

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des sciences agrovétérinaire et biologie

Département des sciences agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

en Sciences agronomiques

Spécialité : Alimentation et performances zootechniques chez les ruminants

ALIMENTATION DES BOVINS A L'ENGRAIS : CARACTERISATION DE QUELQUES ELEVAGES EN ALGERIE

Par

DJELLAL Farid

Devant le jury composé de :

A. BOUTEKRABT	Professeur, U. de Blida	Président
R. KAÏDI	Professeur, U. de Blida	Examineur
A. BERBER	Maître de conférence, U. de Blida	Examineur
M. BENCHERCHALI	Chargé de cours, U. de Blida	Examineur
M. BERCHICHE	Professeur, U. de Tizi-Ouzou	Rapporteur

Blida, Juillet 2007

RESUME

Dans le but de caractériser la conduite alimentaire des bovins à l'engrais dans la région de Tizi-Ouzou, 80 exploitations ont fait l'objet d'une enquête. Cinq autres, disposant d'un cheptel évalué à 134 veaux ont été suivies durant dix mois. La majorité des éleveurs sont de type naisseurs engraisseurs. Les animaux sont des mâles non castrés de races laitières ou mixtes. L'alimentation est basée sur le concentré (73 %) et le foin (27 %). La vesce avoine sous forme de foin, est de loin le fourrage le plus utilisé. Il est caractérisé par une faible valeur nutritive. Le concentré utilisé par les éleveurs est fortement nutritif ce qui rend la ration excédentaire en terme de nutriments en particulier l'énergie. Ceci affecte négativement l'efficacité alimentaire. Les animaux réalisent un gain moyen quotidien de 1246 g. L'autonomie alimentaire des exploitations est en moyenne de 32 % pour les protéines, 26 % pour l'énergie et près de 40 % pour la matière sèche.

ملخص

من اجل تشخيص إنتاج لحم البقر في منطقة تيزي وزو تم التحقيق في 80 وحدة إنتاج و متابعة 5 منها تشمل 134 عجلا لمدة 10 أشهر. أغلبية المربين هم مولدون, مسمنون. الحيوانات هي عجلان إنتاج حليب أو إنتاج مختلط (لحم / حليب).الغذاء مكون من 27% من العلف (خرطان ذات نوعية غذائية ضعيفة), و 73% من الغذاء التجاري المركز. هذا الأخير هو الأكثر استعمالا إلى حد تجاوز المتطلبات مع فعالية غذائية ضعيفة. تمكنت الحيوانات بواسطة هذا الغذاء تحقيق سرعة نمو قدرها 1246 غ/ اليوم. معدل الاكتفاء الذاتي الغذائي للوحدات المدروسة هو 32.٪ للبروتينات و 20.٪, وحدة غذائية لحم (UFV) 39.٪ للمادة الجافة. عموما 69.٪ من الحيوانات المعنية تعد نظيفة , حيث لوحظ أن مدى النظافة تابع لعدد حيوانات الوحدة الانتاجية .

ABSTRACT

In order to characterize the feed conduct of the fattening beef cattle in Tizi-Ouzou area, 80 exploitations have been investigated and 5 exploitations including 134 steers have been followed during ten months. The majority of the breeders is the type “naisseurs engraisseurs”. The animals are males uncastrated provided from the dairy or mixed breeds. The feeding is based on the concentrate (73%) and the hay (27%). The oat-vetch hay is the more forage used. It is characterized by an low nourishing value. The concentrate used by the breeders is strongly nourishing what returns in particular the excess ration in term of nutriments the energy. It affects the feed efficiency negatively. The animals achieve a daily middle gain of 1246 g. The feed autonomy of the exploitations is on average of 32% for the proteins, 26% for the energy and 40% for the dry matter.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail j'adresse mes vifs remerciements à :

Mon promoteur MR BERCHICHE M., Professeur à l'université de Tizi-ouzou, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et avoir mis à ma disposition tous les moyens pour l'aboutissement de ce travail. Je lui saurai gré pour la confiance qu'il m'a témoignée afin que je conduise à son terme ce travail ;

Mon ami KADI S.A, pour les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de la préparation et la réalisation de cette étude ;

Mr. BOUTKRABT M., Professeur à l'université de Blida, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury,

Mrs KAÏDI R., Professeur à l'université de Blida et BENCHERCHALI M., chargé de cours à l'université de Blida, pour la formation qu'ils m'ont assurée et pour avoir accepté de juger ce travail ;

Mr BERBER A., Maître de conférences à l'université de Blida pour avoir accepté de juger le travail ;

Plusieurs personnes, au niveau du département des sciences agronomiques de l'université de Blida, ont contribué à ma formation. Qu'ils trouvent ici, ma profonde gratitude. Je pense en particulier à Mrs Houmani, Megatelli et Ali Oussalah... ;

Ce travail n'aurait jamais pu se réaliser sans la disponibilité et la compréhension des éleveurs au niveau de la région de Tizi-Ouzou. J'ai sans aucun doute reçu bien plus que je n'ai pu offrir. Mais le souvenir de leur accueil, notamment chez Nordine, Da Ferhat, Da Mahfoud et Mokrane, est à jamais gravé dans ma mémoire..

Mes remerciements particuliers vont à Yasmine qui n'a ménagé aucun effort pour me permettre de suivre au mieux son élevage.

Je remercie également les gérants des centres de collecte de lait appartenant à la laiterie de DBK et DANONE Djurdjura sise à Fréha (Tizi-ouzou).

Merci également à toutes les personnes qui m'ont aidé durant la phase du terrain notamment Mr LOUCHAMI et Mr GOUCEM.

Enfin merci à tous ceux, nombreux, que je ne pourrais citer pour des raisons évidentes de place. Je leur en serais redevable

Qu'ils trouvent tous, ici, ma profonde reconnaissance.

LISTES DES ILLUSTRATIIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1	Représentation théorique de la courbe de croissance [14].....	15
Figure 1.2	Courbes de développement relatif des tissus et des gras des animaux [20].....	18
Figure 1.3	Croissance différentielle de différents tissus de l'organisme [20].....	18
Figure 1.4	Evolution du gain de poids vif journalier de taurillons Pie Noires Entre 50 et 575 kg [16].....	22
Figure 1.5	Evolution de la composition chimique et de la valeur calorifique du gain de poids vif de taurillons Pie Noirs entre 150 et 575 kg [16].....	23
Figure 1.6	Evolution des gains moyens quotidiens en fonction du niveau alimentaire [14].....	27
Figure 2.1	Effets de la défaunation sur la croissance (GMQ, g/j) d'agneaux en fonction de la teneur en azote/énergie (g PDIN/UF) de rations composées de fourrage (<i>Digitaria decumbens</i>) sans concentré, ou avec concentré (mélange de maïs et tourteau de soja [52].....	36
Figure 2.2	Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur l'ingestion de la paille par des bovins [84].....	43
Figure 2.3	Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur la digestibilité (in sacco) de la paille par des bovins [84].....	44
Figure 2.4	Contraintes des filières « loi de réponse » [55].....	52
Figure 2.5	Différentes phases dans la conduite alimentaire des bovins dans l'ordre d'apparition [24].....	52
Figure 2.6	Conduite alimentaire des veaux de boucherie [24].....	55
Figure 2.7	Conduite alimentaire des jeunes bovins de race allaitante (naissance en Février [24].....	56
Figure 2.8	Conduite alimentaire des jeunes bovins de race laitière [24].....	57
Figure 2.9	Conduite alimentaire des boeufs et génisses de race à viande (naissance en février) [24].....	58
Figure 2.10	Conduite alimentaire des boeufs et génisses de race laitière (naissance en octobre [24].....	59
Figure 4.1	Démarche entreprise pour la réalisation de l'étude.....	84
Figure 4.2	Représentation graphique de la mesure du tour de poitrine.....	85
Figure 5.1	Répartition de l'exploitation selon la taille des élevages de bovin à l'engrais.	95
Figure 5.2	Représentation, selon les deux premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances, des variables étudiées.....	97
Figure 5.3	Quantités de foin et de concentré distribuées aux bovins à l'engrais.....	97
Figure 5.4	Fréquence d'abreuvement des animaux en période de finition.....	100

Tableau 1.1	L'évolution de la croissance pondérale des bovins durant la vie fœtale et Post-natales [12].....	14
Tableau 1.2	Relation allométriques entre le poids vif des tissus (Y ; kg) et le poids vif vide (X ; kg) chez les bovins Pie Noirs : $\text{Log } Y = b_0 + b_1 (\text{Log } X) + b_2 (\text{Log } X)^2$ [119].....	20
Tableau 1.3	Composition chimique des bœufs en fonction de leur poids vif [10].....	22
Tableau 1.4	Comparaison de la vitesse de croissance entre bovins à viande castrés et entiers [14].	25
Tableau 1.5	Comparaison de quelques critères zootechniques entre animaux entiers et castrés de race Charolaise [12].....	26
Tableau 2.1	Besoins en eau (l/j) en fonction de la température et du stade physiologique des animaux [76].....	41
Tableau 2.2	Correspondance de la grille de notation de la propreté des bovins au « crochet » à celle des bovins vivants [98].....	48
Tableau 3.1	Les différents modèles d'élevage [109].....	60
Tableau 3.2	Valeurs nutritionnelles (pour 100 g de viande cuite) de divers types de viandes de ruminants [172].....	74
Tableau 3.3	Composition comparée des viandes cuites de bœuf et de poulet [89].....	75
Tableau 4.1	Caractéristiques des exploitations suivies.....	85
Tableau 5.1	Résultats du test χ^2 appliqué à quelques paramètres en relation avec l'alimentation des animaux en engraissement au niveau de la région d'étude.....	96
Tableau 5.2	Valeur nutritive des foins et concentrés utilisés au niveau des exploitations suivies.....	98
Tableau 5.3	Caractéristiques d'engraissement de bovins suivis 14 et 26 mois recevant des régimes non libéraux de foin et de concentré composé de commerce.....	101
Tableau 5.4	Situation des apports des rations en énergie et azote et croissance des animaux suivis par rapport aux recommandations.....	102
Tableau 5.5	Degré d'autonomie alimentaire des exploitations suivies en concentré et fourrages des exploitations suivies.....	104
Tableau 5.6	Degré d'autonomie alimentaire des exploitations suivies en MS, MAT et UFV.....	104
Tableau 5.7	Répartition des notes de la propreté de bovins suivis.....	10

TABLES DES MATIERES

RESUME	
REMERCIEMENTS	
LISTES DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
TABLES DE MATIERES	
INTRODUCTION	10
1. BASES PHYSIOLOGIQUE DE LA PRODUCTION DE VIANDE : CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT	12
1.1 Introduction	12
1.2 Mise en place et développement des tissus	12
1.3 Croissance pondérale	14
1.4 Croissance différentielle	16
1.5 Croissance compensatrice	28
1.6 Hormones et promoteurs de croissance	29
2. ALIMENTATION DES BOVINS A L'ENGRAIS	30
2.1 La digestion chez les ruminants: principes fondamentaux	30
2.2 Les principaux aliments consommés par les bovins	37
2.3 La valeur alimentaire des aliments	42
2.4 Les apports alimentaires recommandés et la capacité d'ingestion	44
2.5 Le rationnement : principes généraux	48
2.6 L'autonomie alimentaire des élevages bovins	51
2.7 La conduite alimentaire des bovins	52
3. PRODUCTION DE VIANDE DE BOVINS	60
3.1 Les différents systèmes d'élevage	60
3.2 Les différents types de production de viande de gros bovins	64
3.3 Maîtrise technique des divers types d'animaux	68
3.4 Quelques rations d'engraissement	71
3.5 Composition et valeur diététique des viandes des bovins	74
4. MATERIEL ET METHODES	82
4.1 Description de la région d'étude	82
4.2 Méthodologie	84
4.3 Analyses Statistiques	93

5. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS	94
5.1 Résultats et discussion	94
5.2 Discussion générale	106
CONCLUSION	110
REFERENCES	130

INTRODUCTION

En Algérie, l'élevage des bovins pour la production de viande est une pratique ancienne et ce en dépit de la « concurrence » de l'élevage ovin, seul capable de valoriser les importantes étendues steppiques.

En 2005 la production de viande bovine a été de 450 000 tonnes, ce qui est nettement inférieur à la demande. Le recours à l'importation de la viande congelée s'est imposé.

En ce sens le développement de l'élevage bovin demeure une réelle préoccupation. Cette situation contraint l'Algérie à asseoir des politiques adaptées pour mettre en œuvre des systèmes durables et productifs. Ces actions nécessitent des stratégies appropriées notamment en matières de formation et de recherches interdisciplinaires bien orientées : exploitation de biodiversité végétale, alimentation animale, reproduction, génétique, santé animale, ... [1].

La réussite de l'élevage bovin est conditionnée par plusieurs facteurs. L'alimentation est l'un des postes les plus importants. Elle conditionne les performances en influençant la croissance, la reproduction mais aussi la santé de l'animal.

La conduite alimentaire des bovins à viande constitue un système complexe. En Algérie, ce sujet, contrairement à la vache laitière, semble délaissé notamment en matière de recherche-développement. En effet, rare sont les travaux abordant l'élevage des bovins à l'engrais.

La région de Tizi- Ouzou, malgré ses reliefs montagneux a de tout temps été un pôle dans l'engraissement des bovins. Cependant, jusqu'à un temps récent, les techniques d'élevage ont souvent été rudimentaires. Le présent travail se fixe comme objectif de caractériser la conduite alimentaire des bovins à l'engrais dans cette région.

