voie enzymatique dans l'intestin grêle. La digestibilité est en outre influencée par l'existence de traitements physiques (broyage, aplatissement) et/ou thermiques (floconnage, extrusion).

1.8.1. Les graines de protéagineux et d'oléagineux

Les graines de protéagineux et d'oléagineux sont des aliments concentrés riches en énergie et en matières azotées. En Belgique, les graines les plus fréquemment utilisées dans les rations pour vaches laitières sont le pois, la féverole et le lupin (bleu et blanc) pour les protéagineux, et le lin, le soja et le colza pour les oléagineux.

A. Les protéagineux. Quels sont les avantages de la culture des protéagineux et quelles sont leurs utilisations potentielles chez la vache laitière ? Face à un marché des protéines végétales dominé par le soja, les protéagineux se présentent comme une alternative intéressante en vue

d'améliorer notre autonomie protéique. Jusqu'à une date récente, en effet, le tourteau de soja constituait une source de protéines de qualité, abondantes, à prix très intéressants. Ceci a largement contribué à la mise en place d'un modèle de rations basé sur le couple ensilage de maïs/tourteau de soja et n'a pas incité la promotion de la production et de l'utilisation de sources protéiques différentes, telles que les protéagineux. Le contexte est aujourd'hui totalement différent : durabilité des systèmes de production, traçabilité, qualité des produits et hausse du prix du soja sont autant d'éléments qui entrent à présent en ligne de compte. On perçoit donc aujourd'hui beaucoup plus la nécessité de maintenir une diversité dans l'approvisionnement en matières protéiques produites localement.

Les graines de protéagineux sont toutes à la fois riches en protéines et en énergie. Les graines de pois, féverole et lupin se caractérisent en effet par une valeur énergétique fort proche de celle des céréales.



☞ *Photo 4* : champ de pois protéagineux.

B. Les oléagineux. Les graines oléagineuses — lin, soja et colza — sont des graines qui sont destinées à produire de l'huile en huilerie comme production principale, le co-produit étant le tourteau.

Ces graines se caractérisent donc par des teneurs en MG très élevées, de l'ordre de 20 à 45 % de la MS, et, bien sûr, des teneurs en énergie très élevées également, la substance de réserve étant ici les acides gras, et non pas l'amidon. A titre de comparaison, la graine de lin contient plus de 4 fois plus de MG que le tourteau de lin. Il s'agit aussi d'aliments pourvus de teneurs en matières azotées élevées, mais toutefois moindres que le tourteau correspondant : la graine de lin possède ainsi une teneur en MAT qui représente 68 % de celle du tourteau de lin.

L'incorporation de graines d'oléagineux dans la ration dans l'optique d'une complémentation protéique est limitée par la teneur finale en MG de la ration, qui ne peut dépasser 5 % de la MS. En termes de quantités, on préconise donc de ne pas dépasser 1,2 kg/vache.jour. Leur utilisation en alimentation animale est en outre conditionnée à l'application de tel d'autre part les facteurs antinutritionnels. Réalisés dans de bonnes conditions, les traitements technologiques permettent également d'améliorer la valeur nutritionnelle des graines. Ainsi, certains traitements, tels que l'extrusion, le tannage ou le toastage permettent d'accroître la résistance des protéines à la dégradation microbienne dans le rumen..

C. Les tourteaux

Les tourteaux sont des co-produits solides obtenus après extraction de l'huile des graines oléagineuses. Il s'agit donc de co-produits de l'industrie de l'huile. Leurs 2 caractéristiques principales sont une grande richesse en énergie et en matières azotées protéiques. Selon le tourteau considéré, celle-ci varie en effet entre < 20 % et > 40 % de la MS.

Le tourteau de soja est le tourteau le plus fréquemment utilisé en rations laitières. Il fait office de référence d'un point de vue nutritionnel — haute teneur en DVE et en énergie et relativement bon équilibre en AA — et complémente parfaitement l'ensilage de maïs. Le contexte des productions bovines change cependant à grande vitesse, et l'avenir de la filière lait passera vraisemblablement par un remplacement du tourteau de soja par d'autres sources protéiques produites localement. A cet égard, nous avons déjà abordé 2 sources possibles, les drèches et les graines de protéagineux. A côté de celles-ci, on trouve également d'autres sources, comme le tourteau de colza, dont la disponibilité est croissante, principalement en raison du développement de l'industrie du biodiesel.

La composition chimique et la valeur nutritionnelle des tourteaux dépendent de plusieurs facteurs :

- La nature de la graine dont ils sont issus : soja, colza,... ;
- La méthode d'extraction de l'huile. La nomenclature des tourteaux fait d'ailleurs référence à la méthode d'extraction de l'huile mise en oeuvre : tourteau expeller ou schilfers (extraction de l'huile par pression) ou tourteau déshuilé ou schrot (extraction de l'huile par solvant). Une extraction par pression est moins performante qu'une extraction par solvant, aussi, la teneur en MG d'un tourteau expeller est toujours plus élevée que celle d'un tourteau déshuilé. Ce faisant, sa teneur en énergie est également plus élevée, mais sa teneur en protéines est moindre ;

- Le traitement de la graine avant extraction de l'huile : graine décortiquée ou non. Le décorticage vise à séparer mécaniquement les enveloppes riches en parois des autres constituants. Aussi, une graine décortiquée sera moins riche en cellulose qu'une graine entière, et sera donc plus riche en énergie ;
- Un éventuel traitement technologique supplémentaire : extrusion, tannage ou toastage. Comme déjà évoqué plus haut, ces 3 traitements permettent d'améliorer l'efficacité des protéines : leur dégradabilité ruménale est diminuée, ce qui a pour conséquence un plus grand apport de protéines alimentaires non dégradées au niveau de l'intestin grêle.

A l'opposé des graines oléagineuses, les tourteaux sont en général pauvres en MG, le tourteau de lin faisant exception à cette règle. Précisons également que les tourteaux, comme les co-produits de céréales, sont des aliments riches en phosphore (tableau 16) .

En rations laitières, les principaux tourteaux utilisés sont le tourteau de soja, de colza, de tournesol et le tourteau de lin. Notons que l'appellation commerciale de certains tourteaux comporte parfois un chiffre (*tourteau de soja 48*, par exemple). Celui-ci désigne la somme des taux de MAT et de MG.

1.9. Les mélanges minéraux vitaminés

Les mélanges minéraux vitaminés du commerce renferment en général des macro-éléments (calcium, phosphore, sodium,..), des oligo-éléments (sélénium, zinc, cuivre,...) et des vitamines. Tout comme pour les aliments concentrés composés, leur composition varie selon le fabricant et le produit considéré. Les mélanges minéraux vitaminés se caractérisent en général par leur teneur en calcium et en phosphore. On parle ainsi d'un « 16/8 » ou d'un « 12/8 », pour désigner un mélange avec 160 g de calcium/kg et 80 g de phosphore/kg ou 120 g de calcium/kg et 80 g de phosphore/kg. Le tableau 19 donne quelques exemples de mélanges minéraux vitaminés disponibles dans le commerce.

Le choix du mélange minéral ne doit pas se faire au hasard. Pratiquement, la démarche à adopter est la suivante :

1. Evaluer les besoins de l'animal (tableau 1)
2. Calculer les apports en minéraux et vitamines de la ration
3. Comparer les apports aux besoins de l'animal. En cas de déficit pour un ou plusieurs éléments, le mélange minéral vitaminé le mieux adapté sera choisi.

Chapitre III

Le raisonnement

1.10. Le calcul de la ration.

Consiste à déterminer la nature, le nombre et la quantité des aliments qui vont permettre de couvrir les différents besoins : énergétique, azotée minéral, vitaminique et eau , le plus exactement possible en tenant compte des contraintes techniques et économique de l'exploitation . Cette opération consiste à traduire les besoins théoriques exprimés en UFL, PDI, Ca , P, vitamines et eau en une ration de 24 heures composés d'aliments grossiers et concentrés. L'établissement de la ration doit se faire dans le respect le plus exactement possible de la capacité d'ingestion. En d'autres terme il faut adapter un contenu : ensemble d'aliments à un contenant qui est la capacité d'ingestion.

4.2. Notion de ration de base de ration d'équilibre et de ration totale

Ration de base	Détermination des quantités de fourrages consommées par (mesure directe ou utilisation de tables)
Concentré d'équilibre	Sert à équilibrer la ration de base initiale RBC
Concentré de production : ration totale	Calcul d'un concentré de production en tenant compte des caractéristiques de la ration de base non corrigé rapport PDI /UFL Et barème de distribution Détermination de la correction minérale et vitaminique

☞ *Tableau 7:* Principe de rationnement d'une vache laitière

1.10.1 Le principe de rationnement

Il s'agit de la ration calculée ou décrite par l'éleveur. Elle correspond à ce que la vache doit ingérer pour couvrir ses besoins d'entretien et ses besoins de production.

Le calcul des besoins de la vache laitière est basé sur besoins d'entretien : 5 UFL et 395 g de PDI pour 600 kg de PV - besoins de production : par kilogramme de lait, 0,44 UFL et 48 g PDI.

Les besoins sont à adapter en fonction du stade physiologique des animaux, de leur poids, de leur mode d'entretien (logement)

Tableau 8 : Apports énergétiques et protéiques recommandés

Stade physiologique	Besoin énergétique (UFL)	Exemple vache 600 kg, 30 kg de lait / jour	Besoin protéique (g PDI)	Exemple vache 600 kg, 30 kg de lait / jour
Entretien	1,4 + 0,6 PV / 100	5	95 + PV / 2	395
Stabulation libre	+ 10 %			
Pâturage	+ 20 – 25 %			
Température 0 °C	+ 20 %			
- 15 °C	+ 40 %			
Variation de poids				
Primipare vêlage 2 ans	+ 0,7		+ 60	
Primipare vêlage 3 ans	+ 0,4		+ 35	
Multipare + 1 kg PVV/j	+ 4,5			
- 1 kg PVV/j	- 3,5			
Gestation (veau de 40 kg)				
7 ^{ème} mois	+ 0,9		+ 80	
8 ^{ème} mois	+ 1,6		+ 140	
9 ^{ème} mois	+ 2,6		+ 200	
Lactation (/ kg de lait)	0,44	+ 13,2	48	+ 1440
	0,4 + 0,15 X % TB		TP / 0,64	

1.10.2.1. Les principales formules de base pour le rationnement

Besoins d'entretien

$$BE(UFL) = 1.4 + 0.6 PV/100$$

$$BE (PDI) \text{ en g} = 95 + 0.5 PV \text{ ou } 3.25 P^{0.75}$$

$$BE (MAD) \text{ en g} = 0.6g/Kg PV$$

Besoins de production

$$BP (UFL) = 0.43UFL/Kg \text{ de lait formé}$$

$$BP (PDI) \text{ en g} = 48 - 50gPDI/Kg \text{ de lait formé}$$

$$BP (MAD) \text{ en g} = 60g \text{ de MAD /Kg de lait formé}$$

Besoins d'entretien en minéraux (Ca et P)

$$BE (Ca) \text{ en g} = 6g/100kg \text{ de PV}$$

$$BE (P) \text{ en g} = 4.3g/100Kg \text{ de PV}$$

Besoins de production en minéraux (Ca et P)

$$BP (Ca) g = 4.15g /Kg \text{ de lait formé}$$

$$BP (P) g = 1.75g/Kg \text{ de lait formé}$$

Pour le calcul du concentré d'équilibre

Cas où la ration est déficitaire en PDI

Pour combler le déficit en PDI, il faut utiliser X aliment de concentré, riche en PDI qui contient Ag de PDI et B UFL par Kg de MS tel que :

$$Ax - \text{déficit azoté à combler} / Bx = 48 / 0.43$$

48 g et 0.43 étant respectivement les PDI (les PDIN ou PDIE limitant) et les UFL nécessaires pour équilibrer 1 Kg de lait standard.

Cas où la ration est déficitaire en UFL

Pour combler le déficit en UFL, il faut utiliser X aliment de concentré, riche en UFL qui contient A UFL et B g de PDI par Kg de MS tel que :

Bx / Ax – déficit en UFL à combler

1.10.3. Le principe de rationnement en début de lactation

En début de lactation, pendant les deux premiers mois, et surtout chez les vaches à haute production, la capacité d'ingestion ne permet pas de satisfaire tous les besoins alimentaires. La vache laitière peut éventuellement mobiliser ses réserves énergétiques mais elle ne dispose pas de réserves azotées mobilisables. Ses besoins azotés devront donc être couverts alors que les apports énergétiques pourront être inférieurs à ses besoins réels. Mais, à partir du 3^{ème} mois de lactation, la capacité d'ingestion permet de satisfaire tous les besoins. Il faut donc diminuer les apports azotés et compenser la perte énergétique associée par une augmentation des quantités de concentrés énergétiques. A partir de la fin du 2^{ème} mois de lactation, il est impératif que les apports énergétiques et azotés soient rigoureusement au même niveau et adaptés aux besoins de l'animal. Il faut s'intéresser à la ration de base distribuée en hiver et en été. Les minéraux doivent être en quantité suffisante dans la ration pour ne pas engendrer de déséquilibre physiologique. Le tableau 11 donne quelques recommandations. Le taux de concentrés permet de juger du taux de fermentation de la ration. Un minimum de fibres est nécessaire pour permettre un bon transit alimentaire [3]. Le taux de cellulose brute doit être supérieur à 17 %. La ration doit contenir au minimum 50 à 60 % de fourrages.

☞ **Tableau9:** Recommandations nutritionnelles au kg de MS consommée

	Vache lactation	Vache tarie 3 dernières semaines	Vache tarie Début tarissement	Vache tarie Lot unique 60 jours
% MS	> 40 %			
MAT %	14.5 à 18	13 - 14	10 - 12	11 - 12
PDI g / kg MS	90 à 120	85 - 90	70 - 80	80 - 85
PDIA g/kg MS	45 à 50	35 - 45	35 - 45	35 - 45
UFL / kg MS	0.90 à 0.95	0.80 - 0.85	0.64 - 0.70	0.75-0.80
CB %	> 17	> 25	> 25	> 25
NDF	25 à 28	40 - 55	50 - 65	50 - 65
ADF	19 à 21	30 - 35	35 - 40	35 - 40
Amidon %	15 - 30	10 - 15	8 - 12	8 - 12
Sucres %	3 - 10	3 - 6	3 - 6	3 - 6
MG %	3 - 6	2 - 4	2 - 4	2 - 4
Ca g/kg MS	6 - 7	5	5	5
P g/kg MS	3.5 - 4.0	3	3	3
Mg g/kg MS	2 - 2.5	1.8 - 2	1.8 - 2	1.8 - 2
Na g/kg MS	1.8 - 2.2	1	1	1
K g/kg MS	10	6 - 7	6 - 7	6 - 7
Cl g/kg MS	2.5 - 2.9	2	2	2
S g/kg MS	2	1.8	1.6	1.6
BACA mEq/kg MS	>> 200	< 0	Sans importance	Le plus bas possible
Fe mg/kg MS	50	50	50	50
Co mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1
Cu mg/kg MS	10	10	10	10
I mg/kg MS	0.6	0.25	0.25	0.25
Mn mg/kg MS	50	50	50	50
Se mg/kg MS	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3
Zn mg/kg MS	50	50	50	50
Vit A UI/kg MS	4000	4000	4000	4000
Vit D3 UI/kg MS	1000	1000	1000	1000
Vit E UI/kg MS	15	15	15	15
Indice de consommation : litre de lait produit par kg de MSI	1.2 à 1.5			

Formule simplifiée de capacité d'ingestion des vaches laitières :

Matière sèche ingérée = $12 + 0.3 \times$ production de lait

Exemples : 20 l de lait = ingestion 18 kg de MS - 40 l de lait = ingestion 24 kg de MS

1.10.4. Mécanismes de régulation de l'ingestion propres aux ruminants

Dans toutes les espèces la prise de nourriture déclenchée par la sensation de faim et l'arrêt de cette prise (=satiété) sont régulées par des centres nerveux situés dans l'hypothalamus et en étroite interdépendance. L'activité de ces centres est modulée par des informations nerveuses en provenance du tube digestif ou du cortex et par des informations chimiques témoins du métabolisme.

Cette régulation existe bien entendu chez les ruminants la simple observation montre que la consommation spontanée augmente avec le niveau de la production laitière pour un animal de forme donnée. Cependant d'autres facteurs liés à la physiologie des préestomacs et aux caractéristiques particulières des aliments consommés par les ruminants viennent modifier cette régulation et parfois s'y opposer. Un exemple fera saisir l'importance de ces facteurs de régulation : un mouton de 60kg ingère 1,800kg de MS d'herbe jeune, mais ne consommera que 1,2kg de MS d'une herbe vieille pourtant beaucoup moins énergétique alors que si la

régulation s'était faite uniquement en fonction du besoin énergétique il aurait dû en consommer davantage dans ce cas.

Etat de réplétion du rumen et vitesse de transit des aliments dans le réticula-rumen

Dans les conditions normales le rumen est constamment encombré d'aliments, contrairement à l'estomac des monogastriques.

L'ingère volontaire de matière sèche dépend donc en première approximation : du volume de l'organe et de ses possibilités de destination de la vitesse avec laquelle les aliments digèrent vont quitter cet organe. Le volume de rumen et sa capacité de destination peut être réduit par l'encombrement de l'abdomen. C'est le cas des vaches en fin de gestation. Un fourrage vieux très riche en lignine va distendre plus fortement le rumen qu'un fourrage jeune et l'ingestion s'arrêtera beaucoup plus tôt.

Le facteur essentiel reste le temps de séjour des aliments dans le rumen. Les particules alimentaires quittent le rumen lorsque leur taille est suffisamment fine (<5mm). Leur temps de séjour dans le rumen dépend donc de la vitesse de réduction des aliments en fines particules.

Ce paramètre dépend lui-même de la granulométrie initiale des aliments de l'importance des actions mécaniques nécessaires pour les réduire en fines particules (mastication normale et merycique) et surtout de leur vitesse de dégradation par la microflore. Vitesse de dégradation des aliments par la microflore. Elle dépend :

- De la proportion de glucides pariétaux dans les aliments et du degré de lignification des parois végétales. La vitesse est d'autant plus lente que les parois sont plus épaisses et plus incrustées.
- De l'activité microbienne du rumen. Celle-ci dépend aussi de la ration puisqu'elle peut être optimisée par un rapport suffisant de glucides fermentescibles, d'azote et de minéraux (phosphore, oligo-éléments en particulier). Les mauvais fourrages trop riches en lignocellulose sont aussi pauvres en azote et en glucides fermentescibles donc ne stimulent pas l'activité de la micro-population du rumen. Inversement un excès de glucides cytoplasmiques provoque une acidose qui va perturber la microflore, ralentir la digestion et donc ralentir la vitesse de vidange du rumen. Un état acidotique va donc provoquer une diminution de l'édigestibilité de la ration.

Un fourrage très cellulosique et très ligneux sera ingéré beaucoup plus lentement qu'un fourrage jeune ou qu'un concentré. Il nécessitera un temps de mastication et un temps de rumination plus longs qu'un fourrage jeune. Au pâturage les fourrages ingérés trop lentement seront également ingérés en faible quantité. En effet l'observation montre que l'animal n'augmente pas son temps total de récolte lorsque la vitesse de récolte diminue. Les

fourrage broyés et granules sont ingères en plus grande quantité et plus rapidement que les mêmes fourrages présentent en brins longs ils ne nécessitent en effet qu'une faible mastication. ils diminuent le temps de rumination et transitent beaucoup plus rapidement dans le réticula-rumen. Dans tous les phénomènes cités les parois végétales jouent un rôle très important dans les facteurs de régulation d'origine digestive. Lorsque les rations sont riches en parois végétales ces mécanismes jouent donc à plein et viennent contrarier les régulations d'origine métaboliques. Inversement lorsque la ration est pauvre en parois végétales (à base d'herbe très jeune ou très riche en concentrés) la régulation d'origine métabolique devient **prédominant**.

1.10.5 facteur dépendant de la ration de base.

L'appétibilité d'un aliment ou palatabilité est la propriété de cet aliment d'attirer plus ou moins l'animal et donc d'être ingère en quantité plus ou moins importante. Elle peut être chiffrée par la quantité de MS d'aliment consommée pendant une journée par un animal standard dans des conditions définies. L'ingestibilité (de la ration de base (fourrage)) est très variable : 8 à 15kg chez une vache de 600kg. »L'encombrement« d'un fourrage est donc très différent suivant sa nature certains fourrages encombrant peu et sont très ingestibles et vice versa. L'ingestibilité et la digestibilité d'un fourrage diminuent donc simultanément lorsque le stade de végétation augmente (sauf dans le cas de maïs fourrage). Des fourrages d'espèces botaniques différentes peuvent cependant avoir une digestibilité identique et des digestibilités différentes, si leur vitesse de transit dans le rumen est différente.

1.10.6. Encombrement du concentré

Lorsqu'une certaine quantité de concentré est ajoutée à une ration de fourrage consommée ad libitum il se produit un phénomène d'une importance extrême pour le rationnement : le phénomène de substitution. Le concentré offert est consommé intégralement. En même temps la quantité de fourrage spontanément consommée diminue. On appelle taux de substitution de concentré le rapport $S = \frac{Y}{X}$ où Y est la quantité de matière sèche de fourrage consommée en moins (en kg) et X la quantité de concentré consommée en plus. Il faut distinguer le taux de substitution marginal $S = \frac{dy}{dx}$ qui peut varier en fonction de la quantité de concentré utilisé et le taux de substitution globale qui est le rapport précédemment défini en prenant en compte la totalité du concentré utilisé dans la ration (c'est celui qui est utilisé pour le calcul du rationnement).

Exemple

- Consommation d'ensilage seul ad libitum 45kg, soit 14kg de MS
- Ration mixte : consommation d'ensilage : 35,5kg soit 11kg de MS

concentre 5kg soit 4,4 kg MS

Le taux de substitution global du concentrate est de $(14-11)/4,4=0.68$

il faut bien connaître l'évolution et les conséquences de ce phénomène de substitution.. permet de se rendre compte ce qui se passe au niveau d'une ration mixte.

L'encombrement du concentrate ne dépend pas de ses caractéristiques propres mais du taux de substitution donc des caractéristiques de la ration et de la valeur d'encombrement du ou des fourrage utilisés.

Dans une ration mixte en effet x kg de concentrate ont pris la place de y kg de fourrage donc par définition l'encombrement de ces aliments est identique

On a donc :

$Y \times \text{valeur UE fourrage} = X \times \text{valeur UE du fourrage} = X \times \text{valeur UE du concentrate}$

Exp 2 p 147

1.10.7. Les phases critiques du rationnement

Les phases critiques du rationnement énergétique se situent aux deux extrémités du cycle début de lactation

tarissement

En début de lactation en effet l'appétit de l'animal est toutes choses égale par ailleurs , insuffisant pour couvrir la totalité des besoins énergétiques en période de tarissement l'inadaptation de l'apport énergétique aux besoins peut avoir des répercussions très marquées a la fois sur la lactation future et sur la pathologie nutritionnelle péri et post partum (fig.7)

A. Rationnement en début de lactation

L'appétit n'augmente que lentement après la mise bas et n'atteint son maximum qu'entre le 3eme et le 4eme mois alors que la production maximale va être atteinte vers la troisième ou quatrième semaine. L'animal va donc mobiliser ses réserves énergétiques (tissu adipeux) accumulées pendant la période précédente. cette mobilisation est normale physiologique. elle est d'autant plus importante que le niveau de production est élevé.