CHAPITRE 1

BASES PHYSIOLOGIQUES DE LA PRODUCTION DE VIANDE: CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT

1.1 Introduction

La valeur commerciale d'un animal destiné à la production de viande est étroitement liée à la quantité de muscles et de dépôts que contient sa carcasse et leur localisation, ainsi qu'à d'autres critères tels que la conformation et les qualités organoleptiques de la viande.

1.2 Mise en place et développement des tissus

Le tissu musculaire et le tissu adipeux blanc sont les plus abondants de l'organisme et leurs proportions relatives évoluent avec l'âge,... [2].

1.2.1 Tissu musculaire

La croissance pondérale est classiquement distinguée du développement qui correspond à la mise en place des tissus, des organes, et de leurs fonctions. Le muscle squelettique est essentiellement constitué de fibres musculaires (Appendice D). Selon RENAND et al [3], elles représentent 75 à 90 % du volume musculaires. Elles présentent différentes proportions contractiles et métaboliques acquises pendant les phases périnatales [4]. Les muscles squelettiques du tronc et des membres dérivent des somites embryonnaires [5]. Après multiplication, les précurseurs myogéniques donnent naissance aux myoblastes qui fusionnent pour donner des cellules allongées et plurinucléées : les myotubes [6]. Il existe au moins deux générations de myotubes, une qui se met en place au stade embryonnaire et une autre se met en place au stade fœtal [7].

La croissance et la maturation des myotubes conduisent à la formation de fibres musculaires qui vont ensuite croître par fusion des cellules satellites; les précurseurs myogéniques présents à la périphérie des fibres [7]. Le nombre et la taille des fibres déterminent la taille du tissu musculaire, et, pour la plupart des espèces à intérêt

zootechnique, le nombre total des fibres n'évoluent pas après la naissance [6]. Par contre, l'hypertrophie musculaire se poursuit pendant la période postnatale [5]. Ces processus de prolifération, de différenciation et de croissance sont sous la dépendance des facteurs myogéniques, d'hormones et de facteurs de croissance [7] et [5]. L'altération du gène codant myostatine se traduit par le caractère culard et la sécrétion quotidienne de GH semble favoriser l'anabolisme protéique et réduit l'anabolisme lipidique [6].

1.2.2 Tissu adipeux

Le tissu adipeux existe sous forme de dépôts localisés dans différents sites anatomiques. Les dépôts les plus importants sont sous-cutanés et péri viscéraux [8] et [9]. Il existe aussi sous une forme diffuse constituée de cellules plus ou moins isolées comme dans le muscle squelettique [8].

Chez la plupart des espèces, le tissu adipeux se met en place avant la naissance, la chronologie d'apparition variant selon l'espèce et les dépôts adipeux considérés [6]. En revanche, l'accroissement de la masse adipeuse se produit essentiellement après la naissance et peut se poursuivre tout au long de la vie de l'animal [10]. Selon PARIS et al [6], il est lié à l'augmentation de la taille et/ou du nombre des adipocytes, l'augmentation de leur nombre dépendant de la différenciation des précurseurs adipocytaires (les pré adipocytes). Après une phase de prolifération, les préadipocytes commencent à exprimer les caractéristiques du phénotype adipocytaire sous l'influence de plusieurs hormones et facteurs de croissance [6]. L'adipocyte ainsi formé peut contribuer au recrutement de cellules précurseur [5].

SPRINKLE et al. [11] ont comparé la distribution de la graisse et de l'activité lipoprotéine de la lipase (LPL) chez de jeunes bœufs de races différentes. Ils ont montré que la graisse sous-cutanée avait une plus grande activité LPL que les autres dépôts adipeux et qu'il n'y avait pas de différences dans la distribution de la graisse entre les jeunes boeufs nourris à niveaux limités. Ils notent par ailleurs, que certains animaux nourris à volonté présentent un poids, à l'abattage, de la carcasse et de lipides de la carcasse plus grand et une importante marbrure.

1.3 Croissance pondérale

La croissance pondérale rend compte de l'évolution de la masse corporelle depuis la formation de l'œuf jusqu'au stade adulte [6]. Lors de la vie fœtale, elle évolue de façon exponentielle de 100g/j à 340g/j vers le 5^{ème} et le 8^{ème} mois de gestation (Tableau 1.1).

Tableau 1.1: L'évolution de la croissance pondérale des bovins durant la vie fœtale et post-natale [12].

Vie foetale				Vie post-natale			
Age (mois)	Poids (kg)	Croit (dp) (g/j)	dp/p (g/kg)	Age (mois)	Poids (kg)	Croit (dp) (g/j)	dp/p (g/kg)
5	3	100	33	6	170	940	5
6	13	250	19	12	360	1060	3
8	23	340	15	18	530	860	2
9	35	500	14	24	660	570	1
				30	740	340	0.5
				36	790	200	0.2

La croissance peut s'exprimer en valeur relative par rapport au poids vif des animaux (g/jour/kg). Cette mesure est recommandée, parce qu'elle permet de comparer des résultats entre espèces de taille différente, mais aussi dans une même espèce à différentes périodes de développement [12]. La croissance relative décroît d'une manière continue d'environ 30g/j chez le fœtus âgé de 5 mois, à 10g/j vers la fin de gestation. La croissance foetale dépend étroitement du potentiel génétique des parents ; ainsi les sujets de races de grand format, à un âge donné, ont une vitesse de croissance et un poids plus élevés que ceux de race de petit format [12]. Le poids à la naissance dépend peu des conditions d'alimentation de la mère, mais extrêmement variable selon le sexe et le génotype [6]. Les mâles à la naissance sont plus maigres que les femelles, ce qui serait en relation avec la biosynthèse de la testostérone du fœtus en fin de gestation [6]. Durant la période post-natale, la croissance pondérale dépend en premier lieu des conditions sanitaires et de l'alimentation [13]. Lorsque cette dernière n'est pas limitée, le poids vif évolue en fonction de l'âge des animaux suivant une courbe classique de forme sigmoïdale (Figure 1.1); une phase initiale auto accélérée jusqu' à un poids frôlant les 300 kg vers l'âge de 9

mois ; elle s'étend approximativement de la naissance à la puberté, ou le gain moyen quotidien augmente en valeur absolue et diminue en valeur relative (par rapport au poids de l'animal).

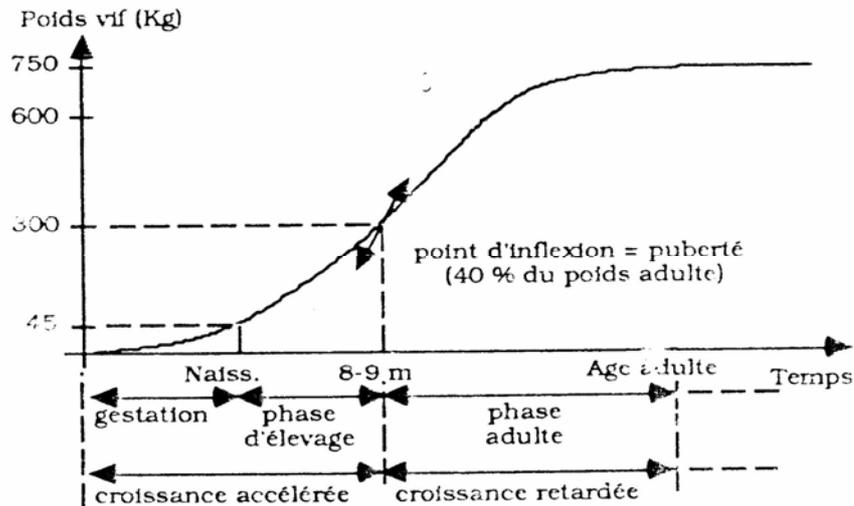


Figure 1.1: Représentation théorique de la courbe de croissance [14].

Cette évolution pondérale résulte de la multiplication des cellules et à l'accroissement de leur taille [5]. La première phase est suivie d'une deuxième phase de croissance retardée et qui tend progressivement vers zéro lorsque l'animal touche à sa maturité [14]. Elle s'étend de la puberté à l'âge adulte, durant laquelle le croît quotidien diminue suite au ralentissement de l'accroissement des cellules. La courbe de Gompertz semble la mieux adaptée du moment que ses coefficients peuvent être interprétés en fonction du temps [15]. La courbe correspondant à des bovins mâles Pie Noirs recevant ad libitum une ration comportant 75% d'aliment concentré. L'évolution résulte d'au moins trois phénomènes complémentaires : l'accroissement de la capacité, l'évolution de leur potentiel de croissance et celle de leurs besoins alimentaires d'entretien et de croissance [16].

L'état adulte représente la limite vers laquelle tend l'animal lorsque son potentiel de croissance devient nul. Toutefois, cette affirmation est nuancée par ROBELIN [12] en raison d'une possibilité d'observation des variations des réserves adipeuses et peut être

même des masses musculaires chez les vaches adultes. Par ailleurs, HORNICK et al. [17] ont obtenu une croissance musculaire assez conséquente avec des vaches de réforme de race Bleu Belge.

La croissance est aussi sous l'influence d'autres facteurs tels que la durée journalière d'éclairage et ses variations qui agissent par le biais du contrôle hormonal [18]. Elle est également influencée par d'autres molécules, tels que les hormones de croissance (GH) ou somatotropine (ST) [6].

1.4 Croissance différentielle

L'accroissement du poids vif des animaux résulte de l'augmentation de poids de différents tissus, organes. Chacun de ces éléments a un rythme de croissance qui lui est propre ; cette croissance différentielle s'accompagne des modifications de : la conformation, de la composition corporelle et l'âge auquel l'animal peut assurer certaines fonctions comme la reproduction [14]. L'ensemble de ces modifications jalonnant les différentes étapes entre le fœtus et l'animal adulte représente le développement [12].

Pour exprimer les différences de vitesse de développement on fait appel à la notion de précocité : un animal est plus précoce qu'un autre s'il réalise rapidement son développement, on rejoint la notion de maturité [14]. Pour le bovin de boucherie un animal précoce est un animal qui sera apte à s'engraisser tôt. Par contre, chez le bovin reproducteur, un animal précoce est un animal qui pourra atteindre l'âge de la puberté plus tôt. Il n'existe pas de liaison simple ou directe entre la vitesse de croissance et la précocité [19]. En effet, la race Charolaise est tardive mais à une vitesse de croissance élevée, Les races anglaises (Hereford et Angus) sont précoces mais ont une vitesse de croissance plus faible que celle de la Charolaise.

Pour englober ces deux notions complémentaires et indissociable Paris et al. [6] ont redéfini la croissance comme étant la succession de variations de masse, de forme, de structure et de composition chimique de l'organisme.

1.4.1 Méthodes de représentation et d'analyse du développement

Les différents organes et tissus n'évoluent pas de façon uniforme. La croissance différentielle des différents tissus de la carcasse peut être mesurée par approche mathématique exprimée sous forme de relations allométriques [15]. Ces relations entre un compartiment Y (par exemple, le muscle, la graisse ou les os) et un compartiment de référence X (par exemple, la carcasse) s'expriment par l'équation :

$$y = a * X * b$$

Ou sous la forme logarithmique :

$$\text{Log}Y = a + b\text{Log}PVV$$

Cette notion repose sur le fait que l'évolution des poids des différents éléments d'un animal les uns par rapport aux autres, ou par rapport à un ensemble de référence, est représentée par une droite lorsque ces poids sont transformés en logarithme [13]. Par exemple, le logarithme du poids de la musculature ($\text{Log } Y$) évolue en fonction du logarithme du poids vif vide ($\text{Log } PVV$) selon une droite dont l'équation d'allométrie est la suivante :

a : pente de la droite

b : coefficient d'allométrie de l'élément (Y) par rapport au poids vif vide (PVV).

Ce coefficient est égal au rapport entre la croissance relative de l'élément (Y) et celle du poids vif vide (PVV) : $b = (dY/Y) / (dPVV/PVV)$.

Une allométrie minorante ($b < 1$) signifie que la croissance relative de (Y) est plus lente que celle de du poids vif vide et une allométrie majorante ($b > 1$) signifie que la croissance relative de (Y) est plus rapide que celle du poids vif vide. Par contre, une isométrie ($b = 1$) signifie que la croissance relative de (Y) est identique à celle du poids vif vide.

Le coefficient d'allométrie b prend des valeurs différentes en fonction de l'âge de l'animal, si bien qu'un organe peut passer d'une allométrie négative dans le jeune âge à une allométrie positive en fin d'engraissement (tissu adipeux) ou inversement (tissu nerveux ou osseux) [12]. Il a été démontré qu'il existe un ordre, une priorité dans le développement des différentes parties du corps et des différents tissus (Figure 1.2). Pour le tissu gras, il a été constaté en plus un ordre de dépôts selon les différentes régions du corps [20].

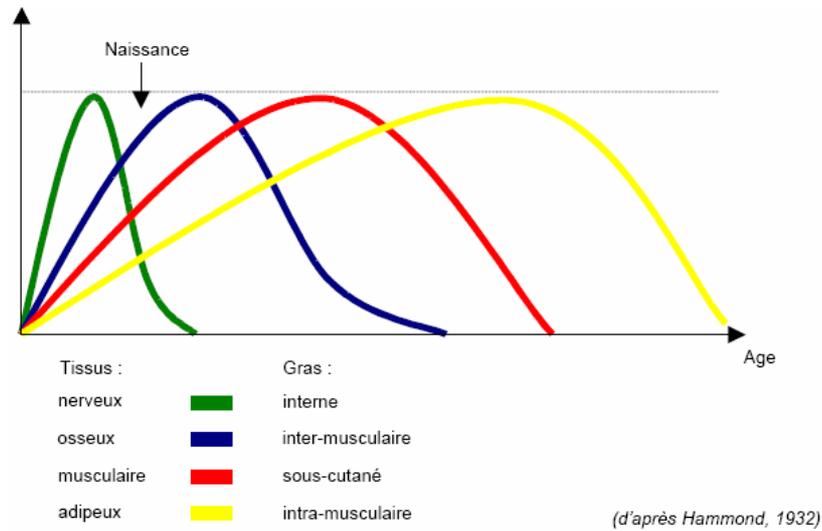


Figure 1.2: Courbes de développement relatif des tissus et des gras des animaux [20].

Chez le veau, la croissance de la tête qui était intense pendant la gestation est presque terminée et celle du cou commence à se ralentir par contre celle du bassin et du tronc sont encore importantes [20]. Chez le taurillon et la génisse, la croissance de la tête et du cou est pratiquement terminée, celle du tronc commence à se ralentir et celle du bassin est intense. Chez la vache et le bœuf, seul le bassin achève de croître (Figure 1.3).

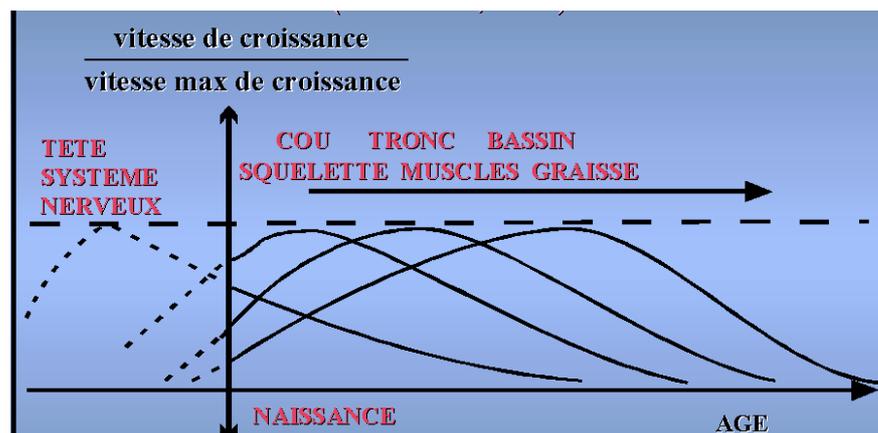


Figure 1.3: Croissance différentielle de différents tissus de l'organisme [20].

1.4.2. Evolution du contenu digestif

Il représente 3% du poids vif à la naissance et conserve cette valeur jusqu'à l'âge de 3 mois chez le veau qui ne consomme que du lait [12]. Par contre chez le veau d'élevage, la part du contenu augmente rapidement : 10% à 2 mois, 13 % à 5 mois et 16 % à 6 mois [21]. Le contenu digestif représente 8 à 9% du poids vif vide au début de la vie post-natale, il atteint un peu plus de 20% vers 200 kg de PV, puis décroît pour atteindre 10% vers 500 kg chez les animaux recevant un régime riche en céréales (60 à 80% de la ration) [21].

Cependant, chez les ruminants, le poids du contenu digestif varie en fonction du génotype et surtout selon la nature de la ration ; ainsi il peut varier chez les bovins de 400-500 kg de moins de 10% de poids vif vide avec des rations agglomérées et très digestibles, à plus de 20% avec des rations de fourrages grossiers peu digestibles [19]. Il peut également varier dans des proportions importantes au cours de la journée, selon le rythme des repas. Par conséquent, il est recommandé, lors d'un suivi de croissance des animaux d'effectuer des doubles pesées espacées de 24 heures afin d'éliminer une partie des fluctuations journalières [21].

1.4.3 Croissance différentielle des tissus

1.4.3.1 Evolution du poids de la carcasse et des viscères

ROBELIN [12] signale que le rendement vrai de la carcasse s'accroît lentement de 61% à la naissance à 65% chez l'animal pesant 500 à 600 Kg. Il ajoute que cette évolution est compensée par une évolution opposée de l'ensemble des organes hors carcasse (5^{ème} quartier). La diminution du pourcentage de poids de viscères, passe de 18% du poids vif à la naissance, à 13% chez l'animal pesant 600 kg à l'exception du tractus digestif [21]. Quant à ce dernier, il augmente parallèlement à celle de son contenu, de 4% à la naissance à 5% chez l'animal de 300 Kg, puis décroît pour atteindre à nouveau 4% du poids vif vide à la fin de la croissance [12].

1.4.3.2 Evolution du poids des principaux tissus

Chez les animaux de race Holstein, le tissu musculaire a une croissance très rapide lors du début de la phase post-natale, son coefficient d'allométrie est de 1.1 [5]. Le

pourcentage de muscles dans le poids vif vide s'accroît de 37% chez le nouveau-né à 45% par 100 kg [12]. Après cette période, la croissance relative des muscles ralentie par rapport à celle du corps vide ($b = 0.95$), ce qui se traduit par une diminution du pourcentage de muscles (45% à 38%) chez les animaux plus âgés [22]. Le squelette total a une croissance relative beaucoup plus lente que celle du corps vide après la naissance ; il représente plus de 23% du poids vif vide à la naissance, contre 11% environ à la fin de la croissance [12].

Pour l'ensemble de tissus adipeux (carcasse et cavité abdominale), ils présentent une croissance relative très rapide durant toute la vie de l'animal, sauf le premier mois après la naissance [12]. Hormis cette dernière période, le coefficient d'allométrie est, de 1.2 environ chez les animaux de 100 kg et de 2.0 en fin de croissance. Ainsi le pourcentage des dépôts adipeux totaux avoisine les 5 à 6% de poids vif vide de la naissance à 100 Kg, puis il augmente pour atteindre 25 à 30% chez l'animal adulte [10]. On retrouve également un accroissement semblable, mais de moindre amplitude, sur les dépôts de la carcasse (Tableau 1.2).

Tableau 1.2: Relation allométrique entre le poids vif des tissus (Y ; kg) et le poids vif vide (X ; kg) chez les bovins Pie Noirs : $\text{Log } Y = b_0 + b_1 (\text{Log } X) + b_2 (\text{Log } X)^2$ [12].

Tissus	b₀	b₁	b₂
Dépôts adipeux	2.287	-1.447	0.291
Muscles	-2.147	1.532	-0.352
Squelette	-0.598	0.753	0.000

La masse adipeuse est constituée de différents dépôts, ayant chacun leur rythme de croissance propre (figure 1.1). Représentant plus de 50% de la masse adipeuse, Les dépôts intermusculaires décroissent au cours de la vie [22]. Contrairement aux dépôts sous cutanés (20%) qui s'accroissent avec l'âge des animaux, les dépôts de la cavité abdominale, dépôts pelviens, périrénaux, péritonéaux et mésentériques, prennent une place intermédiaire par rapport aux dépôts sous cutanés [12].

1.4.3.3 Répartition de masse musculaire

Après la naissance, les muscles des membres postérieurs connaissent une croissance relative plus lente que celle de l'ensemble des muscles [20]. Selon ROBELIN [12], ces muscles représentent environ 39% de la musculature totale chez les animaux de 100 kg, contre seulement 33% chez ceux de 600 kg. Les muscles du dos et les autres muscles à valeur bouchère élevée, ont une croissance relative identique à celle de la musculature totale : ils représentent environ 12 à 13 % des muscles totaux [12]. Les muscles des régions cervicales, pectorales et abdominales, ont une croissance relative élevée [10].

1.4.3.3 Evolution de la composition chimique du corps entier

Les besoins alimentaires de croissance des animaux sont en relation directe avec la composition chimique de leur croît, et en particulier avec la quantité de lipides et de protéines qu'ils fixent [22]. Le phénomène le plus marquant est une diminution très rapide de la teneur en eau du corps, de plus de 90% du corps vide chez le fœtus à moins de 60 % chez les animaux âgés [23]. La composition de la masse délipidée évolue rapidement durant la vie fœtale et se stabilise ensuite [12]. En fait durant la vie post-natale, la teneur en protéines s'accroît de 21 à 24 %, tandis que la teneur en eau décroît de 74 à 72 % [23].

1.4.3.5 Les Facteurs de variation de la composition du gain

La croissance et le développement sont dus à la multiplication cellulaire, la différenciation tissulaire et l'hypertrophie et l'hyperplasie des cellules préexistantes [6] et [5]. Le développement s'accompagne d'une augmentation en matière sèche provenant de l'augmentation du pourcentage de lipides et l'évolution de la composition chimique (Tableau. 1.3).

Tableau 1.3: Composition chimique des bœufs en fonction de leur poids vif [12].

Composition (%) Poids vif (kg)	Eau	Matière Sèche	Protides	Lipides	Matière Minérale
45	72	28	20	4	4.25
200	63	37	19	13	4.20
400	54	46	17	24	4.15
600	48	52	16	32	3.75

Il est admis que la production animale est gouvernée par un ensemble de fonctions complexes dans lesquelles interviennent un grand nombre de facteurs. Cet ensemble de facteurs peut être résumé par l'action conjointe et les interactions entre génotype et milieu aboutissant à une production. Des facteurs intrinsèques et extrinsèques agissent sur le développement de l'animal et vont déterminer les caractéristiques de la carcasse à l'abattage [9].

1.4.3.5.1 L'influence du poids vif

Le gain de poids s'amenuise à force que le poids vif augmente (Figure 1.4).

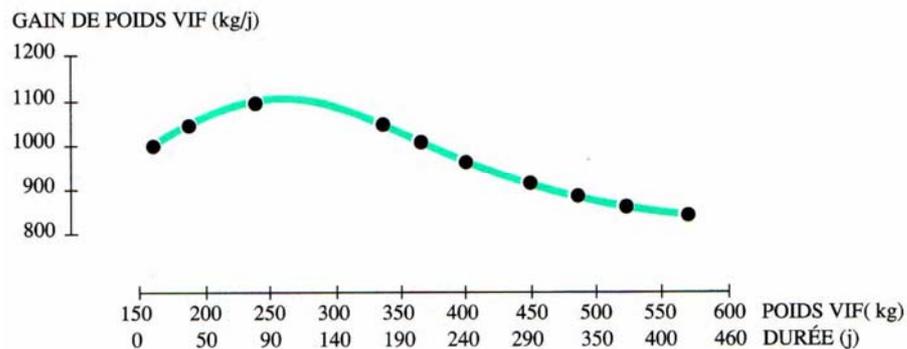


Figure 1.4: Evolution du gain de poids vif journalier de taurillons Pie Noires Entre 50 et 575 kg [16].

Il en résulte que la teneur en protéines du croît diminue lentement de 19 % à 14 % au cours de la vie post-natale [16]. Cependant la quantité de protéines fixées s'accroît de 80 g/j à la naissance jusqu'à une valeur maximale de 180 g chez les animaux de 300 Kg, puis

décroit pour atteindre 100 g chez ceux de 600 Kg. Par contre celle des lipides s'accroît de 6 % du gain du poids vif vide à la naissance à plus de 60% chez les animaux à 600 Kg. La quantité de lipides fixée passe de 20g / jour environ à plus de 450 g. Ce qui induit un accroissement de la valeur calorifique du croît (Figure 1.5).

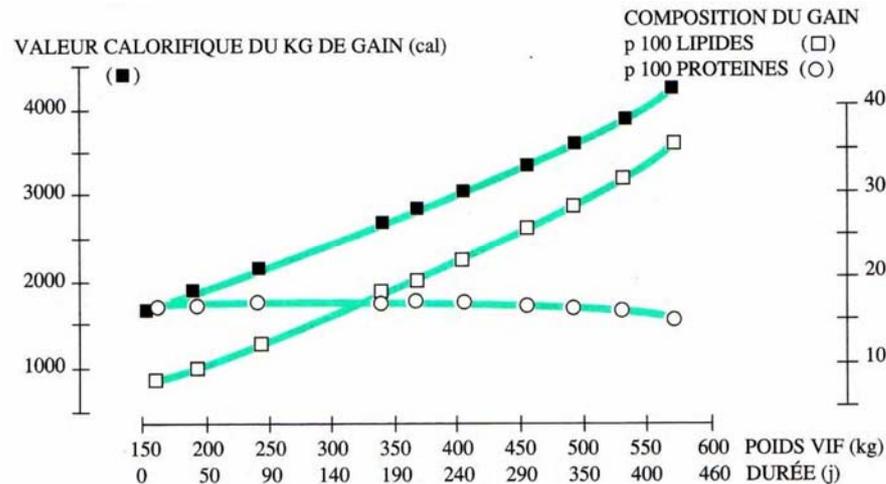


Figure 1.5: Evolution de la composition chimique et de la valeur calorifique du gain de poids vif de taurillons Pie Noirs entre 150 et 575 kg [16].

Cette dernière suit bien sûr ces variations, sachant que la valeur calorifique moyenne des lipides est égale à 9.4 Kcal/g que celle des protéines est voisine de 5.5 Kcal/g. Ainsi la valeur du kg du gain de poids vif s'accroît de façon continue de 1.6 Mcal à la naissance à, plus de 5.8 Mcal chez les animaux plus âgés [5]. Cet accroissement du coût énergétique du croît, joint à la diminution du pourcentage de muscles dans le gain de poids, font que l'efficacité alimentaire du kg de gain de muscles décroît très rapidement avec l'âge [10]. Ce qui explique la tendance actuelle à produire de la viande de qualité avec des animaux plus jeunes [24]. Plus l'animal devient âgé, plus son besoin relatif en azote baisse lorsqu'il est exprimé en valeur relative par rapport à l'énergie (PDI/UF) même si ce besoin augmente lorsqu'il est exprimé en valeur absolue [24].