La transformation de l'énergie mobilisée a partir des réserves se fait avec un excellent rendement de l'ordre de 80% donc très supérieur au rendement de transformation de l'énergie nette de la ration en lait .elle se traduit pas des modifications métaboliques liées a la négativité du bilan énergétique et a la lipomobilisation baisse de la glycémie, augmentation des corps cétoniques (β -hydrox butyrate).

L'importance de cette lipomobilisation a pu être mesurée par des dissociations comparées ou des méthodes de mesure de réserves adipeuses basées sur la dilution de

marqueurs isotopiques permettant de mesurer la quantité d'eau totale de l'organisme et par différence les réserves adipeuses.

D'après Chilliard et al. une vache en bon état produisant 25 kg de lait au pic de lactation contenant 135 kg de lipides dans son organisme peut en mobiliser 15 à 20 kg sans aucune conséquence défavorable ; pour une production de 35 à 40 kg elle peut mobiliser 40 à 50 kg de lipides.

En fait l'animal est capable le cas échéant de mobiliser des quantités de lipides beaucoup plus élevées mais cette mobilisation excessive est accompagnée à la fois d'une baisse de production et de risques pathologiques élevés.

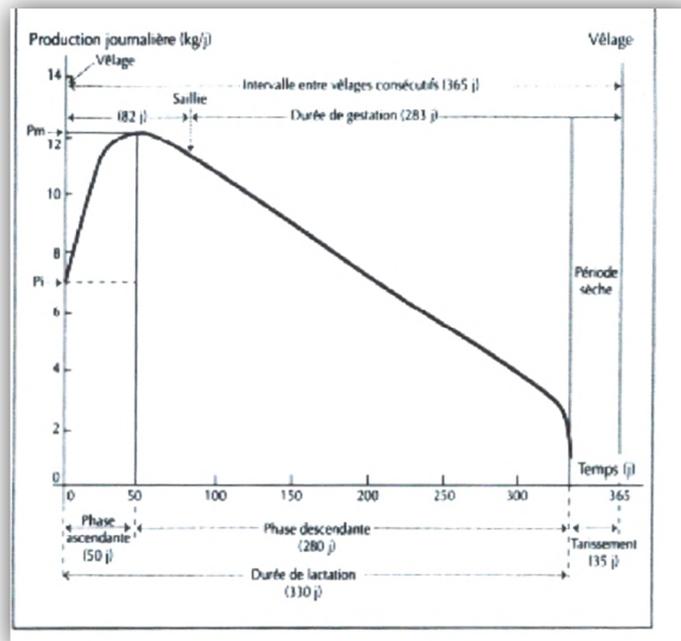
La sous-alimentation en début de lactation doit donc être raisonnée en fonction de l'état d'engraissement de l'animal au vêlage (normalement les animaux doivent être en bon état sans excès d'embonpoint), contrôlée et limitée.

Cependant un bon rapport énergétique ne doit pas se faire au détriment d'un élément important de la ration qui est la cellulose et de manière plus générale les fibres.

Pour permettre l'optimisation des fermentations dans le rumen et éviter les troubles liés aux acidoses la ration doit renfermer un minimum de 16 à 17% de cellulose weende par rapport à la matière sèche. Ce minimum est d'autant plus difficile à assurer que le niveau de production et donc le niveau de concentré est plus élevé. Mais il peut être insuffisant même avec des niveaux de productions moyens avec des rations de base riches en pulpes de betteraves ou en sous-produits divers de l'industrie agro-alimentaire.

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

(Figure 1).



☞ *Figure 4*: Courbe de lactation (d'après Ramaherijaona, 1987 rapporté par Meyer et Denis, 1999)

Selon FAVERDIN 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, et 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. (SAUVANT, 1984, rapporté par JOURNET et CHILLTARD, 1985).

Début de lactation

C'est la phase croissante de la lactation, les quantités de lait augmentent d'autant plus que le niveau de production est élevé (figure 2), l'accroissement entre la production initial (PI=moyenne des 4-5 et 6eme jours), et maximale hebdomadaire (PM), varie d'environ 6kg de lait pour les faibles productrices (PM=20kg chez les primipares, 25kg chez les multipares), a plus de 10kg de lait pour les fortes productrices (PM=30kg chez les primipares, 45kg chez les multipares), (FAVERDIN. 1987).

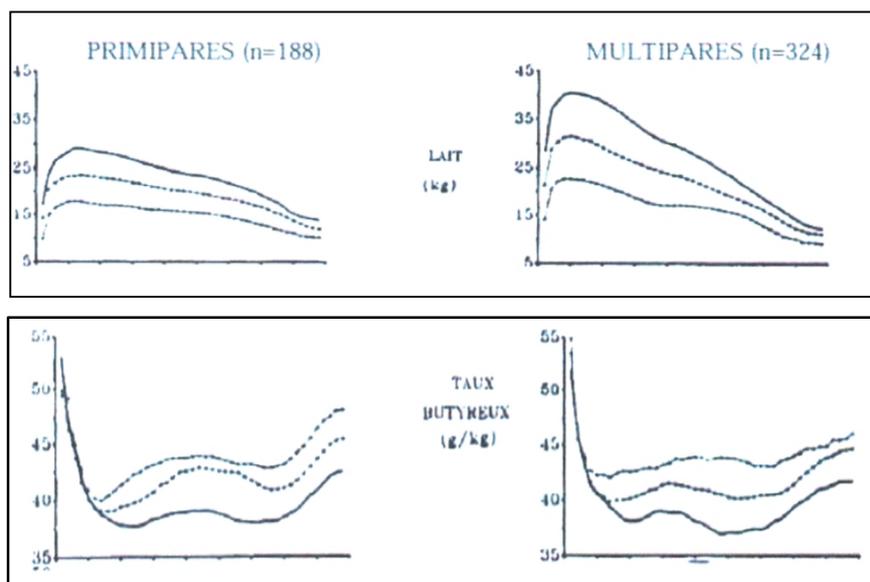
Un déficit énergétique inévitable est observé en début de lactation, causé par une très forte augmentation des besoins nutritifs et la faible capacité d'ingestion de la vache qui ne progresse que lentement. Cela conduira la vache à la mobilisation de ces réserves corporelles, qui sont de 15 à 60kg de matières grasses selon le potentiel des animaux.

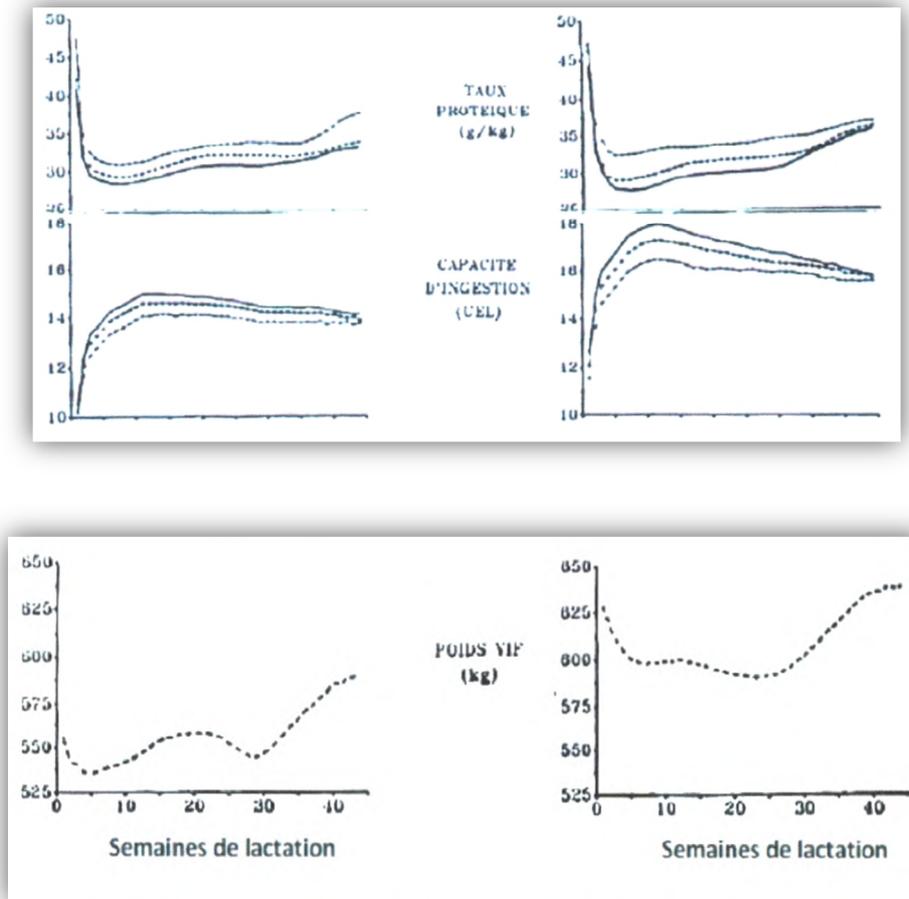
C'est l'apport énergétique nécessaire à la production de 150 à 600kg de lait. Concernant les réserves protéiques mobilisables elles sont beaucoup plus réduites et varient entre 5 et 10kg, selon le potentiel des animaux, soit l'équivalence pour la production de 100 à 200kg de lait (HODEN et AL. 1988).

Selon WOLTER (1994), le recours excessif à l'aliment concentré, durant cette période pour éviter le problème de la sous-alimentation, n'est pas une solution car cela peut causer des risques d'acidoses, suite à la diminution de la consommation du fourrage et les modifications des fermentations digestives. Pour surmonter ce problème de déficit énergétiques, en début de lactation, la vache devrait être en bon état corporel au vêlage et qu'elle soit capable de mobiliser ces réserves. La ration en début de lactation doit être constituée de fourrage de bon qualité, (>40%), d'un apport en aliment concentré (< 60%) et un taux de cellulose (> 16 à 18%), pour assurer une bonne fibrosité de la ration et un bon fonctionnement du rumen pour le maintien du TB du lait à sa valeur normale.

En début de lactation, les variations du taux protéique du lait sous l'effet du niveau des apports énergétiques sont faible comparativement à celles de la production laitière (le taux protéique augmente de 0.6g/kg pour 1kg/lj d'augmentation de la production laitière).

D'après COULON et REMOND (1991), cette augmentation du taux protéique est un peu plus importante dans les essais de longue durée (0.8g/kg pour 1kg/lj d'augmentation de la production laitière).





☞ **Figure 5** : Evolution de la production et de la composition du lait, de la capacité d'ingestion

Et du poids vif des vaches laitières au cours de la lactation

(D'après Faverdin et A 1, 1987)

SERIEYS (1997), note que la somme des besoins d'entretien, de la gestation et de la production de la vache laitière varient dans des proportions considérables de la fin d'une lactation jusqu'au pic de la lactation suivante et cela selon le niveau de production de ces animaux. D'après **MESCHY. (1992)**, la mobilisation des réserves minérales osseuses, et un processus physiologique inévitable en début de lactation, donc il faut profiter leur reconstitutions lorsque la capacité d'absorption est plus élevée (fin de lactation).

milieu de lactation

Selon **FAVERDIN et AL, 1987**, au cours de la phase décroissante de la lactation, les persistances de la production laitière, (entre les semaines 10 et 40), sont plus faible chez les multipares que chez les primipares (89.2% par mois contre 93.8%). Durant cette phase, le bilan énergétique devient largement positif, et la satisfaction des besoins azotés est plus faciles à réaliser en raison de leurs moindres dépendances de la capacité d'ingestion.