1.4.3.5.2 L'influence du type génétique, du sexe et de la castration

L'influence génétique s'observe facilement du moment qu'elle se manifeste par des différences (poids adulte, la vitesse de croissance, la précocité, la composition corporelle et

la conformation) entre les races au sein d'une même espèce et entre les individus au sein d'une même race [11].

Le sexe et l'âge sont deux caractéristiques majeures influençant les paramètres endocriniens impliqués dans la croissance [12]. Le milieu agit également sur ces caractéristiques, toutefois, une grande partie des différences enregistrées sont d'ordre héréditaire puisqu'elle se transmet d'une génération à une autre (héritabilité 0.35 à 0.50) [14].

Pour un même poids vif vide de 400 kg, le poids des dépôts adipeux de la carcasse varie de 6 à 30 % du poids vif vide, celui du muscle varie de 30 à 50 % du poids vif vide. Quant aux variations du poids du squelette sont très limitées, de 8 à 13 % du poids vif vide [10]. Le caractère culards est lié à un ensemble de gènes, qui laisse l'animal échappé à loi dite : loi d'harmonie anatomique [14]. Celle-ci exprime le fait que chez une espèce donnée, à développement et état d'engraissement comparable, le pourcentage des différentes parties de la carcasse varie peu [10]. Par conséquent il faut adapter le poids d'abattage selon le génotype des animaux si l'on souhaite obtenir des carcasses de même état d'engraissement [14].

Le sexe de l'embryon détermine les caractères propres de poids, de composition corporelle des animaux à la naissance et de vitesse de croissance postnatale [5]. Les mâles sont plus maigres à la naissance que les femelles, ce qui est à mettre en relation avec la biosynthèse de la testostérone du fœtus mâle en gestation [6]. En effet, les femelles androgénisées *in utero* montrent une vitesse de croissance supérieure à celles de femelles témoins qui s'accompagne d'une meilleure efficacité alimentaire et d'un dépôt de graisse moindre durant la croissance post-natale [25].

Selon OKSBJERG et al [26] un facteur myogénique de la famille TGF- β , appelé la myostatine (GDF-8) agit comme inhibiteur de la croissance du muscle squelettique et l'altération du gène codant la myostatine se traduit par le caractère culard. L'importance des actions autocrines et paracrines de l'IGF-I ouvre une possibilité d'un contrôle endocrinien des cellules myogéniques en élevage pour augmenter la masse musculaire des animaux [6]. Le rôle des hormones hypophysaire dans le contrôle physiologique de

croissance est bien établi. Il semble que la sécrétion quotidienne de GH favorise l'anabolisme protéique et réduit l'anabolisme lipidique [26].

La castration peut être pratiquée sur les deux sexes. Son âge optimum est à moduler en fonction de la précocité de la race (Poids vif > 400-450kg). L'influence des hormones sexuelles se traduit par un squelette plus développé et un potentiel de croissance plus élevé chez le mâle [6]. Cependant, elle reste moins réalisée sur les femelles en raison de son coût élevé et sa non influence de la vitesse de croissance et de la précocité (Tableau 1.4)

Tableau 1.4: Comparaison de la vitesse de croissance entre bovins à viande castrés et entiers [14].

Types d'animaux Critères	Animaux entiers	Animaux castrés
Effectif	51	51
Poids initial (kg)	165	166
Poids à L'abattage (kg)	530	532
GMQ (g/j)	673	673
Poids de carcasse (kg)	276	276
Rendement (%)	52	51.8

Par contre, chez le mâle, les effets de la castration sont plus marqués. Elle engendre une viande de meilleure qualité et facilite le mode de conduite avec des animaux calmes. Toutefois, elle présente quelques inconvénients : diminution du GMQ et augmentation de l'indice de consommation et du dépôts du gras par rapport aux mâles entiers (Tableau 1.5).

Tableau 1.5: Comparaison de quelques critères zootechniques entre animaux entiers et castrés de race Charolaise [12].

Types d'animaux	Critères	Taurillons	Bouvillons
	Nombre d'animaux	12	13
	Durée de l'engraissement (J)	120	120
	Poids vif initial (kg)	372	375
	Poids vif final (kg)	544	506
	GMQ 'g/j)	1430	1088
	Matière sèche consommée (kg/j)	10.3	10.2
	Poids vif vide (kg)	468	434
	Poids de carcasse chaude (kg)	328	300
	Composition de la carcasse :		
	- os (%)	13.9	14.2
	- muscles (%)	71.4	65.6
	- dépôts adipeux (%)	9.9	16.2

La conséquence pratique est que le coût alimentaire du gain de poids est plus élevé chez la femelle et les mâles castrés que chez les mâles entiers [14]. De plus, que ces derniers produisent dans des conditions comparables, des carcasses plus lourdes pour un même état d'engraissement [27].

1.4.3.5.3 L'influence de la vitesse de croissance et du niveau alimentaire.

L'alimentation des animaux doit être adaptée en fonction du potentiel génétique, au but recherché et aux ressources alimentaires disponibles [24].

Les différents tissus de l'organisme entrent en compétition entre eux vis à vis des nutriments contenus dans le sang. Une restriction alimentaire entraîne au début une diminution de la vitesse de croissance, puis si elle est trop prononcée, une perte de poids vif. Inversement une augmentation des niveaux alimentaires entraîne une augmentation de la vitesse de croissance qui suit la loi des rendements décroissants représenté par le schéma suivant (Figure 1.6).

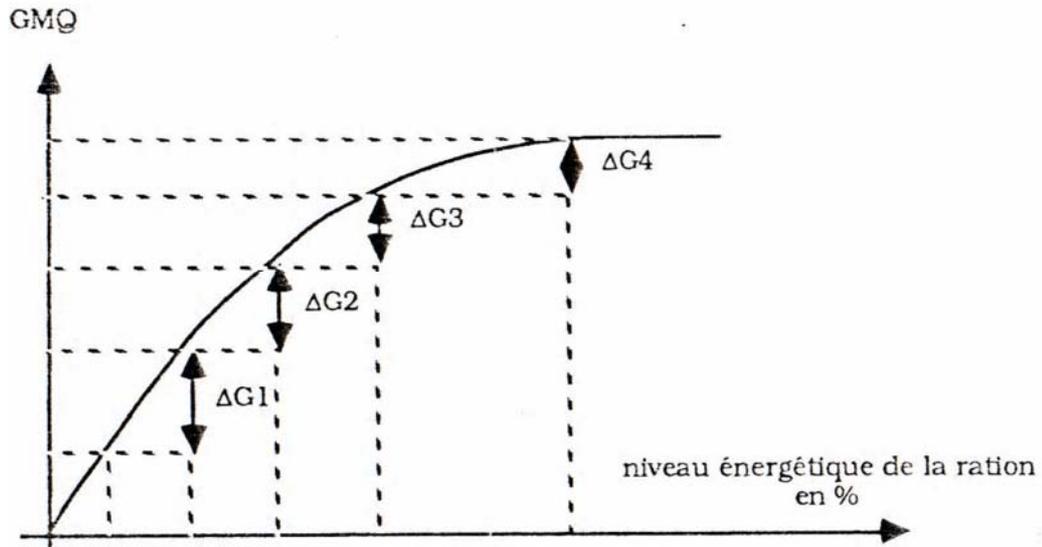


Figure 1.6: Evolution des gains moyens quotidiens en fonction du niveau alimentaire [14].

Selon cette figure chaque fois que le niveau énergétique de la ration augmente d'une valeur constante égale à 20%, l'augmentation de GMQ diminue si bien que $\Delta G_4 < \Delta G_3 < \Delta G_2 < \Delta G_1$ [10]. Par conséquent, plus l'animal prend de l'âge, moins il est intéressant d'augmenter le niveau énergétique de sa ration et seul un animal jeune est capable de rentabiliser des rations à fortes concentrations énergétiques [10]. La réduction des apports alimentaires globaux entraîne une réduction de la croissance des tissus adipeux plus marquée que celle des autres tissus [19]. En outre, pour une même réduction de la vitesse de croissance, de l'ordre de 30 %, la réduction de l'état d'engraissement peut varier de 10% à 50 % de la valeur observée chez les animaux témoins [12].

Quelque soit le type animal, la quantité de lipides fixée par jour varie en fonction de la vitesse de croissance élevée à la puissance 1.8 [28]. Les variations du niveau d'alimentation ne modifient pas la répartition des tissus maigres, tant que la croissance n'est pas complètement arrêtée [10]. Ces variations n'ont pas d'effets sur le rapport muscles/os ou sur la répartition des masses musculaire [12]. Le potentiel de croissance est d'autant plus élevé que la part de l'énergie fixée sous forme de protéines est importante. Pour un accroissement donné de l'énergie fixée, la part de cet accroissement qui est fixé sous forme de protéines est lui aussi plus élevée chez les animaux à haut potentiel de croissance. C'est pourquoi chez de tels animaux, une variation du niveau alimentaire induit une variation relativement importante du gain de protéines et du gain de poids total et peu de variations de lipides fixés [12]. Par conséquent, en limitant la vitesse de croissance de

ces animaux durant l'engraissement [10]. Et la réduction des apports alimentaires sera d'autant plus efficace que les animaux sont plus âgés. En outre un accroissement des apports alimentaires a un effet bénéfique sur l'efficacité alimentaire en réduisant la part des besoins d'entretien.

Lorsque les animaux sont nourris à volonté, le niveau alimentaire dépend de la capacité d'ingestion et de la concentration nutritive de la ration. Or il existe une variation notable de la capacité d'ingestion avec le poids, l'état d'engraissement et surtout avec le génotype des animaux [16]. Les animaux de races laitières ont une capacité d'ingestion supérieure de 10% à celles des races à viandes Françaises [10]. Par conséquent, des rations à fortes concentrations nutritives induisent chez les animaux précoces un dépôt excessif de lipides [12].

1.5 Croissance compensatrice

CARSTENS et al [29] définissent la croissance compensatrice comme étant la capacité d'un animal, soumis à une restriction alimentaire, à exprimer un taux de croissance élevé par rapport aux animaux non affecté du même âge chronologique. HOCH et al [30] affirment que l'âge auquel la restriction est imposée, la sévérité et la durée de celle-ci, représente les principaux facteurs influençant la croissance compensatrice. Par ailleurs, elle s'exprime mieux quand la restriction se produit à une étape tardive de la vie [31].

Cependant, une restriction précoce, appliquée lorsque le développement des tissus osseux ou musculaire est prépondérant, peut compromettre la croissance ultérieure des animaux. Par ailleurs, la capacité de compensation des animaux diminue à mesure qu'ils se rapprochent du stade adulte [30].

Du point de vue endocrinologique, celle-ci s'explique par l'amélioration de l'axe du somatotrope et augmente la concentration d'hormones de l'anabolisme, tel que l'insuline et donc une raide déposition de muscle, suite à un apport important d'éléments nutritifs pendant la période de réalimentation [17]. En revanche, les animaux soumis à une longue période de sous-alimentation se comportent différemment, probablement, parce qu'ils ont atteint totalement leur maturité sexuelle. CARSTENS et al [29] et MURPHY et al [32] expliquent ce phénomène de croissance, après que l'animal n'est plus sous alimenté, par

une augmentation de la capacité d'ingestion, faibles besoins d'entretien et une meilleure efficacité alimentaire [31].

1.6 Hormones et promoteurs de croissance

On peut améliorer le rendement des productions animales en augmentant la vitesse de croissance des animaux au moyen d'hormones (naturelles ou synthétiques) qui se lient à des récepteurs spécifiques dans les tissus ciblés ou par l'ajout à la ration de composés antimicrobiens qui modifient la microflore intestinale des animaux en bonne santé, ce qui améliore leur performance [33]. La plupart des molécules utilisées permettent de manipuler le rapport tissu maigre/tissus adipeux [6] et [34].

La somatotropine est parmi les peptides qui influent sur la croissance, ainsi elle est la plus couramment utilisée [35]. Les bêta-agonistes ont été utilisés comme promoteurs de croissance chez la plupart des espèces [36]. La distribution par voie orale de 0,05 à 0,20 mg par jour et par kg de poids vif de ces substances à des bovins entraîne un important accroissement de la masse musculaire, au détriment des dépôts adipeux et des viscères [6]. Comparativement aux animaux non traités, les bovins traités par les anabolisants stéroïdiens développent un gain moyen journalier supérieur de 15 à 20 % [6].

Cette amplitude de réponse est largement déterminée par le niveau d'alimentation des animaux et par la teneur en protéines de la ration pour soutenir le surcroît de croissance : en pratique des teneurs jusqu'à 18 % de la MS permettent d'obtenir les réponses plus fortes [10].

Le dimorphisme sexuel dans la croissance postnatale et le format à l'âge adulte est déterminée par la nature et les taux de sécrétions des stéroïdes sexuels, la testostérone notamment [6]. Ces derniers auteurs rapportent que le récepteur de l'androgène (AR) est spécifique aux muscles et peut être modulé par la circulation de la testostérone. En outre, la régulation de l'expression de récepteur androgène est liée à la croissance du muscle et la croissance compensatrice [38].

CHAPITRE 2

ALIMENTATION DES BOVINS A L'ENGRAIS

2.1 La digestion chez les ruminants: principes fondamentaux

Les divers composants de la ration sont broyés en petites particules, lors de la mastication ingestive, suivie de la mastication mérycisme. Cette réduction de la taille des particules augmente la surface d'attaque des particules afin qu'elles soient mieux dégradées par l'action des enzymes [39]. Elle s'accompagne d'un accroissement important de la densité des digestas, préalable nécessaire à leur évacuation du réticulo-rumen. C'est la mastication mérycisme qui permet la vidange du rumen et cette activité est sensiblement accrue par la dégradation microbienne [40].