(MODEN ET AL, 1988)

Selon **CHILLIARD ET AL, (1983)** cités par **FAVERJMN ET AL, 1987**, la reconstitution des réserves corporelles doit commencer dès le milieu de lactation. En effet, la reprise d'un point d'état corporel (soit 30Kg de lipides et 40 à 45Kg de poids vif) nécessite en milieu de la lactation au moins 70 jours. Une vache laitière haute productrice a donc besoins d'au moins 4 à 5 mois pour reconstituer ses réserves corporelles. De ce fait .la réduction des apports nutritifs en cette période peut être préjudiciables à la santé de l'animal et à la qualité technologique du lait.notamment.la chute du taux protéique (**HODEN et AL. 1988**).

Pendant cette phase .les besoins de production de lait et ceux de la reconstitution des réserves corporelles doivent être satisfaits par un apport d'une ration alimentaire équilibré en énergie et en azote. Le rythme de distribution du concentré de production doit être en fonction de la qualité de la ration alimentaire équilibré en énergie et en azote .Le rythme de distribution du concentré de production doit être en fonction de la qualité de la ration de base. d'après **HODEN et AL, 1988**, seules les rations de fourrages ayant un rapport PDIIUFL voisin de 100g permettent des niveaux de production identique pour l'énergie et l'azote

Fin de la lactation

Cette période correspond aux deux derniers mois de la lactation. Elle se caractérisé par un chute plus importante de production qui résulte de l'effet des hormones de gestirm .La Ir progestérone qui a pour rôle l'inhibition des contraction de l'utérus ; empêchant ainsi la naissance prématuré a aussi un effet inhibiteur sur la lactogènes ; en supprimant la formation des récepteurs à la prolactine ; en inhibant la synthèse de la prolactine par la glande pituitaire et en bloquant la liaison des glucocorticoïdes avec leurs récepteurs(**MARTLNET et OUDEBINE ,1993**).

DULPHY et ROUL, 1988, notent que les vaches en fin de la lactation ont bien une capacité d'ingestion élevée qui leur permet d'être largement suralimentées (+2, 3 IJFL dans les 2 essais) et de reprendre du poids. Selon **WALTER, 2001**, pendant le dernier tiers de la lactation, si la consommation ou la concentration de la ration en élément nutritifs ne sont pas adaptées aux besoins des vaches, les apports excessifs en énergie conduiront à l'engraissement excessif des vaches dans le dernier tiers de la lactation (figure N°3). Cette erreur d'alimentation ne peut plus être corrigée pendant la période de tarissement.cet auteur rajoute qu'en fin de la lactation, les fourrages peuvent suffire à

couvrir les besoins nutritifs des vaches ayant une grande capacité d'ingestion ; de sorte que les apports supplémentaire d'aliments concentrés sont superflus. C'est en fin de la lactation que l'éleveur commence à préparer la vache au tarissement en réduisant les apports alimentaires essentiellement le concentré de production; donc il est primordial que l'éleveur connaisse bien la consommation de ses bêtes et la valeur nutritive des aliments qu'il met à leur disposition.

B. Rationnement en période de tarissement

Pendant la période tarissement les besoins de la vache sont réduits au besoin d'entretien et à l'élaboration du fœtus. Mais elle doit très souvent reconstituer ses réserves lipidiques afin de pouvoir les mobiliser au début de la lactation future.

Des vaches trop maigres au vêlage ne pourront mobiliser suffisamment de lipides et leur production s'en ressentira.

Inversement un engraissement excessif pendant le tarissement présente des inconvénients graves en facilitant l'apparition d'une pathologie nutritionnelle multiple : syndrome de la vache grasse, troubles de la production, hypocalcémie vitulaire cétones.

Le problème du rationnement en période de tarissement est en théorie simple puisqu'il n'y a pas de contrainte liée à l'appétit de l'animal. Il suffit de raisonner l'apport énergétique en fonction de l'état d'engraissement des vaches en fin de lactation. En fait la traduction pratique de cet axiome est souvent difficile dans la mesure où les vaches tariées ne peuvent être excessivement énergétiques (ensilage de maïs en libre service, pulpes etc.). Avec des rations de au contraire très médiocres la suppression des concentrés aboutit à un niveau énergétique insuffisant pour reconstituer les réserves. On peut dire en pratique qu'il y a autant de troubles et de baisse de production qui sont dues à une sous-alimentation qu'à une suralimentation pendant la période de tarissement.

C. Transition entre la période tarissement et le début de lactation :

L'augmentation rapide des besoins après la mise bas contraste avec le niveau relativement modeste d'alimentation en fin de gestation. Pour permettre une bonne transition entre les deux périodes sans à-coups et perturbation ni de l'appétit ni de la flore du rumen on ménage avant la mise bas une période de transition alimentaire appelée préparation au vêlage ou steaming. Au cours de cette période on va distribuer une quantité croissante de concentré (voir chapitre rationnement) pour habituer la vache à la consommer et à le digérer en grandes quantités. Le but du steaming n'est donc pas d'apporter un supplément d'énergie qui d'ailleurs

est souvent inutile avec les bonnes rations de base mais d'habituer l'animal à la ration qu'il consommera en début de lactation.

D. Niveau énergétique et performances de reproduction :

Les deux périodes critiques envisagées le sont également pour les performances de reproduction (figure.8.) .l'ajustement le plus exact possible des apports aux besoins au moment de la fécondation est un facteur essentiel de fécondité.des enquêtes déjà anciennes (gascon et Loisel) ont montre que des déséquilibres en énergie de plus ou moins une UF au moment de la fécondation avaient une influence défavorable sur la fécondité.

En pratique un bilan énergétique négatif (qui s'accompagne d'hypoglycémie) rend l'animal infertile.la période la plus sensible se situe 3 semaines avant et après l'insémination, une sous alimentation ayant une influence négative sur l'ovulation et sur le développement embryonnaire.

Cependant la technique du flushing (apport supplémentaire de concentrés dans la période d'insémination) n'est efficace que si le niveau d'apport global est insuffisant.si ce flushing aboutit à une nette suralimentation par rapport aux besoins théoriques il a un effet négatif (travaux de Girou et Brochart).

Il convient d'être extrêmement rigoureux dans le rationnement énergétique à cette période.il faut souligner qu'en cas d'infécondité d'origine nutritionnelle c'est le premier point et le plus important à vérifier avant de s'occuper des vitamines ou des minéraux.

Une erreur de rationnement énergétique a également une très grosse influence sur la fécondité en période de tarissement .la suralimentation pendant cette période aboutit au syndrome de la vache grasse avec recrudescence d'accidents au vêlage et après le vêlage :part languissant , retentions placentaires , retard d'involution interne, métrites.

Chapitre IV

Les pathologie lies
aux carences
alimentaires

1.11. Les pathologies lies aux carences alimentaires et les maladies métaboliques :**I.111. Les Météorisations :**

Les fermentations digestives dues aux micro-organismes vivant dans la panse produisent de grandes quantités de gaz (ammoniac, gaz carbonique, méthane).

Ces gaz sont éliminés par un réflexe d'éructation. Si l'éructation est bloquée, les gaz emprisonnés dans la panse le font gonfler (la vache météorise).

Il existe deux sortes de météorisation :

a. Gazeuse : les gaz s'accumulent dans la partie supérieure du rumen et ne peuvent pas s'évacuer parce que le cardia est noyé par un remplissage anormal de la panse, ou parce qu'il est paralysé par des substances toxiques, et par fois l'œsophage est obstrué.

b. Spumeuse : les gaz sont emprisonnés sous forme de petites boules dans une mousse au milieu de la masse des aliments en digestion ; due à la consommation de tiges et feuilles (légumineuse, crucifères, ou graminées jeunes) ou de grains.

A. Traitement :

En cas d'une météorisation gazeuse, il faut évacuer rapidement les gaz, à l'aide d'une sonde œsophagienne ; si non l'usage d'un trocart est essentiel.

Mais en cas d'une météorisation spumeuse ou administre par la bouche, à l'aide d'une bouteille ou d'un pistolet drogueur ou encore par tubage œsophagique, des régulateurs biochimique du rumen, carbonate de calcium et carbonate de Mg⁺⁺

B. Prophylaxie :

la lutte contre la météorisation comprend :

- Il faut respecter la transition alimentaire, notamment au passage de la stabulation hivernal au pâturage. Le passage d'une pâture sans légumineuses à une pâture riche ne légumineuse nécessite à une distribution d'un bon foin de graminées.

Intervalle souhaitable entre deux passages sur une même parcelle doit donc être supérieur à un mois et demi.

I.11. 2 L'Acidose du Rumen :

Le PH du rumen résulte des quantités d'acide fermentaires terminaux de la digestion des glucides, d'ammoniac et de substance tampon. Donc l'acidose dans ça forme aigue et suraigüe frappe en générale les animaux qui consomment accidentellement de très grande quantité de farines ou de grain de céréale, en peut de temps.

La présence d'amidon et de sucre très fermentescible favorise la multiplication rapide de bactéries produisant de l'acide au détriment de l'autre acide gras volatil.

A. Traitement :

Il faut le plutôt possible :

- Lutter contre la déshydratation et l'acidose métabolique, administrant, par injection intraveineuse et en grande quantité, une solution alcaline.
- Vider le Contenu du rumen par opération chirurgicale.
- Restaurer la flore microbienne par rapport de jus du rumen frais ou lyophilisé.

B. Prophylaxie :

Elle consiste à éviter les baisses durables du PH du rumen. Pour cela, il faut :

- Associer à l'aliment rapidement mastiqués, des aliments à mastications plus longue.
- Tenir compte de l'importance relative de l'amidon et des glucides du concentré.
- Faire une transition alimentaire sur deux semaines pour que la flore du rumen s'adapte aux nouveaux aliments.

Fractionner la distribution du concentré pour régulariser le PH du Rumen.

I.11.3. L'acétonémie des vaches laitières :

Est une maladie des vaches laitières fortes productrices. Elle est due à l'accumulation excessive des corps cétoniques (acéto-acétate, et β hydrox butyrate) dans le sang.

En début de lactation, la vache a des besoins très importants en glucose pour synthétiser le lactose.

Ces besoins sont maximaux à partir de la troisième semaine après le vêlage.

Le déficit énergétique se traduit par immobilisation importante des réserves graisseuses.

Leur dégradation produit une grande quantité des corps cétonique qui vont s'accumuler dans le sang à des concentrations toxiques.

IA Traitement :

le traitement consiste à administrer un mélange de 300 à 500g de Mono propylène-glycol (MPG)

et de 150 à 300g de préopinane de sodium. Si non un apport de glucose par voie intraveineuse doit être réalisé en début de traitement, à la dose de 0.05g/kg de poids vif.

B. Prophylaxie :

La prévention de l'acétonémie consiste d'abord à limiter la mobilisation des réserves corporelles du corps, pour cela il faudra nourrir les vaches en productions avec des fourrages très digestibles et très digestibles. Ces fourrages de qualité bien conservés doivent de plus être correctement complétés en azote et en énergie pour couvrir le maximum des besoins de production au démarrage de la lactation.

I.11.4 L'alcalose :

Résulte d'une accumulation dans le rumen, à la suite d'ingestion excessive d'azote souille apporté par des plantes, par exemple l'herbe au printemps, les légumineuse les pailles traitée qui n'ont fixé l'ammoniac ou l'urée. La production massive d'ammoniac élève le PH du rumen. Il ya alcalose quand il est supérieur à 7.2.

A. Traitement :

consiste à administrer à la sonde œsophagien 1L/100Kg de poids vifs de vinaigre (acide acétique 5%), dans 25 à 50L d'eau froide en plus le traitement et compléter par l'administration d'hépatoprotecteur et de vitamine B1.