Le système digestif des ruminants, hormis la bouche, est composé de trois compartiments en amont de l'estomac fonctionnel (caillette), qui sont le rumen, le réseau (réticulum) et le feuillet (omasum) [16]. Ces différents dispositifs anatomiques ralentissent le passage des particules alimentaires au travers du tractus digestif et augmentent ainsi leur temps de séjour [25]. Elles y subissent une dégradation mécanique (mastication, contractions digestives) et une dégradation chimique (enzymes microbiennes du rumen).

Le rumen est le compartiment le plus volumineux puisqu'il peut contenir trois quarts du contenu total de l'appareil digestif [41]. Ces auteurs signalent que la majeure partie des constituants digestibles de la ration est dégradée dans le rumen. La part de la dégradation ruminale des protéines, dans la digestion totale, varie de 70 à 85% et celle de la cellulose varie de 80 à 90 % [42]. Celle des hémicelluloses est inférieure, tandis que la lignine est indigestible [43] et [44]. Ce mode de digestion provoque la perte, sous forme de chaleur et de méthane, de 20% de l'apport énergétique digestible (APPENDICE C). Un autre inconvénient majeur est que les protéines qui sont fermentées dans la panse, ne sont

plus dès lors des sources d'acides aminés pour l'animal parce qu'elles sont hydrolysées et que les microbes suppriment la fonction amine des acides aminés qui les composent [20].

2.1.1 Le Rumen et ses micro-organismes

Le rumen est le principal élément de l'appareil digestif des bovins. Il est le siège de nombreuses interactions entre les microorganismes qui doivent subsister dans cet environnement complexe [41]. Il constitue un écosystème anaérobie strict, dont les conditions de milieu favorisent le développement d'une microflore et une microfaune extrêmement importante et diversifiée [45]. Il abrite une population dense et très diverse de micro-organismes.

L'assortiment microbien dans la panse est complexe et il est hautement tributaire du régime alimentaire. Les microorganismes fermentent les substances contenues dans le fourrage pour produire principalement des acides organiques à chaîne courte (acides gras volatils), du méthane et du dioxyde de carbone; le processus fournit le support (le fourrage) et l'ATP (l'énergie) nécessaires à la croissance des microorganismes. Cependant, plusieurs facteurs conditionnent la dégradation ruminale des parois végétales : l'accessibilité des substrats aux microorganismes, leur adhésion aux particules et leur activité enzymatique [45].

2.1.1.1 Les bactéries

Les bactéries du rumen représentent la moitié de la biomasse microbienne [45]. Elles constituent l'ensemble le plus diversifié (60 espèces recensées), et leurs concentrations varient de 10^{10} à 10^{11} cellules/ml [41]. Elles sont les principaux organismes qui assurent la fermentation des glucides contenus dans la membrane des cellules végétales [46]. Les bactéries cellulolytiques apparaissent dès l'âge de 4 jours chez 75 % des jeunes ruminants [45]. Les trois principales espèces bactériennes cellulolytiques sont : *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* et *Ruminococcus flavefaciens*. Ainsi les bactéries associées à la phase solide du rumen, bactéries solidement adhérentes aux particules alimentaires, sont plus abondantes que les bactéries faiblement associées ou libres de la phase liquide [41].

2.1.1.2 Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes eucaryotes unicellulaires, dont on distingue deux types : les flagellés et les ciliés [41]. Ils rapportent que les ciliés représentent près de la moitié de la biomasse microbienne et leur concentration varie de 10^4 à 10^6 protozoaires / ml.

Les protozoaires entodiniomorphes ont une grande capacité à ingérer des particules solides de petite taille comme les grains d'amidon, les chloroplastes et les fibres cellulosiques et ingèrent continuellement des bactéries [45]. La population des holotriches augmente (7×10^4 protozoaires / ml) quand le pourcentage de sucres solubles de la ration augmente jusqu'à 40% [46]. Cependant, ils signalent que la part de l'azote microbien, provenant des protozoaires, quittant le rumen, ne serait que de l'ordre de 20%. Bien qu'ils représentent une part importante de la biomasse microbienne, les ciliés du rumen ne sont pas indispensables à la vie des ruminants, contrairement aux bactéries [41].

Il est admis que les protozoaires ont un effet négatif dans la panse, surtout quand les ruminants reçoivent un fourrage ne contenant que peu de protéines vraies [47]. Les protozoaires ingèrent et digèrent les bactéries, réduisant ainsi la biomasse bactérienne dans la panse [46]. Ainsi, ils font baisser le rapport protéines/énergie dans les nutriments absorbés et accroissent les besoins des animaux en protéines vraies. Par ailleurs, des études menées sur des ovins recevant une ration à base de paille ont révélé que la digestibilité apparente de la matière sèche augmentait de 18% après destruction ou élimination des protozoaires de la panse ; défaunation [48]. En revanche, JOUANY et USHIDA [49] rapportent qu'avec des rations mixtes contenant de l'amidon, l'élimination des protozoaires de la panse s'est traduite par une diminution de la digestibilité.

2.1.1.3 Les champignons

Les phycomycètes anaérobies peuvent être parfois extrêmement et leur cycle de développement est composé de l'alternance d'une phase mobile constituée de zoospores flagellées mobiles et d'une forme végétative [39]. Cette dernière, fixée sur les tissus végétaux, est constituée d'un sporocyste pourvu de rhizoïdes [46]. La population fongique est estimée à 10^3 et 10^5 /ml, soit environ 10% de la biomasse microbienne [45]. Elles se

fixent sur les supports rigides, particulièrement sur les sclérenchymes ; elles sont capables d'en dégrader la cellulose et les hémicelluloses malgré la présence de la lignine [46]. Toute fois leur contribution à la digestion globale dans le rumen reste méconnue [41].

2.1.2 Importance des micro-organismes chez Les ruminants

Alimenter un ruminant c'est avant tout nourrir une microflore. Cette population microbienne laisse à l'hôte une fraction du substrat alimentaire qui à échappé à son attaque et ses propres constituants comme les protéines microbiennes et des vitamines du complexe B [41].

2.1.2.1 Le métabolisme glucidique

La fermentation des glucides produit de l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) utilisée par les microbes pour leurs besoins d'entretien et de multiplication. Les produits terminaux de cette fermentation sont, les acides gras volatils (AGV): essentiellement l'acide acétique (C2), l'acide propionique (C3) et l'acide butyrique (C4), dont les proportions dépendent de la nature des glucides alimentaires, le gaz carbonique et le méthane (APPENDICE C). Le pH du rumen passe sous le seuil de 6 lorsque la matière sèche ingérée (MSI) > 3.8 % du poids vif (PV) suite à l'accroissement de la matière organique fermentescible (MOF) [50]. Les AGV sont absorbés dans le sang surtout à travers la paroi du rumen. Ils constituent la principale source d'énergie pour l'animal hôte puisqu'ils fournissent de 70 à 80% de l'énergie totale absorbée chez le ruminant [51].

Les bactéries cellulolytiques participent énergiquement à la dégradation des polymères des plantes [46]. L'hydrolyse de la cellulose se fait par l'action de cellulases [45]. L'ingestion de l'amidon sous forme de granules par les protozoaires ciliés, contribue à limiter la diminution du pH, liée à la dégradation de l'amidon [50]. EUGENNE [52] a montré qu'il existe une interaction significative entre les effets de la défaunation et de la proportion du concentré sur le pH du rumen. Il explique que la réponse du pH à la défaunation est positive lorsque la proportion de concentré est inférieure à 50 % de la MSI et négative au dessus de ce seuil. Aussi, les espèces bactériennes amylolytiques du rumen, attachées aux grains d'amidon, sont souvent ingérées par les protozoaires [46]. Les

produits de la dégradation de l'amidon par les protozoaires sont : l'acide butyrique, hydrogène (H₂), dioxyde de carbone (CO₂) ainsi que de plus faibles quantités d'acide propionique et d'acide lactique [53].

2.1.2.2 Le métabolisme azoté

Les matières azotées (protéiques et non protéiques) ingérées par l'animal sont soumises à l'action protéolytique des microbes du rumen. Elles sont partiellement dégradées dans des proportions variables selon plusieurs facteurs, en particulier leur solubilité [16]. Cette dégradation implique deux étapes : la protéolyse, qui produit des peptides et des acides aminés et la désamination, qui dégrade les acides aminés en ammoniaque (NH₃) et squelettes carbonés en (AGV) (APPENDICE C). Les matières azotées non protéiques des aliments, comme l'urée qui peut être ajoutée à la ration sont dissoutes en totalité et hydrolysées en ammoniac [53].

Les protéines solubles sont principalement dégradées par les bactéries, alors que la contribution des protozoaires à cette dégradation est faible [53]. Les protozoaires ingèrent les particules protéiques ainsi que des bactéries [51]. Ils sont peu les champignons anaérobies du rumen possédant une activité protéolytique importante [45]. En revanche, plusieurs espèces possèdent une activité aminopeptidasique qui peut être d'une importance capitale dans la dégradation des peptides [51].

L'ammoniac est un élément précurseur essentiel pour la croissance microbienne de la plupart des espèces bactériennes du rumen qui le prélèvent et l'utilisent pour la synthèse de leurs propres acides aminés constitutifs [46]. Il est même considéré comme la principale source d'azote pour plusieurs souches bactériennes, en particulier celles impliquées dans la digestion de la cellulose et de l'amidon. La majorité (82 %) des bactéries du rumen peut se développer uniquement avec l'ammoniac comme source d'azote [41].

Il importe de déterminer la quantité minimale d'azote ammoniacal nécessaire dans le rumen pour une meilleure synthèse des microbes et une optimisation de la dégradation des aliments [53]. Ces concentrations se situeraient entre 50 et 100 mg/litre de jus de rumen [51]. Les concentrations d'azote ammoniacal dans le rumen ont un effet positif sur la digestion et l'ingestion des fourrages pauvres [53]. L'utilisation de l'ammoniac pour la

synthèse microbienne est étroitement liée à la quantité d'énergie (ATP) produite par la fermentation des glucides, mais également à la présence de certains minéraux, en particulier le soufre et le phosphore [54]. Pour chaque kg de Matière Organique Fermentée (MOF) dans le rumen, 145 g de Matières Azotées Totales (MAT) microbiennes sont synthétisés [42].

Les microbes sont entraînés avec les "digestas", dans la caillette et l'intestin grêle, où ils subissent alors le processus classique de digestion. Ils sont constitués de 80 p.100 de protéines, très bien équilibrées en acides aminés indispensables, et sont digérés à 80-85 p.100, fournissant les PDIM (Protéines Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne) du système PDI (Protéines Digestibles dans l'Intestin) français [42]. Ces PDIM jouent un rôle très important dans la couverture des besoins azotés des ruminants, surtout quand ces derniers reçoivent des rations à base de fourrages pauvres [53]. Vu que, les ruminants transforment des formes azotées simples comme l'urée en protéines microbiennes de haute valeur nutritionnelle, ils demeurent donc moins tributaires de la qualité des matières azotées alimentaires que les monogastriques [53]. Ils ajoutent que cette possibilité a une importance économique considérable dans les pays en voie de développement étant donné la pénurie et/ou le coût élevé des protéines végétales telles que les tourteaux.

2.1.3 Effet de la défaunation sur la croissance des ruminants

Les rations les plus énergétiques induisent une meilleure croissance [55]. Le propionate est le principal précurseur de glucose sanguin via la néoglucogenèse dans le foie [56]. Ayant un effet insulino-trope et anabolisant chez le ruminant, l'augmentation de son pourcentage dans le pool d'AGV absorbés contribuerait à l'amélioration de l'utilisation métabolique des nutriments énergétiques absorbés [56]. Le ratio de l'acide acétique (C2) et de l'acide propionique (C3) (C2/C3) favorable à l'engraissement se situe en dessous de 3 [57].

Selon EUGENNE [52], la défaunation tend à augmenter le gain moyen quotidien de l'ensemble des agneaux (132.6 vs 118.7 ± 5.2 g/j) (Figure 2.1). Il explique l'effet bénéfique de la défaunation par l'amélioration des indices de consommation de la matière sèche, de l'énergie et du pourcentage de propionate. Cependant, l'absence d'effet bénéfique de la défaunation sur la croissance des ruminants est associée à un déséquilibre

en azote / énergie dans les rations, principalement quand l'énergie absorbée, nécessaire à la croissance des animaux, est insuffisante [44].

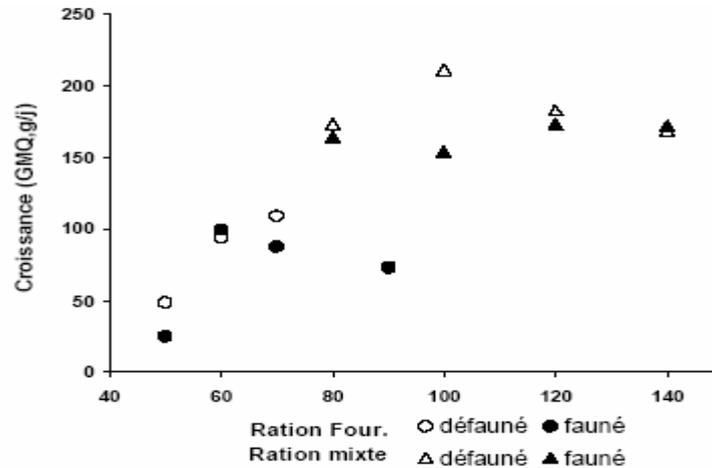


Figure 2.1: Effets de la défaunation sur la croissance (GMQ, g/j) d'agneaux en fonction de la teneur en azote/énergie (g PDIN/UF) de rations composées de fourrage (*Digitaria decumbens*) sans concentré, ou avec concentré (mélange de maïs et tourteau de soja [52])

Pour les rations mixtes, la défaunation contribue à augmenter la fraction de propionate dans le rumen au détriment de celles de l'acétate et du butyrate [52]. En outre, les proportions de propionate et d'acétate augmentent au détriment de celles du butyrate dans les rations simples de fourrage. Comme, la défaunation entraîne une diminution significative de 25% du temps de rétention des particules dans le rumen, pour les rations mixtes [41]. En revanche, elle augmente significativement le temps de rétention pour les rations de fourrage [58].