B Prophylaxie :

elle repose sur l'équilibre entre l'apport azoté et énergétique.

Respecter la transition alimentaire.

Ne pas dépasser 15% de l'azote totale dans la ration des vaches en fin de gestation ou en lactation, et 40% de l'azote totale dans la ration des animaux a l'entretien.

I.11.5.La Tétanie :

est la conséquence d'une chute du taux du Mg^{++} Sanguin(Hypomagnésémie). La cause favorisante est la brusque mobilisation des réserves adipeuse, l'occasion d'un stress.

A.Traitement :

est constituée par l'injection intraveineuse d'une spécialité contenant un sel de Mg^{++} et de Ca^{++}

associer à des glucoses.

B. Prophylaxie :

la transition alimentaire au moment de la mise à l'herbe et des apports suffisant de Mg à l'étable constitue le principal moyen de prévention.

1.11.6 La fièvre du Lait :

est toujours caractériser par une baisse du Ca^{++} sanguin ou hypocalcémie, sa concentration devient inférieur à 6mg par 100ml.

A . Traitement :

une injection par voie intraveineuse 25g de gluconate de calcium remonte immédiatement le taux d'hypocalcémie.

B Prophylaxie :

La lutte repose sue le bon équipement de l'alimentation pendant le tarissement :

Veiller à un apport de Ca^{++} 55à 70g/vache/jours.

Éviter la suralimentation énergétique se traduisant par une note d'état de 4 ou plus pour les

vaches fortes productrices en 3^{ème} lactation et plu ; qui déjà eu une fièvre vitulaire l'année ou les années précédentes.

Des injections de la vitamine D3 entre 36 ème et la 72 ème heure avant le vêlage.

I.11.7 La Diarrhée nutritionnelle des adultes :

La diarrhée n'est pas toujours qu'un symptôme ; elle parfois elle-même une maladie.

Augmentation de fluidité du contenu intestinal se produit dans deux circonstance nutritionnelle :

après un arrêt de la digestion ou suite à un abreuvement excessive.

Après un arrêt de la digestion il s'agit d'une diarrhée réactionnelle à un déséquilibre alimentaire important.

*Un excès du glucide soluble ou facilement hydrolysable (céréale, fruit ...).

*Un excès d'azote notamment soluble.

*Un excès d'eau de constitution du fourrage consommé faible en MS.

Suite à un abreuvement excessif après une privation accidentelle d'eau.

A. Traitement :

les anti-diarrhéique spécifiques (salicylate basique d'aluminium) associé au Kaolin ou à la silice, la Caroube...

B. Prophylaxie :

il faut notamment éviter le risque du gel de l'eau, des abreuvoirs pendant plus de 6 heures.

Une eau trop froide en période de stabulation n'en sera pas bue en quantité suffisante ; de même, une trop eau chaude sera peu consommé.

I.11.8. Carences en minéraux

I.118.1. Le phosphore :

Il a été reconnu depuis longtemps comme un facteur limitant de la reproduction chez les femelles bovine. Dès 1906 JORDAN et coll. Notèrent déjà une dépression de la fertilité chez les vaches souffrant d'une carence ou d'une sub-carence en phosphore. THEILER, GREEN, et coll, (1924-1928) avaient constatés que le pourcentage moyen de naissance chez les vaches ayant une alimentation déficiente en phosphore ne dépasse pas 56.5 % contre 87.5 %, chez celles recevant une ration supplémentée en phosphore, parmi ces derniers 66.1% ont mis bas un veau par an pendant les trois années d'expérience, par contre, parmi les vaches ayant reçues la même ration mais non supplémentée en phosphore aucune n'a donné un veau par un an, 65 % ont donné deux veaux et 35 % un veau sur 3 ans. De nombreux autres dans leurs travaux de recherches sur l'amélioration de la fécondité, ont montré l'efficacité d'une supplémentation en phosphore signalons entre autres les travaux de O'MOORE (1952),

HIGUETT, FERRANDO et METIVIER (1957-1963). Le phosphore conditionnerait la sécrétion antéhypophysaire d'hormones gonadotropes folliculinisantes (WALTER 1973).

Lorsque la carence survient chez les sujets jeunes on observe un retard de maturité sexuelle, et les premières chaleurs sont tardives et n'apparaissent qu'à l'âge de 18 à 24 mois, la première mise bas ne se produit pas avant 3 ou 4 ans.

Chez les adultes, on a l'installation d'une infécondité et le risque d'une résorption embryonnaire est fréquente (SENOUCI-BERERSI, 1972).

De plus, les carences en phosphore entraînent un mauvais fonctionnement des ovaires avec augmentation des ovulations sans chaleurs et les chaleurs qui apparaissent sont irrégulières. Et si la carence persiste, l'anoestrus devient permanent (HAFEZ, 1968).

Selon MORROW (1969), les carences en phosphore présentent des risques accrus, de faible taux de réussite de l'insémination artificielle ou de kystes folliculaires.

Par contre, PACCARD (1977) estime que de fortes valeurs de phosphore plasmatique sont associées à des troubles de fertilité alors que dans certaines conditions une supplémentation en cet élément augmente à la fois la teneur sanguine et la fertilité par rapport aux animaux témoins (LITTLE, 1975).

I.11.8.2. Le calcium :

Si les carences en phosphores sont bien connues pour leur action sur la fécondité, le calcium a peu d'influence sur la reproduction (DERIVAUX, 1958) néanmoins, un apport minimum de calcium est nécessaire pour que le métabolisme du phosphore puissent se faire dans des bonnes conditions (SENOUCI-BEREKSI, 1912).

Le calcium intervient dans l'activation du système contractile du muscle utérin, pour cela, les carences en calcium sont à l'origine des rétentions placentaire, des retards d'involution utérine, des métrites ainsi que des retards de la fécondation (ENJALBERT, 1994), ainsi le même auteur signale que des apports importants de calcium en début de lactation, associés à de la vitamine D permettent d'accroître l'involution utérine et la reprise des cycles ovariens.

L'involution utérine chez la vache qui consomme 200g de calcium, s'effectue précocement que chez celles qui consomment 100g de calcium. La prise du calcium est importante pour prévenir la fièvre vitulaire qui augmente l'incidence des dystocies et des rétentions placentaires (MORROW, 1980). THEILER cité par (CRAPELET, 1952), trouve qu'à coté des vaches témoins ayant une moyenne annuelle de 0.51 veaux, des vaches recevant un supplément de poudre d'os ont une moyenne annuelle de 0.80 veaux et que cette amélioration de fécondité est liée à des chaleurs plus régulières et plus constantes néanmoins

l'hypocalcémie puerpérale peut être la conséquence d'une hypercalcémie en fin de gestation par des apports de calcium supérieur à 65g/jour.

I.118..3. Magnésium :

Les déficits en Mg peuvent retarder l'involution utérine (PARAGON, 1991).

Selon AVRIL (1975), le déficit en Mg n'aurait pas une influence spécifique en Mg.

PACCARD (1973), les fortes fumures azotées qui diminuent la teneur en Mg ont tendance à baisser la fertilité.

I.11.9 Oligo-éléments :

Bien que présent à des doses trop faibles dans l'organisme, les oligo-éléments jouent un rôle catalytique important en association avec les systèmes enzymatiques et également dans les synthèses hormonales. PACCARD (1973) a souligné que les oligo-éléments et les vitamines se caractérisent par le fait qu'en cas de carence, le fœtus est plus atteint que la mère.

I.11.9.1. Le cuivre :

Selon DREAS et al, (1979) la supplémentation en cuivre conduit à une réduction de l'intervalle vêlage et la durée de l'anoestrus post-partum. Une carence en cuivre est traduite par des rétentions placentaires et des retards dans l'involution utérine, BONNEL (1985). PETROV, cité par PACCARD (1973) a trouvé des teneurs faibles en cuivre dans les ovaires des vaches présentant des kystes.

Une carence en cuivre entraîne une diminution d'activité ovarienne et une mortalité embryonnaire, ainsi que de l'infertilité (HIDIROGLOU et al 1979).

Une corrélation entre cuivre et magnésium a été mise en évidence sur l'intervalle vêlage insémination fécondante (INGRAHAM et al, 1987).

I.11.9.2.L'iode :

L'iode thyroïdien stimule l'activité gonadotrope de l'hypophyse (ENJALBERT, 1994) donc participe aussi au contrôle de l'activité ovarienne (AVRIL, 1975). La carence en cet élément entraîne une diminution voir un arrêt de l'activité ovarienne (HIGNETT, 1950), HIDIROGLOU (1979) conclue que la carence en iode susceptible d'induire une baisse du taux de réussite des inséminations artificielles.

Une diète très déficiente en iode chez les femelles gestantes peut provoquer des mises bas prématurées avec des veaux mort-nés ou des veaux faibles, la rétention placentaire est fréquente. Dans les élevages des régions carences en iode, un équilibre en ce minéral dans la ration facilite la détection des chaleurs et améliore ainsi la reproduction (BOUPAH MOHAMED SEDDIK, 1981-1982).

I.11.9.3. Le cobalt :

Les carences en Cobalt rendent les ovaires non fonctionnels (WAGNER, 1988) et une diminution significative du taux de conception causée par un retard de l'involution utérine (KAIDI, 2002). Le Cobalt constitue l'atome central de la vitamine B₁₂ synthétisée par les bactéries du rumen en présence de cet élément (Co), il est impliqué dans la neoglycogénèse à partir du propionate, donc on peut rapprocher les correspondances de la carence en Cobalt de celle de déficits énergétiques (HIDROGLOU, 1979).

I.11.9.4. Manganèse :

Son influence est controversée. Une carence en manganèse entraîne un retard de l'oestrus, une diminution de la fécondité et des résorptions embryonnaires. Pour d'autres, cette substance n'a aucun rapport avec la fécondité (SENOUCI – BEREKSI, 1972).

Selon PACCARD (1973) le manganèse joue un rôle catalytique dans les enzymes phosphorylantes. En cas de carences, les métabolismes de l'ovaire et de l'os sont affectés par suite de carence intracellulaire, aussi la fertilité des vaches diminue.

Selon HIDIRGOLOU, 1979, la carence en manganèse peut diminuer l'activité ovarienne et une baisse du taux du réussite à l'insémination artificielle, son action serait liée à l'implication de cet oligo-éléments dans la synthèse du cholestérol précurseur des hormones stéroïdiennes.

I.11.9.5. Zinc :

Le zinc agit au niveau des phénomènes de reproduction au niveau des ovaires et de l'embryon. Une carence en zinc pourrait donner une atrophie ovarienne avec une réduction du taux de fertilité et aussi provoquer des avortements (PETKOV, cité par PACCARD 1973).

Le zinc pourrait jouer un rôle en tant qu'activateur des enzymes stéroïdogènese (PIPER et SPEARS, 1982), et un transporteur de la vitamine A (ENJALBERT, 1994). La carence en zinc entraîne des troubles ovariennes et une diminution de la libido (MILLERT et DAIRY, 1970).

I.11.9.6. Le Sélénium :

Les carences en sélénium peuvent affecter le développement embryonnaire et foetal et peut aussi se manifester par des lésions musculaires à l'occasion du vêlage, par contre, l'excès est responsable de rétention placentaire (PACCARD, 1973, LAMOTHE, 1990) et de diminution de la fertilité jusqu' à un taux de 34.4%, avec un taux de gestation après première insémination de 48.6%. Cette dernière est représentée par : l'anoestrus, les kystes ovariens et un retard d'ovulation (JUKOLA et AL 1996).

Le sélénium pourrait être impliqué dans la contractilité de l'utérus (SEGERSON et al, 1996). Ainsi des injection sélénium réalisées trois semaines avant le vêlage accélèrent l'involution utérine sur des vache à mérites (JULIEU et AL, 1976, HARRISON et al 1986).

I.11.10. Les carences en vitamines :

A. La vitamine A :

Elle est très sensible à la lumière et à l'oxydation, la vitamine A à un spectre très vaste puisque elle intervient dans le métabolisme glucidique, lipidique et protéique. La vitamine A préserve l'intégrité des épithéliums germinatifs et utérins. Elle favorise la déhiscence des follicules de DEGRAAF et la nidation, à ce titre, elle stimule les chaleurs et on renforcerait les manifestations. Par ailleurs, elle participe à la prévention de la mortalité embryonnaire (WOLTER, 1971) et de la rétention placentaire. La vitamine A est nécessaire au son fonctionnement de système enzymatique (CRAPLET, 1952).

La carence en vitamine A augmente le risque de la non délivrance et des mérites, (RHANISH et AL 1992). Cependant, les vaches présentant une déficience en vitamine A ont un cycle oestral normal mais les chaleurs sont discrètes, après fécondation, le risque de mortalité embryonnaire est élevé (ENJALBERT.1994).

Selon HAFEZ (1968). L'effet essentiel d'une carence en vitamine A est la kératinisation de l'épithélium vaginal qui devient ainsi très sensible à l'infection et une teneur sanguine de 15 mg ou inférieur, s'accompagne de l'infertilité et même de la stérilité.

B Les B caroténoïde :

Les B caroténoïdes (précurseurs de la vitamine A) jouent un rôle vital dans la reproduction car il a été trouvé que le corps jaune chez les bovins contient une grande concentration en B carotène et certains auteurs déclarent que la B. carotène participe à la synthèse de la progestérone (ZEGMUNT et al. 1994), alors que d'autres n'ont pas constaté d'effet direct de la B-carotène sur la reproduction (ENJALBERT, 1994).

C. La vitamine E :

Selon (DRION et al, 1999) la principale action de la vitamine E et celle d'antioxydant biologique. La vitamine E et le Sélénium agissent de façon conjointe à plusieurs niveaux. Ils sont impliqués dans la destruction des produits d'oxydation des acides gras, de plus, ils réduisent l'incidence des cas des rétentions placentaires.

Elle agit selon DERIVAUX (1980), pour le maintient de l'intégrité épithéliale de l'endomètre en synergie avec la vitamine A.

Certains auteurs, associent l'effet des deux vitamines, A et E ; et estiment qu'elles sont la cause de chaleur irrégulières d'anoestrus et de résorption embryonnaire (HAFEZ, 1968).

Selon WARD et al (1971), la vitamine E intervient dans le contrôle de la phospholipase A₂, laquelle utilise l'acide arachidonique dans la synthèse de la prostaglandine.

D. La vitamine D :

La vitamine D agit directement sur la reproduction par l'intermédiaire du métabolisme phosphocalcique. WARD et al (1971) rapportent une augmentation de l'intervalle vêlages-première chaleur lors de carence.

D'après (DRION et al, 1979), la vitamine D agirait comme une hormone puisque de nombreux tissus, possèdent des récepteurs pour la vitamine tel que la parathyroïde, les organes reproducteurs, les îlots du pancréas.

Selon FERRANDO et BARLET (1980), la vitamine D n'est pas moins importante que la vitamine A, elle intervient dans la mobilisation du calcium, l'utilisation du phosphore.

E. Complémentation minérale et vitaminique (CMV) :

La supplémentation en minéraux et en vitamine aux bovins qui reçoivent déjà une ration bien équilibrée n'améliore en rien le taux de fertilité (AACILA, 2000).

La complémentation minérale et vitaminique est à considérer une fois analysée l'équilibre énergie / Azote/ Fibres ; il convient de vérifier que les animaux reçoivent approximativement leur ration minérale et vitaminique, et de corriger avec les formules de CMV adaptées aux fourrages utilisés. Certains excès ou carence sont des facteurs de risque d'infertilité.

Etude

Experimental

Chapitre II : Etude expérimentale

II.1 Objectifs :

Le premier objectif de l'étude consiste en une analyse de la production laitière sur une décennie de 2005 à 2014 au niveau de la wilaya de Tiaret. Le second objectif consiste à une étude comparée de deux systèmes de production laitière. A savoir :

- La ferme expérimentale de l'université IBN KHALDOUN
- La Ferme privée de HADIDI

Sur le plan rationnement, et à l'évaluation de la ration totale, afin de mettre en évidence le niveau de la production laitière selon les aliments disponibles au niveau de chaque ferme.

Le 3eme objectif comprendra l'estimation d'1 kg de lait

II.2 Schéma expérimental :

Il comprend :

- La production laitière 2005-2014
- Le nombre d'éleveur
- Les aliments disponibles
- L'effectif du cheptel de l'année 2014-2015 de chaque ferme
- Les aliments et leurs prix d'achat
- La production laitière de l'année 2014-2015

II.3 Matériel et méthodes

II.3.1. Matériel

L'espèce bovine BLM, BLA .

II. 3-1-1 L'habitat : Les conditions d'élevage sont classées sur la moyenne par rapport aux normes (litière, mangeoires, abreuvoirs,....)

II.3.1.2 Climat

Caractères climatiques généraux : climat froid en hiver et chaud en été.

II.3-1-3. Production agricole :

Constituée principalement de fourrage grossier , fourrage de vesce avoine , de paille et d'aliment concentré le VLB17, pâturage lorsque la parcelle est déclaré sinistrée et chaumes

II.3.2. Méthodes :

II.3-2-1. L'alimentation

Elle est à base de fourrages et de concentré (vlb17), la paille et le pâturage pendant le printemps et chaumes pendant l'été .

II.3-2-2 Les besoins en eau :

Pour l'abreuvement les capacités en eau sont satisfaisantes et dépassent largement les besoins de l'ensemble du cheptel et ce après enquêtes auprès des services de la DSA.

II.3-2-3. La saillie :

la saillie naturelle est plus utilisée, l'insémination artificielle est la caractéristique de quelques exploitations généralement les fermes pilotes .

II.4. Résultats et discussion

☞ **Tableau 1:** Production laitière wilaya par jour en Kg de lait période (2005- 2014)

Année	PL wilaya/ an	Effectif VL	PL an/vache	PL/j/vache
2005	36589000	15078	2426.66	8.36
2006	39286000	18078	2173.13	7.49
2007	40705000	20720	1964.52	6.77
2008	42806000	20020	2138.16	7.37
2009	50520000	22052	2290.94	7.89
2010	48352000	23350	2070.14	7.13
2011	51444043	24283	2125.42	7.32
2012	62164277	26186	2373.95	8.18
2013	65983000	26500	2489.92	8.58
2014	67700000	42579	1589.98	5.48
Moyenne	50554932	23884.6	2164.282	7.457

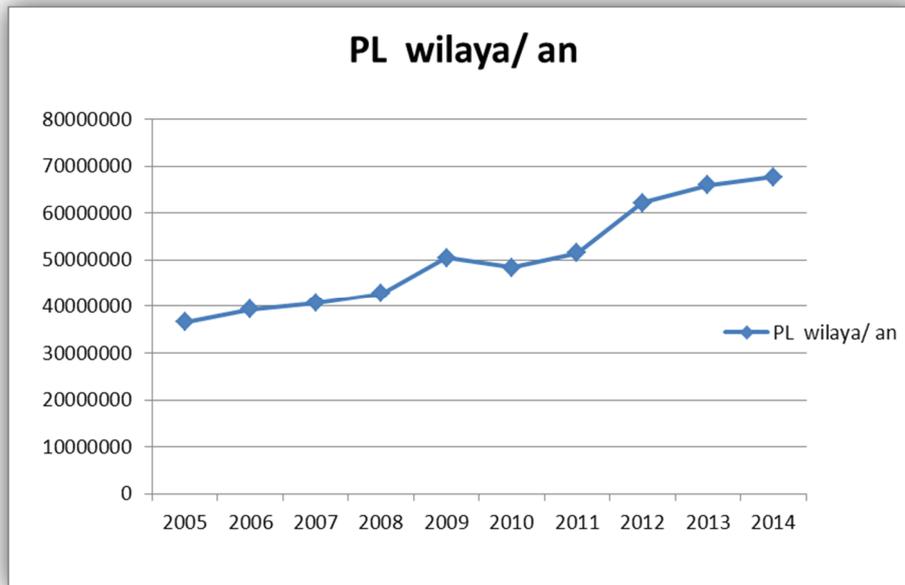


Figure 1 : Production laitière par wilaya par an.

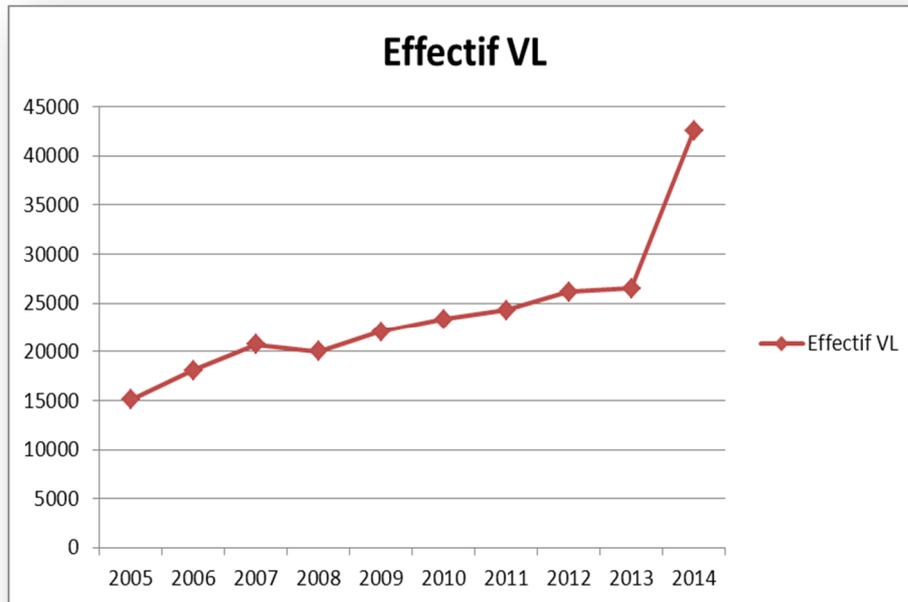
En Algérie, la filière lait s'articule autour de trois maillons principaux :

- à l'amont, une grande diversité d'élevages bovins ;
- les organismes de collecte et de transformation à la fois étatiques et privés
- les systèmes de mise en marché et les consommateurs

La production laitière moyenne durant la décennie 2005- 2014 est de l'ordre de 7.45Kg de lait par jour, elle reste faible. Cette production ne croit pas avec l'augmentation de l'effectif Plusieurs interprétations sont possibles :

- La non maîtrise des chiffres (chiffres erronés).
- Le programme de développement de la filière lait n'est pas adéquat à la région (manque de prairies permanentes , de culture en irriguées

L'éleveur ou le producteur ne maîtrise pas la technique de l'élevage bovin, un céréalier qui au fil des années se reconverti en laitier, sur le plan organisations du travail ces 2 métiers sont antagonistes . Le premier sème et attend la récolte qui est au détriment des conditions climatiques soit une période de 8 à9 mois d'attente et de non activité . En revanche le second métier c'est-à-dire le producteur laitier est confrontée quotidiennement à produire, ajouté à cela la non maîtrise de l'élevage, il ne peut être en aucun producteur de lait. La main d'œuvre utilisée dans les exploitations enquêtées est exclusivement du type familial la main d'œuvre salariée est plus réduite.