2.1.4 Effet de l'acidose sur la croissance des ruminants

Les périodes de transitions alimentaires faisant intervenir de profonds changements quantitatifs et qualitatifs de la ration sont des situations à haut risque de l'acidose latente [56]. Ce type de transition alimentaire est étroitement lié à la technique d'élevage en système intensif et correspond au démarrage des jeunes ruminants ou en fin d'engraissement [59] et [60].

En production de viande, les contrôles de poids sont insuffisamment rapprochés, même en conditions expérimentales, pour que l'état acidotique de l'animal puisse être relié à une diminution de la vitesse de croissance ; cette dernière est toutefois probable [56].

Les bovins en début et à la fin de la période de finition peuvent être sujets aux acidoses, latente notamment [57] et [56]. Donc les animaux forts consommateurs pourraient être plus sujets à l'acidose [57] et [39]. Cette situation entraîne des pertes à l'abattage des organes touchés, le foie notamment [61] et [159]. Pour la qualité, la proportion de propionate accrue provoque chez les petits ruminants, et plus particulièrement les agneaux à l'engrais, en état d'acidose, le développement des graisses de couverture molles, donc de moins bonnes tenues [62].

2.2 Les principaux aliments consommés par les bovins

La composition des rations des bovins est très variable suivant le type de l'animal et son âge. Elle est constituée de 78 % de fourrages, 20 % de concentré et 2 % de minéraux et vitamines [24]. L'élevage des bovins repose principalement sur une alimentation naturelle, à base de produits végétaux et varie suivant le type de l'animal, la saison, la région voire la pratique de l'éleveur [24]. Généralement, ils sont regroupés en quatre grandes catégories: le lait, les fourrages, les aliments concentrés et les minéraux et vitamines.

2.2.1 Le lait

Le lait est le seul aliment consommé par le veau dans ses premiers jours de vie. Dans les heures suivant sa naissance, le jeune animal doit impérativement téter le colostrum, contenant des anticorps qui le protégeront [24]. Par la suite, soit il continue à téter sa mère, soit il est alimenté avec un lait de remplacement.

2.2.2 Les fourrages

Se sont des aliments spécifiquement consommés par les ruminants. Les fourrages sont des aliments constitués principalement par les tiges, les feuilles, les fleurs et les graines des plantes fourragères naturelles ou cultivées [40]. Les fourrages peuvent être pâturés par les animaux et le surplus est conservé pour les périodes de disette. On distingue

fréquemment trois modes de conservation des fourrages : l'ensilage, le foin et l'enrubannage.

Les fourrages verts (herbe et fourrages cultivés) sont très riches en eau (80 à 90 %). Ils sont pâturés ou récoltés et distribués en vert aux animaux [63] et [40].

Les ensilages sont des fourrages conservés par fermentations. Ils renferment encore 65 à 80 % d'eau. Les fourrages les plus fréquemment ensilés sont l'herbe et le maïs et de façon occasionnelle le sorgho [63] et [24] et l'orge [64].

Le foin est de l'herbe ou des légumineuses fauchées et séchées au sol par le soleil. Aussi, elles peuvent être séchées par air chaud pulsé en grange, fournissant ainsi un foin de très bonne qualité [24]. Il ne contient que 15 à 20 % d'eau [43].

L'enrubannage est obtenu comme pour le foin, mais la phase de séchage au sol est moins longue [63]. Il est intermédiaire entre un foin et un ensilage [24]. Il contient en moyenne 40 à 50 % d'eau. Le fourrage est récolté sous forme de balles rondes qui sont ensuite enveloppés dans un film plastique pour en constituer un mini silo [24].

La paille est la partie des végétaux subsistant après la récolte des graines de céréales. Elle est généralement plus ligneuse et donc moins nutritive que le foin [44]. Plutôt utilisée pour la litière des animaux, mais aussi utilisée dans leur alimentation. Dans le cas de rations d'engraissement très riches en concentré, le fourrage distribué aux animaux est souvent de la paille afin de faciliter leur rumination [65].

2.2.3 Les aliments concentrés

La littérature scientifique s'accorde que les aliments concentrés apportent l'énergie et les protéines en complément des fourrages que consomme l'animal. Afin d'en favoriser la digestion chez les bovins, les céréales sont distribuées broyées sous forme de farine ou aplaties [64]. Les graines d'oléagineux présentent la particularité d'être riche en matière grasse et en matière azotée. Compte tenu de leur teneur en lipides, il n'est pas possible d'en donner assez aux animaux [66]. Ils sont plutôt utilisés sous forme de tourteaux. Certains sous produits trouvent dans l'alimentation animale, une filière de valorisation, qui leur

permet d'acquiescer alors le statut de coproduit et de devenir une matière première [24]. Ces aliments concentrés sont généralement distribués en mélange, soit préparé par l'éleveur (mélange fermier), soit par un fabricant d'aliment du bétail (aliment du commerce) [24].

2.2.4 Les minéraux et vitamines

Les rations à base de fourrages conservés et de concentrés ne sont généralement pas suffisamment riches en minéraux et vitamines pour couvrir les besoins des animaux [43]. En effet, ces rations ne sont souvent pas assez diversifiées tandis que dans le même temps les performances demandées aux animaux et donc leurs besoins sont très importants. Il est alors nécessaire de leur apporter un Complément Minéral Vitaminé (CMV) pour couvrir leurs besoins [67].

Malgré sa faible part dans l'alimentation des animaux, il est essentiel au bon fonctionnement de l'organisme des animaux. Les CMV se présentent généralement sous forme de poudres ou semoulettes à incorporer à l'aliment. Pour les animaux qui pâturent, il n'y a généralement pas besoin d'apporter de CMV sauf si les sols sont carencés en minéraux (manganèse, cobalt, sélénium, ...) [24].

2.2.5 Les additifs

Contrairement aux minéraux et vitamines, Les additifs alimentaires ne sont pas indispensables à la vie [24]. Ils sont utilisés pour leurs effets sur les performances de l'animal (amélioration de l'indice de consommation de la ration, prophylaxie, modification de la composition corporelle, ... [6]. En Europe, hormis les pays nordiques, presque tous les animaux en recevaient jusqu'à une date récente (100 % des veaux, 95 % des poulets, 35 % des bovins) des aliments antibio-supplémentés [23]. Cependant, l'emploi d'antibiotiques dans les aliments d'animaux d'élevage comme additifs nutritionnels doit être réalisé à des doses très faibles, inférieures aux niveaux où les molécules ont une activité antibactérienne identifiée [68].

Inversement, aux Etats Unis d'Amérique, tout antibiotique est autorisé, dans la mesure où les taux résiduels dans la viande sont inférieurs aux seuils légaux [68]. Les éleveurs américains utilisent antibiotiques, réservés en Europe à la thérapeutique [24].

Chez les bovins, l'utilisation de certains antibiotiques oriente les fermentations de la flore du rumen vers la production d'acide propionique, au détriment de l'acide acétique, lequel favorise l'anabolisme protéique et le dépôt de muscle [6]. Par ailleurs, ils inhibent la méthanogènes, épargnant l'énergie métabolisable [54].

Accusés de contribuer à la sélection de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, l'emploi des antibiotiques comme facteurs de croissance (*AFC*) est très contesté au sein de l'Union européenne. CORPET [69] affirme que seules des substances qui inhibent les bactéries peuvent avoir ce type d'effet sur la croissance et d'ailleurs ces substances ne sont pas obligatoirement des antibiotiques.

Les antibiotiques sont progressivement remplacés par des produits possédant une image « naturelle » en phase avec les aspirations des consommateurs comme les bactéries lactiques et de levures vivantes qui ont pour but d'améliorer l'équilibre de la flore intestinale [6]. Il est montré *in vitro* que la levure comme apport de facteurs de croissance, pouvait décroître la concentration en acide lactique dans le rumen par simulation de l'activité des bactéries utilisatrices de lactate [70]. Elles agissent à la fois sur la santé de l'animal et sur leurs performances zootechniques (inhibition de bactéries indésirables, amélioration de la digestibilité de la ration, renforcement des défenses naturelles, ... [24].

WARD et SPEARS [71], rapportent qu'une supplémentation en cuivre (Cu) à long terme des aliments diminue la profondeur du « backfat » et augmente la région du muscle *longissimus thoracis* des jeunes veaux. Récemment, ENGLE et al [72] affirment qu'une supplémentation en Cu de 20 ou 40 mg /kg MS, chez les veaux en phase de croissance et de finition réduit la concentration de cholestérol du sérum et du « backfat » sans altérer la marbrure de la viande. Comme, elle augmente le taux en acides gras poly-insaturés du muscle *logissimus*. Il résulte que la supplémentation en cuivre n'affecte pas la phase de croissance, en revanche, durant la phase de finition, la supplémentation en Cu réduit le Gain moyen quotidien (GMQ) et l'ingestion alimentaire [73].

Par ailleurs, une supplémentation en Cu à des niveaux aussi bas que 10 mg /kg MS peut diminuer la profondeur du « backfat » de la carcasse, la concentration du cholestérol. Par ailleurs, le métabolisme lipidique des jeunes veaux nourris avec des aliments

concentrés contenant 4.9 mg Cu / kg MS présente une décroissance du taux de cholestérol, un changement de la composition de l'acide gras (saturé à non saturé) et une réduction de la profondeur du « backfat » ; limitant ainsi le gaspillage par carcasse [74]. En revanche, l'utilisation de promoteurs de croissance (stéroïdes, β -agonistes, somatotropine) chez les bovins, ovins semble avoir des effets néfastes, plus ou moins marqués selon les espèces et la nature des molécules mises en oeuvre, sur les qualités organoleptiques de la viande, et plus particulièrement sur la tendreté [75].

2.2.6 L'eau

L'eau demeure sans contredit le nutriment le plus important. Les quantités d'eau de boisson suggérées nécessaires pour les bovins de boucherie en fonction de différents paramètres sont données dans le Tableau 2.1. Autrement dit, on considère qu'une ingestion d'eau correspondant à un ratio eau/matière sèche de 5/L suffit généralement à combler les exigences hydriques des animaux [76]. Par ailleurs, Sauvant [50] évoquent un ratio de 4/L.

Tableau 2.1: Besoins en eau (l/j) en fonction de la température et du stade physiologique des animaux [76].

Poids vif (kg)	Température ambiante °C					
	4,4 ¹	10,0	14,4	21,1	26,6	32,2
	Croissance					
182	15,1	16,3	18,9	22,0	25,4	36,0
273	20,1	22,0	25,0	29,5	33,7	48,1
364	23,0	25,7	29,9	34,8	40,1	56,8
	Finition					
273	22,7	24,6	28,0	32,9	37,9	54,1
364	27,6	29,9	34,0	40,5	46,6	65,9
454	32,9	35,6	40,9	47,7	54,9	78,0

¹L'abreuvement reste constant en dessous de cette température.

Il est aussi possible d'estimer la consommation d'eau des animaux à l'aide de l'équation suivante [76] :

$$l / j = 18.67 + (0.3937 * TMAX) + (2.432 * CVMS) - (3.870 * PP) - (4.437 * SA)$$

Max: représente la température ambiante maximale en °C

CVMS : représente la consommation volontaire de matière sèche kg/j

PP : représente les précipitations en cm par jour

SA : représente le sel alimentaire exprimé en pourcentage

Les vaches laitières conduites en stabulation libre boivent 3 fois avec une ration d'ensilages et de 6 -7 fois avec une ration de fourrages secs [77]. La fréquence d'abreuvement est maximum au milieu de la journée chez les bovins à l'engrais en « feedlot », ainsi qu'à la fin de la soirée en été, en relation avec une consommation d'eau plus élevée [78].

En stabulation entravée, les vaches laitières boivent environ 60% de leur consommation journalière pendant les trois heures qui suivent les deux distributions d'aliments. La restriction hydrique entraîne la chute de la température intra-ruménale affectant ainsi négativement le déroulement de la digestion [79].

2.3 La valeur alimentaire des aliments

Le concept de la valeur alimentaire recouvre deux notions complémentaires ; la valeur nutritive de l'aliment et son ingestibilité. La première notion définit la concentration en éléments nutritifs (énergie, azote, minéraux, vitamines) digestible par l'animal [16]. Elle est aussi définie par CLEMENT [80] comme étant la capacité d'un aliment ou d'une ration à couvrir les besoins nutritionnels d'un animal. La seconde est définie comme étant la quantité volontairement ingérée par l'animal [81].