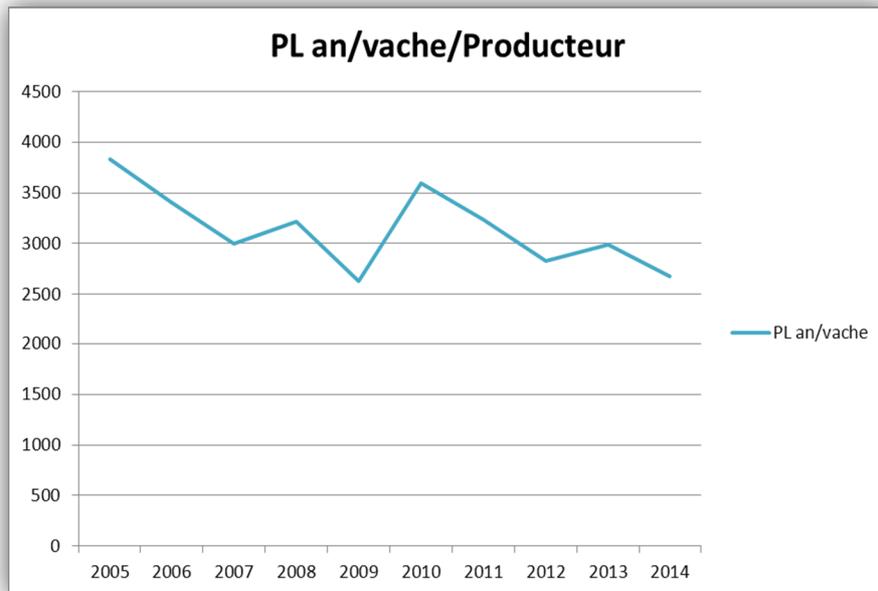


☞ *Figure2* : Effectif de vache laitière.

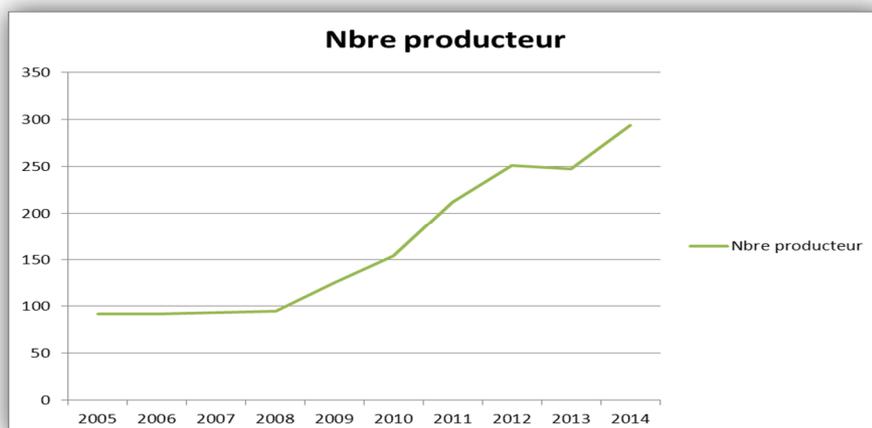
☞ **Tableau2** : Production laitière par vache et par producteur

Année	Nbre producteur	PL collectées	Effectif VL	PL an/vache	PL/j/vache
2005	92	6535502	2020	3835.29	11.15
2006	92	6687486	1962	3408.5	11.75
2007	93	5098371	1701	2997.27	10.33
2008	95	4291658	1334	3217.13	11.09
2009	125	4427111	1680	2635.18	9.08
2010	154	7794370	2166	3598.5	12.4
2011	212	8044983	2488	3233.51	11.15
2012	251	8516248	3007	2832.14	9.76
2013	247	9012217	3011	2993.09	10.32
2014	294	8791110	3284	2676.95	9.23
moyenne	165.5	6919905.6	2265.3	3142.756	10.626

Figure : nombre de producteurs décennie 2004 -2015



☞ **Figure 3** : Production laitière par producteur par vache et par an



☞ **Figure 4** : Nombre de producteur par an.

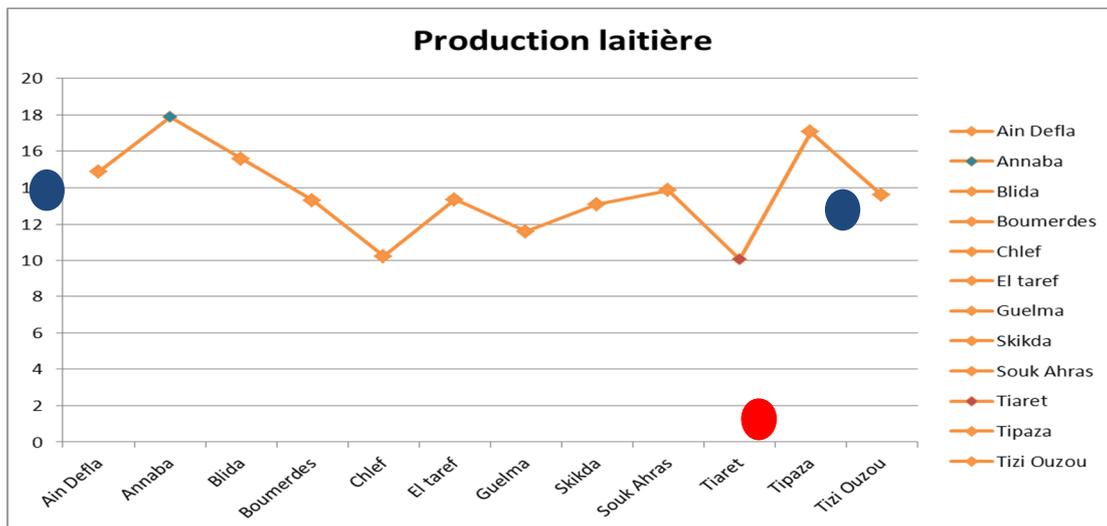
Comparons la production laitière permise par producteur, par vache et par an, nous observons paradoxalement plus le nombre de producteurs augmente plus la production laitière à tendance à diminuer ceci confirme que l'élevage laitier n'est pas à la portée de toute personne dite producteur. Il est impératif que l'état change de politique concernant la filière lait dans certaines régions du pays.

Face à la faiblesse de la production laitière locale et afin d'assurer la couverture de cette demande croissante, l'état a dû développer les importations du lait en poudre .

☞ **Tableau 3** : Production laitière par jour et par wilaya (source ITE)

Wilaya	Production laitière	Moyenne
Ain Defla	14.88	4.9
Annaba	17.9	6.59
Blida	15.6	5.98
Boumerdes	13.32	4.42
Chlef	10.24	5.76
El taref	13.35	5.02
Guelma	11.61	5.98
Skikda	13.1	7.68
Souk Ahras	13.85	5.72
Tiaret	10.09	6.2
Tipaza	17.07	4.42
Tizi Ouzou	13.59	5.43
Moyenne	164.6	6.81

☞ **Figure 5** : Production laitière par wilaya en Algérie.



Etude expérimentale

Tableau4 : superficie et production fourragère en quintaux période (2005- 2014)

Année	Superficie (ha)	Fourrage sec	Fourrage vert	Total
2005	48213	131800	18200	150000
2006	67791	1167800	220000	1387800
2007	35000	936898	147227	1084125
2008	29785	452000	17925	469925
2009	28000	1324000	476000	1800000
2010	44000	2135000	690000	2725000
2011	43980	1050000	314300	1364300
2012	40970	1502900	37255	1540155
2013	38903	1524600	475400	2000000
2014	38155	74600	203400	278000
Moyenne	41479.7	1029359.8	259970.7	1289330.5

La production en vert ne représente que 20% de la productions des fourrages totaux (secs et en verts) . la production laitière dans de pareilles conditions alimentaires est un non sens économique et d'élevage car la vache laitière moderne à haut potentiel est un animal physiologiquement sollicité jusqu'à des limites extrêmes, sur le plan métabolique son organisme est tout entier assujetti a celui de la glande mammaire. En effet tout déséquilibre nutritionnel est susceptible d'entraîner des pathologies métaboliques en effet qu'une vache donne du lait au cours d'une lactation , il faut encore qu'elle puisse faire une carrière suffisamment longue et qu'elle soit le moins souvent possible handicapée par des maladies métaboliques. Cette carence de production est caractérisée par :

Etude expérimentale

- irrégularité de la production fourragère
- absence de prairies
- facteurs climatiques très aléatoires.

La sélection augmente le potentiel productif des vaches laitières par contre l'erreur alimentaire va faire installer des formes insidieuses de pathologies ; infertilité, baisse de lait, boiterie, mammite, métrite, fièvre de lait.

Mois \ Source d'aliment	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Orge en vert												
Chaume												
Foin/avoine												
Son de blé												
VLB17												
Paille												

☞ *Figure6*: Calendrier Fourrager

Il ressort du calendrier fourrager, que l'alimentation est essentiellement constitué de l'herbe de pâturage pendant 3 mois, de chaume pendant 3 mois, de fourrage de vesce avoine pendant 12 mois, de son de blé pendant 12mois, d'aliments complémentaires VLB 17 de durée ne dépassant les 8 mois.

III étude comparée de deux systèmes de production laitière.

- Ferme expérimentale de l'université IBN KHALDOUN
- Ferme HADIDI

III.1-Ferme expérimentale

L'objectif de cette étude consiste à l'élaboration d'un rationnement, et à l'évaluation de la ration totale, afin de mettre en relief le niveau de la production laitière au niveau de la ferme expérimentale de l'université d'une vache de 500 Kg de poids vif

Tableau5 : Quantité distribuée, valeurs nutritives en Kg brut et par période.

Quantité Période	Aliment	Quantité distribuée	Valeurs en Kg Brut				
			UFL	PDIN g	PDIE g	Ca g	Pg
M-A M-Juin	Pâturage	12	0.16	12	15	5	12
J-Sep	Chaume	5	1.2	15	20	1.5	8
J-D	Fourrage d'avoine	4-5 kg	0.54	68	66	4	2.5
J-A	Paille	6	0.3	19	29	1	2
F-Mai	Son de blé	4	0.7	90	70	1.7	10
O-D	VBL17	3	1	70	100	0.5	3

Tableau6 : Quantité distribuée, valeurs en Kg brut et par période.

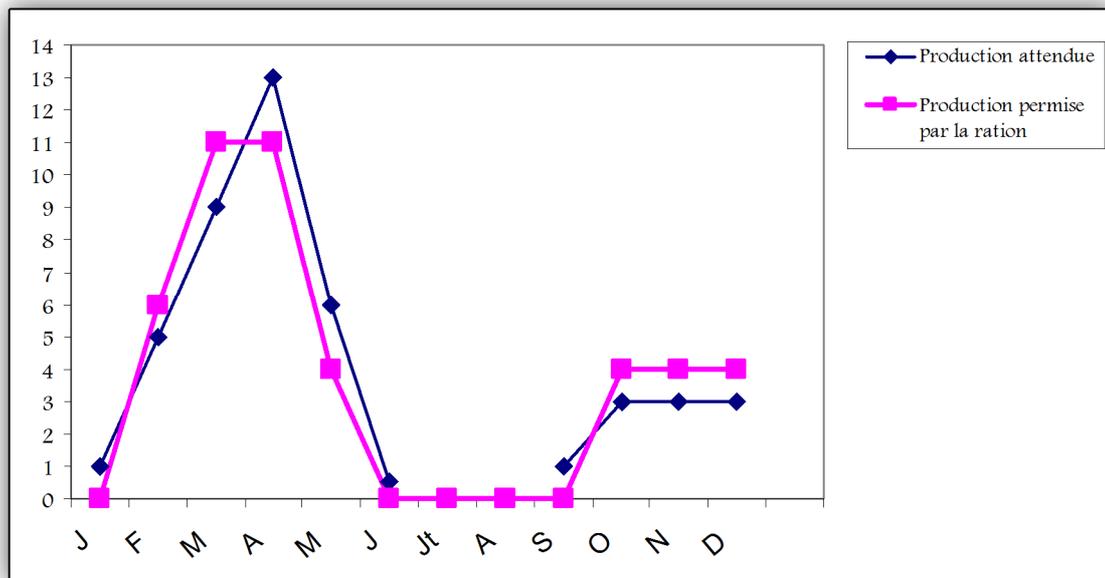
Aliments	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Pâturage			12	12	10	7						
Fourrage	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Paille	6	6	6	6	6							
Son		4	4	4								
VBL17										3	3	3
Chaume							5	5	5			
Total kg brut	10	14	28	28	24	12	10	10	10	8	8	8

Tableau7 : Ration totale de l'année 2014-2015 par mois.

Ration totale	UFL	PDIN g	PDIE g
J	3.96	386	438
F	6.76	746	718
M	8.92	886	898
A	8.92	886	898
M	5.56	536	588
J	3.82	424	435
Jt	3.7	415	430
A	3.7	415	430
S	3.7	415	430
O	5.7	550	630
N	5.7	550	630
D	5.7	550	630

Tableau8 : Récapitulatif production laitière 2014-2015

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne
Production attendue	1	5	9	13	6	0,5			1	3			4.2
production permise par la ration	0	6	11	11	4	0	0	0	0	4			4



☞ **Figure 7 :** Comparaison entre la production permise par la ration et la production signalée à la ferme.

Nous n'avons pas trouvé de discordance entre la production signalée et la production permise par cette ration.

III.3.2. La ferme HADIDI.

La ferme HADIDI, se situe sur la route de AIN Bouchekif à 5 Km du chef lieu sur des sols fertiles

- les ressources alimentaires de la ferme HADIDI sont :
- sorgho fourrager de avril à Octobre.
- Avoine durant la période hivernale de Octobre à Mars
- Paille en association,
- Son de blé,
- VLB 17
- L'orge
- La saillie s'effectue par mode de conduite naturelle, les géniteurs sont isolés des vaches dans un compartiment à part. l'intervalle élevage saillie est au environ de 50 à 60 jours.

Tableau9: Quantité d'aliment distribuée en Kg brut et par jour.

Aliment	J	F	M	A	M	J	Jr	A	S	O	N	D
Avoine	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Paille	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
V L B 17	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Sorgho fourrager				6	6	6	6	6	6	6		
Pâturage libre			10	12	12	2	-	-	-	-	-	-
Total brute Kg	20	20	20	36	36	36	26	26	26	26	20	20

Tableau 10: Récapitulatif des apports alimentaires.

Aliment	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Avoine	$7 \times 0.54 = 3.78$	$7 \times 68 = 4.76$	$7 \times 66 = 462$	$4 \times 7 = 28$	$4 \times 2.5 = 10g$
Paille	$6 \times 0.3 = 1.8$	$6 \times 19 = 114$	$6 \times 30 = 180$	$6 \times 1 = 6$	$6 \times 2 = 12$
V L B 17	$7 \times 1 = 7$	$7 \times 70 = 490$	$7 \times 100 = 700$	$7 \times 0.5 = 3.5$	$7 \times 3 = 21$
Sorgho fourrager	$6 \times 0.11 = 0.66$	$6 \times 12 = 72$	$6 \times 11 = 66$	$6 \times 4 = 24$	$6 \times 2.5 = 15$
Pâturage libre	$10 \times 0.16 = 1.60$	$12 \times 12 = 144$	$12 \times 15 = 180$	$12 \times 5 = 60$	$12 \times 12 = 144$

☞ **Tableau11 :** Récapitulatif production laitière par mois année 2014-2015.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N
Production Laitière	15,5	15,8	18,3	20,1	20,3	19,3	15,5	14,5	13	///	///

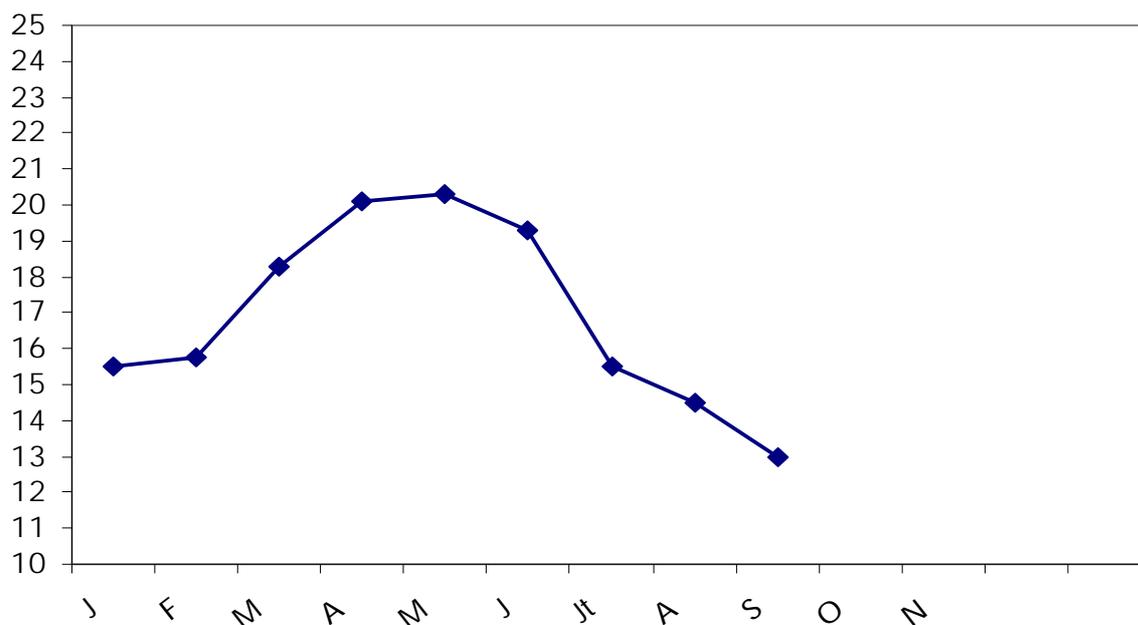


Figure 8 : Courbe de la production laitière par mois année 2014

La courbe de lactation possède l’allure de la courbe de lactation théorique avec une phase ascendante, en plateau et descendante.

III.3.3. Estimation du prix du kg de lait

	Prix kg brut en DA	Observations
Fourrages avoine	24	600DA la botte
Paille	22	450DA
Son	28	2800 DA le quintal
VLB17	42	4000
Total	116 DA	
Rendement lait de la ferme expérimentale	5 soit 23.2Da seulement pour les frais alimentaire soit 77% de frais alimentaire	

Cette entreprise ne peut en aucun être rentable car les frais alimentaire sont de 77% ; or en théorie lorsque les frais dépassent les 33% l’entreprise laitière n’est rentable pour cela il faut qu’il maîtrise aussi la reproduction c’est à dire 1 veau / an...Ce n’est pas le cas de notre producteur et d’une manière générale ce n’est pas le cas de l’Algérie.

Conclusion générale

Conclusion générale

Nous pouvons affirmer que la production laitière reste faible 10.09 Kg/J, cette faiblesse de rendement se caractérise par une conduite d'élevage extensif à base de fourrages grossiers « secs » en comparaison au système intensif de la zone littorale à base de fourrage vert.

Son développement ne peut s'imposer que si les bases théoriques nécessaires pour raisonner et établir un rationnement doivent être maîtrisés.

De ce fait l'étude comparée entre 02 systèmes de production montre que la wilaya Tiaret ne possède pas les potentialités d'un bassin laitier.

Néanmoins, l'exécution du rationnement n'est qu'une étape dans la démarche que peut réaliser le vétérinaire et le zootechnicien dans un élevage et non un aboutissement, seul la confrontation sur le terrain de cas concrets d'alimentation lui permet d'acquérir une réelle compétence.

Il est certain avec l'avènement des réformes, pour stimuler cette production et motiver l'éleveur, cette filière peut se développer.

Cependant, un développement ne peut s'inscrire que dans un contexte de développement durable où l'équilibre entre la production et l'environnement soit le plus harmonieux possible.

Au terme de notre étude il faut qu'il y ait une stratégie de développement de la filière lait

La filière lait dans la wilaya de Tiaret est confrontée à trois défis :

- le défi de nourrir une population en constante progression,
- le défi de s'intégrer dans un espace économique régional en mutation,
- le défi de résorber le chômage.

Pour son développement l'état accorde les priorités suivantes :

- Subvention du lait cru+ prime de production,
- Prime d'intégration par le remplacement du lait en poudre par le lait cru à raison 25DA/Kg.
- Acte gratuit de l'insémination,
- A la naissance constatée d'une velle par I.A une prime de 5000 DA est remise à l'éleveur,
- Une deuxième prime de 30.000,00 Da est remise à la catégorie génisse (produit par I.A).

Listes des références

1. **BONNEL A. (1985).** Ration déséquilibrée, fertilité menacée. Rev. Elev. Bov.
2. **COULON, J.B, REMOND, B. , 1991.** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. INRA, Prod , Anim., 4(1)
3. **CRAPLET C ; THIBIER M. (1973).** La vache laitière. Ed. VIGOT Frères, 3ème trimestre. ISBN 2.7114.0636.9.
4. **DULPHY ,J.P. ,ROUEL,J. ,1988.** Note sur la capacité d'ingestion de vache laitière enfin de lactation. INRA Prod , Anim., 1(2) .
5. **ENJALBERT F. (1994).** Relations : alimentation-reproduction chez la vache laitière. Le point vétérinaire.
6. **FAVERDIN P., HODEN A ., COULON, J. B., 1987.**Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. Bull. Tech. CRZV Theix ,INRA .
7. **HODEN , A., MARQUIS,B. DELABY, L ., 1988.** Association de bettraves fourragères à une ration mixte d'ensilages de maïs et de tréfle violet pour les vaches laitières. INRA Prod, Anim .
8. **HODEN, A., COULON , J .B.,FAVERDIN ,Ph. , 1988.** Alimentation de la vache laitière .In : Alimentation des bovins ,ovins et caprins(R.Jarrige).Ed. INRA, Paris.
9. **JOURNET M ., CHILLIRD Y .1985.** Influence de l'alimentation du lait (taux butyriques ,facteurs généraux). Bull . Teche .CRZV Theix INRA , N° 60 .
10. **MARTINET , J. ,HOUEBINE L.M. ,1993** Biologie de lactation Ed.INRA-INSERM .
11. **MESHY ,F. ,GUEGUEN, L, 1992 .**Alimentation des vaches laitières : Comparaison des recommandation d'apport en minéraux .**INRA Prod .Anim.**
12. **MOREL D'ARLEUX F, MARECHAL M, SAMSON R, DE MONTIGNY A, LEBRUN JM, RATIER F.** Utilisation des pommes de terre par les vaches laitières. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, 1996.
13. **PARAGON B.M. (1991).** Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : Importance et place des nutriments non énergétiques. Bull. G.T.V 4B.
14. **ROLLIN F.** Recommandations pratiques pour les apports en minéraux et vitamines chez la vache laitière en tarissement et en début de lactation [En ligne].
15. **SEEGERS H; MALHER X. (1996).** Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier. Point. Vét.

Listes des références

16. **SERIEYS F ., 1997 .** le tarissement de la vache laitière .2eme Ed .France Agricole Paris .
17. **WARD G; MARION G.B; CAAMPBEL C.W; DUNHAM J.R. (1971).** Influences of Calcium intake and vitamin D supplementation on reproductive performances of dairy cows. J. daity. Sci.
18. **WOLTER R. (1994).** Alimentation de la vache laitière. 2éme Edition. Ed. France Agricole.
19. **WOLTER S, 2001.** optimiser la préparation de la vache à sa nouvelle lactation. statoin 2fédérale.