2.3.1. L'ingestibilité

Pour un animal donné, la quantité volontairement ingérée de fourrage dépend des caractéristiques du fourrage, qui détermine son ingestibilité et des caractéristiques de l'animal [82]. L'ingestibilité des fourrages dépend, en gros, des mêmes critères que ceux qui conditionnent la digestibilité, puisque qu'elle varie en sens inverse de l'effet d'encombrement qu'ils exercent dans le rumen [16]. Pour celle des graminées et des légumineuses sur pied, les différences les plus importantes entre les espèces végétales sont situées dans les 15 jours situés de part et d'autre du début de l'épiaison et que les légumineuses sont ingérés en plus grande quantité que les graminées [16]. De la floraison à la maturité du grain, la plante du maïs a une digestibilité constante, elle est en général comprise entre 70 et 73% et dépend peu des variétés ni de la densité de semis [63].

L'ingestibilité de la plante de maïs est constante mais très variables d'un maïs à l'autre pour des raisons mal connues [16]. En revanche, HOCQUETTE et al [83] n'ont enregistré aucune différence entre la nature de maïs pour ce critère. L'ingestibilité des sorghos, fourragers ou à grain et des céréales à paille atteint son maximum en début de montaison et diminue ensuite régulièrement pour se stabiliser au stade laiteux [64]. Néanmoins, dès le stade pâteux, l'ingestibilité des pailles de céréales est maximum au stade fin laiteux-début pâteux, ensuite elle diminue rapidement en raison de la forte lignification des tiges [16].

L'ingestibilité et la valeur nutritive des céréales peuvent être altérée par la présence de grains anormaux (échaudés, chauffés, germés,...) de moisissures ou d'insectes [37]. Par ailleurs, les concentrations d'azote ammoniacal dans le rumen ont un effet positif sur l'ingestion des fourrages pauvres (Figure 2.3).

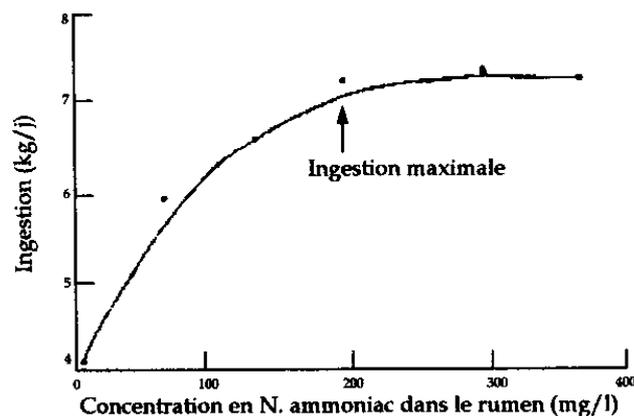


Figure 2.2: Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur l'ingestion de la paille par des bovins [84] [151].

L'utilisation des méthodes microbiologiques permet une meilleure prévision de l'ingestibilité des foins que les méthodes chimiques et surtout l'utilisation d'une même équation de régression pour tous les foins [63].

2.3.2 La digestibilité

Au cours du 1^{er} cycle, la digestibilité de la matière organique (dMO) d'une plante donnée dépend exclusivement de son stade de développement ; elle est de l'ordre de 80 à 85% suivant les plantes [63]. Pour l'herbe de prairie, elle est de 82-83% en tout début de

printemps et diminue dès la montaison suivant les principales espèces qui les composent, pour atteindre 55% à la pleine floraison [63]. Selon ces derniers, prévoir la dMO d'un fourrage, revient à prévoir sa teneur en indigestible pariétal. L'évolution de la digestibilité de l'herbe est donc aussi rapide que celles des graminées cultivées et celle des légumineuses diminue régulièrement tout au long du premier cycle [16]. Celle des repousses est toujours inférieure à celle des fourrages correspondants du début du premier cycle [64]. Cependant, elle diminue moins vite avec l'âge [16]. Pour les repousses à tige, elle diminue et augmente d'un cycle au suivant [63]. La digestibilité des graminées et de légumineuses sur pieds est faiblement influencée par le facteur variétal peu influencé par le facteur environnement [16].

Contrairement aux repousses, ce dernier auteur rapporte qu'elles sont influencées négativement par les températures élevées, suite à la forte lignification. Il ajoute que, la digestibilité de l'herbe de pâturage reste entre 70 et 85%, mais les ray-grass et les, le brome et le trèfle blanc sont nettement plus digestes que le dactyle et la fétuque élevée, suite à leur résistance à la sécheresse. Par ailleurs, les concentrations d'azote ammoniacal dans le rumen ont un effet positif sur la digestibilité des fourrages pauvres (Figure 2.).

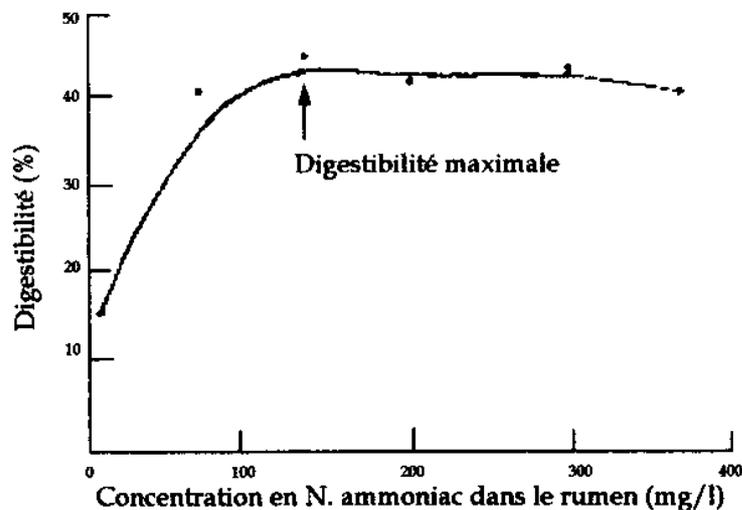


Figure 2.3: Effet de la concentration en ammoniac dans le rumen sur la digestibilité (in sacco) de la paille par des bovins [84].

La digestibilité des différents amidons de céréales dépend de leur origine botanique [85]. Ils rapportent que les amidons de maïs et de sorgho sont moins dégradés dans le rumen que ceux du blé et de l'orge. Par ailleurs la dégradabilité de la fraction protéique des céréales est assez élevée (74-79%), exception pour le sorgho (40-45%) [16].

2.4 Les apports alimentaires recommandés et la capacité d'ingestion

La fermentation cellulolytique s'effectue correctement, seulement si, les microorganismes du rumen puissent trouver les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour se développer et pour dégrader les polysides des parois des fourrages [46]. Il faut aussi que les conditions physico-chimiques nécessaires au maintien d'une digestion correcte soient réunies [41].

2.4.1 Les besoins énergétique

L'énergie libérée lors de la fermentation des glucides complexes correspond à l'énergie digestible des aliments [16]. Elle n'est pas utilisée avec un rendement métabolique à 100%, les pertes, particulièrement important chez les ruminants, s'expriment sous forme d'extra-chaleur [86]. Bien qu'il n'existe pas dans un organisme un besoin strict en glucide, la ration doit contenir une certaine quantité pour des raisons mécanique, physiologique et économique [86].

2.4.2 Les besoins en matériaux

Les besoins en lipides, sont généralement satisfaits par les rations distribuées. Toute fois MORAND-FERH [87] rapporte qu'en Angleterre et aux USA, des lipides sont ajoutés aux concentrés destinés aux vaches laitières, tout en s'assurant de la qualité des aliments. Selon MORAND-FERH [87] et HORNIK et al [88], l'incorporation d'huile alimentaire peut être employée à changer la composition de l'acide gras des tissus adipeux chez le bétail, mais pas pour changer le contenu de la graisse intramusculaire. Les huiles alimentaires pourraient augmenter substantiellement et d'une façon satisfaisante les acides gras linoléiques conjugués (CLA) de la graisse musculaire, mais l'augmentation relative peut être affectée par d'autres composants de l'alimentation [89].

La flore bactérienne en général et cellulolytique est essentiellement constituée de protéines. Il est donc indispensable qu'en plus de l'énergie apportée par la fermentation des aliments, les microbes disposent de l'azote nécessaire à la synthèse de leurs protéines. Grâce aux synthèses des micro-organismes du rumen le problème qualitatif des matières

azotées est généralement résolu [51]. Sur le plan quantitatif ; il faut au préalable permettre au potentiel PDIE de la ration de s'exprimer [42]. Certains aliments sont carencés en minéraux et vitamines, ce qui ne couvre pas les besoins des microbes pour leur synthèse et leur activité [24]. Il s'agit des éléments majeurs (P, Ca et Mg) mais aussi des oligo-éléments (Cu, Zn, Mn, Fe et S) pour la synthèse des acides aminés soufrés dont les bactéries cellulolytiques sont composées et [90]. Une complémentation minérale peu coûteuse est à envisager [24].

Pour le calcium, le besoin d'entretien (BE, g/j) est calculé à partir de la matière sèche ingérée (MSI en kg/j) et du poids vif (PV en kg) pour les vaches en lactation, $BE = 0,663 \text{ MSI} + 0,008 \text{ PV}$ et pour les autres catégories de bovins, $BE = 0,015 \text{ PV}$ [91]. Ils ajoutent que les coefficients d'absorption réelle (CAR) de Ca adoptés varient de 55 % pour les aliments concentrés [91]. Les besoins physiologiques en Mg ne sont pas modifiés, faute de données expérimentales nouvelles. En outre, l'efficacité de l'utilisation digestive de Mg est supérieure pour les ovins comparés aux bovins ; de plus, le CAR de Mg est fortement influencé par la teneur en potassium (K) du régime. Par conséquent, il est préférable d'affecter à la teneur totale de Mg de la ration un coefficient de correction tenant compte de sa teneur en K (en g/kg MS) : pour les bovins $33,6 - 0,29$ [91].

Les vitamines font également défaut dans les fourrages récoltés à un stade de maturité avancé [92]. L'apport de vitamines varie avec la teneur des fourrages grossiers et le mode de vie : à l'extérieur, sous l'action du soleil, l'animal est capable de synthétiser la vitamine D si bien que les apports se font en stabulation. Elles sont généralement incorporées au complément minéral. Celles qui font particulièrement défaut sont les vitamines A, D3 et E [24].

2.4.3 Les besoins d'hygiène

2.4.3.1 hygiène alimentaire

La ration doit couvrir totalement les besoins de l'animal : sous une forme et un volume compatible avec un bon fonctionnement du tube digestif, sans entraîner de déséquilibre alimentaire ou absorption de substance toxique qui pourraient nuire à la santé du sujet [24]. Les matières premières utilisées couramment en alimentation animale possèdent des pouvoirs tampon et acidogène variables, mal expliqués par la composition

de l'aliment [93]. Ces nouveaux critères pourraient caractériser le risque hygiénique des aliments [55].

2.4.3.2 Etat de propreté des animaux

Les professionnels de la filière s'inquiètent de la relation entre la contamination des cuirs et des carcasses et par la suite de toute la chaîne de transformation [94]. Les bactéries sont introduites dans la chaîne de transformation des viandes par les animaux eux-mêmes qui les véhiculent au niveau de leur tube digestif et de leur peau éléments qui constituent les principales sources de contamination des carcasses au moment de l'abattage [95].

Concernant la flore banale, les rares données disponibles montrent que les cuirs portent de 10^3 à 10^9 germes / cm^2 , selon le site anatomique considéré et que les plus fortes contaminations sont observées au niveau de la zone de couchage [95]. L'abattoir reste le point critique majeur : le dépôt des germes sur les masses musculaires nouvellement mises à nu est difficilement évitable [96].

Le ressuage des carcasses a pour but de ramener la température de la carcasse de 35-38°C en fin de chaîne d'abattage à une température de 7°C à coeur. Sur le plan hygiénique, la croissance des microorganismes sera d'autant plus limitée que le refroidissement sera précoce et rapide [96]. Toutefois, la littérature scientifique rapporte qu'une réfrigération trop rapide entraîne une contraction des fibres musculaires qui est responsable d'un durcissement irréversible de la viande.

En pratique, il est retenu que la température des muscles ne doit pas descendre en dessous de 10°C en moins de 10 heures [97]. C'est pourquoi les procédés de ressuage actuels mettent fréquemment en œuvre plusieurs phases de refroidissement successives, l'optique étant de refroidir très rapidement la surface des carcasses (maîtrise du risque hygiénique) puis d'assurer une diminution plus progressive de la température à coeur des muscles (maîtrise du risque de contracture au froid) [97].

En vue de limiter ces risques, deux grilles de notation sont élaborées par l'institut d'élevage. La première concerne l'état de propreté de bovin arrivant à l'abattoir [94].

Les sites d'observation sur l'animal sont le ventre et les cuisses et la notation est faite en quatre classes (APPENDICE E) :

- 1- Propre : absence de salissure
- 2- Un peu sale : présence de salissures peu étendue
- 3- Sale : présence de galettes laissant entrevoir le poil
- 4- Très sale : galettes recouvrant totalement le poil. Au sein de cette classe les bovins recouvert de croûte de saleté sont notés 9, hors norme, très très sale.

La seconde est établie sur les bovins vivants [98]. Elle est composée de 4 classes de notations : A, B, C, D. Avec une correspondance avec la grille établie sur les animaux morts « au crochet » présenté dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2: Correspondance de la grille de notation de la propreté des bovins au « crochet » à celle des bovins vivants [98].

Grille vif	Grille « crochet »
classe A	notes (1 + 2)
classe B	note 3
classe C	note 4
classe D	note 9

Les salissures jugées sont des salissures sèches [98]. L'animal est à juger en position debout, idéalement sur le côté, à défaut à l'arrière. Lorsque l'état de propreté n'est pas identique sur les deux flancs de l'animal la notation est établie sur le jugement du flanc le plus sale. Les zones à juger sont les zones s'étendant sous une ligne allant de l'attache de la queue au haut de l'épaule (APPENDICE F).

2.5 Le rationnement : principes généraux

La pratique du rationnement consiste à déterminer la quantité de chaque aliment à donner à l'animal en vue de couvrir ses besoins. On procède toujours en commençant par l'apport de fourrage, pour déterminer au final l'apport de concentré nécessaire.

2.5.1 Au niveau énergétique

Tout en maintenant le système du Professeur Leroy basé sur l'énergie nette (contenu dans un kilogramme d'orge) comme unité exprimant les besoins des animaux et la valeur des aliments en UFL et UFV selon le type et le niveau de production (NP) : Pour les animaux à croissance rapide et à l'engrais (GMQ > 1000g/j ou NP>1.4). Leurs apports recommandés sont exprimés en UFV/animal/jour). Pour les animaux à croissance modérée et les vaches allaitantes (GMQ ≤ 1000g/j).

Leurs apports recommandés sont exprimés en UFL/animal/jour [86]. Les valeurs énergétique des aliments destinés aux bovins sont calculés à partir du rendement global (kmf) de l'énergie métabolisable (EM) tout en considérant que la valeur énergétique nette (EN) de l'aliment pour l'ensemble des dépenses d'entretien et de production correspondait à :

$$EN(UFV) = EM \times kmf / 1.82 \quad [16].$$

et

$$EN(UFV) = EM \times kmf / 1.7 \quad [99].$$

2.5.2 Au niveau azoté

VERITE et al [42] et Jarrige [16] ont évalué la part respective de l'aliment et des microbes dans la fourniture des matières azotées au niveau de l'intestin de l'animal hôte. Ils attribuent à un aliment deux valeurs azotées, PDIN et PDIE. Ces deux valeurs ne sont pas additives et c'est la plus petite qui est considérée pour un aliment donné [42] et [16]. Equilibrer une ration reviendra à réaliser l'égalité PDIN = PDIE en associant des aliments riches en PDIN à des aliments riches en PDIE [42]. Les besoins en PDI des animaux en croissance et à l'engrais sont donnés par la relation élaborée par [100] et qui est notée:

$$PDIg = 3.25 \times P^{0.75} + PROT / RPDI$$

(3.25 g/kg P^{0.75}), représente la valeur en PDI retenu pour l'entretien et *PROT*, représente les dépenses de production calculées à partir des protéines fixées exprimées en g (*PRO T* en g). *RPDI* affiche le rendement d'utilisation métabolique des PDI, déterminé à partir des essais en alimentation de taurillons de divers poids [100].

La majorité des systèmes de rationnement protéique considèrent que les bovins à viande ont besoin de rations plus riches en PDI durant la phase de croissance qu'en phase de finition. Alors que les besoins azotés dépendent de la quantité de protéines déposée et non pas du stade physiologique, la croissance notamment [101].

2.5.3 Au niveau du comportement alimentaire et de la capacité d'ingestion des animaux

Une meilleure compréhension du comportement alimentaire a permis d'exprimer dans une même unité appelée UEB (unité d'encombrement bovin) la capacité d'ingestion de l'animal et l'ingestibilité de l'aliment [102]. Pour des raisons pratiques, de l'application du système UEB, ces auteurs ont tenu compte du fait que l'ingestibilité d'un fourrage est surtout fonction de sa digestibilité. Celle-ci est étroitement liée avec la concentration énergétique considérée comme un facteur limitant. De ce fait, pour caractériser la capacité d'ingestion de l'animal et l'ingestibilité du fourrage on fait appel à la notion de la densité énergétique. Si $DEF \geq DER_m$: le fourrage pourra couvrir, à lui seul les besoins énergétiques de l'animal et si $DEF < DER_m$: la capacité d'ingestion de l'animal ne lui permettra pas de consommer assez de fourrage distribué à volonté pour couvrir ses besoins énergétiques ; une distribution de concentré s'impose [100].

En revanche, certaines études montrent que c'est seulement quand les rapports Protéines /Energie sont optimisés que la densité énergétique du fourrage devient le facteur déterminant principal [84]. Les capacités d'ingestion (CI) des différentes catégories de bovins en croissance et en engraissement sont exprimées, en Unités d'Encombrement Bovins (UEB) [103]. Son évolution est décrite selon la race, le sexe, et le mode de conduite des animaux. Les chercheurs de l'INRA ont utilisés la relation suivante :

$$CI = (a)P^b$$

Afin de simplifier le modèle la valeur b est maintenue égale à 0.6 pour tous les animaux à l'engrais), alors que celle des bovins en croissance est maintenue à 0.9 [100]. Par ailleurs, la valeur du coefficient (a) varie en fonction de diverses catégories d'animaux, la race et du mode de conduite, obtenue à partir d'un ensemble des données expérimentales [100]. La capacité d'ingestion augmente de moins en moins rapidement, avec le poids de l'animal en période de finition [16]. Ainsi, en fin de la fin de la période de finition, la CI d'un animal

gras évoluera moins rapidement ou même diminuera, par rapport à celle d'un animal maigre de même poids [12].

2.6 L'autonomie alimentaire des élevages bovins.

L'autonomie alimentaire peut être abordée en tant qu'argument commercial et/ou comme un axe parmi d'autres pour réduire les coûts de production sur les exploitations. Elle (*A en %*) peut s'apprécier en calculant la proportion d'aliment produit (*P*) sur l'exploitation par rapport à ceux consommés sur l'exploitation (*C*) :

$$A = P / C$$

Comme elle peut être aussi, calculé globalement et décomposé en deux parties fourrages et concentrés. Ce ratio a été calculé en part de matière sèche et en part de matière azotée totale pour les concentrés [104]. En outre, pour compléter les ratios d'autonomie, la quantité de matière azotée contenue dans les aliments concentrés achetés par UGB peut être calculée (kg MAT/UGB).

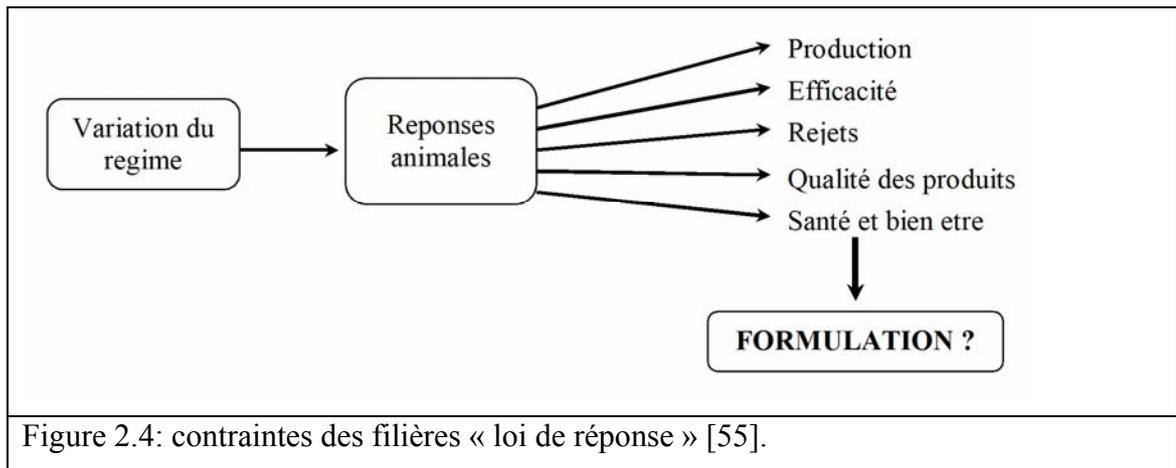
2.7 La conduite alimentaire des bovins

2.7.1 Principes généraux

La conduite alimentaire des bovins dépend de plusieurs facteurs : l'âge de l'animal et sa production, la valeur nutritive des fourrages, la localisation géographique et les caractéristiques de climat, la structure de l'exploitation, la main d'œuvre disponible et la présence d'autres productions sur l'exploitation [24].

2.7.1.1 Principes de rationnement des bovins

Classiquement, la ration doit être apportée de façon à satisfaire les besoins nutritifs d'entretien et de production d'un animal donné. En revanche, la multiplicité des objectifs (qualité des produits, bien être animal, environnement...) incite à adopter la démarche réciproque et complémentaire qui consiste à déterminer les lois de réponses multiples (LRM) des animaux en fonction des variations de leur régime alimentaire (Figure 2.4).



2.7.1.2 Evolution de la ration en fonction de l'âge

Les besoins alimentaires des animaux varient en fonction de leur âge. De ce fait, on distingue plusieurs phases dans la conduite alimentaire des bovins, dans l'ordre d'apparition (figure 2.5) : une phase lactée, une phase d'élevage ou de croissance, une phase de production et une phase de finition [24].

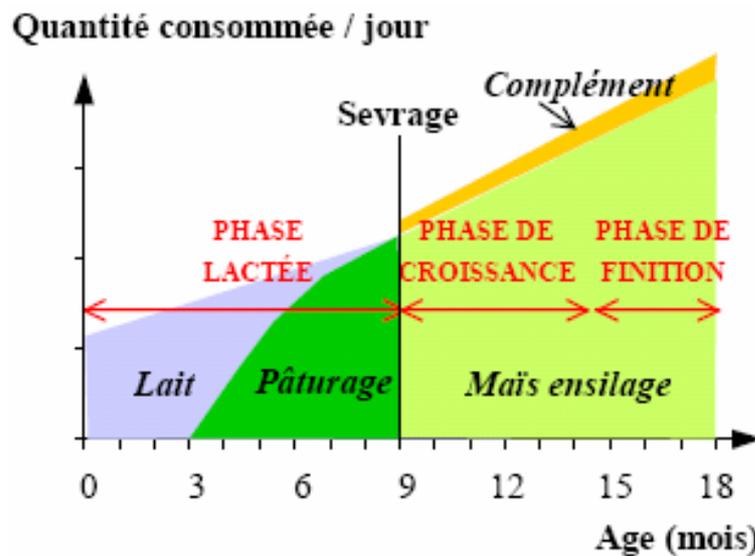


Figure 2.5: Différentes phases dans la conduite alimentaire des bovins, dans l'ordre d'apparition [24].

2.7.1.2.1- La phase lactée

Pendant la période, ou le veau est pré ruminant, l'alimentation est exclusivement lactée. Puis le jeune animal commence progressivement à consommer des aliments solides. La phase lactée dure pour les veaux, environ 3 mois pour les animaux de races laitières et de 7 à 9 mois pour ceux de races allaitantes [24]. Elle est suivie d'une phase d'élevage pour les animaux destinés à devenir de futurs reproducteurs ou phase de croissance pour les animaux destinés à l'engraissement.

2.7.1.2.2 La phase d'élevage ou de croissance

Durant cette phase les apports de la ration visent à couvrir les besoins de croissance de l'animal mais sans excès pour ne pas engraisser pas trop vite l'animal [12]. Pour les animaux d'élevages destinés à devenir de futurs reproducteurs, il faut permettre au squelette de se développer et se consolider sans le surcharger pondéralement [16]. Pour ces animaux, les rations sont en général à concentration énergétique modérée et riche en fourrages [24].

2.7.1.2.3 La phase de production

Elle particulièrement importante pour les vaches laitières, leur ration est en général riche en énergie et éléments nutritionnels [24]. Lors de cette période, l'apport d'aliments concentrés est manifeste [79].

2.7.1.2.4 La phase de finition

Elle est généralement de courte durée (3 mois chez le veau, 3 à 4 mois chez les gros bovins), L'animal est préparé de façon à ce que sa viande présente les caractéristiques bouchères escomptées [24]. Les rations apportées durant cette période doivent être riches en énergie [10]. Par ailleurs, à certaines saisons, il est possible de finir les animaux à l'herbe [105].

2.7.1.3 Evolution de la ration au cours de l'année

L'herbe n'est pas disponible au fil de toute l'année, d'où la nécessité de conserver les excédents d'herbe produits. La valeur nutritionnelle de l'herbe verte pâturée varie au cours du temps, en fonction de son stade végétatif [43]. Par ailleurs, l'herbe conservée a une valeur inférieure à celle de l'herbe verte [43]. Donc, à certaines périodes, il est nécessaire d'apporter des aliments complémentaires. Ils doivent surtout être riches en énergie, comme les céréales, car l'herbe est plutôt riche en azote [24]. A l'inverse, il existe un fourrage capable d'affranchir les éleveurs de la contrainte de la variation saisonnière, c'est le maïs plante entière ensilée [64]. Toutefois, c'est un fourrage plus cher à produire que l'herbe et qui a des caractéristiques nutritionnelles inverses de celles de l'herbe, d'où une complémentation avec des aliments riches en protéines comme le tourteau de soja [105].

2.7.1.4 Influence de la situation géographique et pédoclimatique

Les conditions pédoclimatiques sont les déterminants essentiels des potentialités fourragères d'un milieu [24]. Hormis le veau de boucherie, tous les autres bovins ont une alimentation essentiellement basée sur les fourrages. La part de concentrés dans l'alimentation dépend essentiellement du type d'animal considéré [24].

2.7.2.1 La conduite alimentaire des veaux de boucherie

Ces veaux sont à 80 % de race laitière [24]. Leur conduite alimentaire est très standardisée (figure 2.6). Ils sont alimentés avec le lait maternel durant 10 jours, puis sont séparés de leur mère. Durant leur période d'engraissement, allant de leur entrée en bâtiment jusqu'à leur abattage vers 150 jours, ils consomment deux types d'aliments. Le premier est un aliment d'allaitement liquide reconstitué et le second est un aliment fibreux.

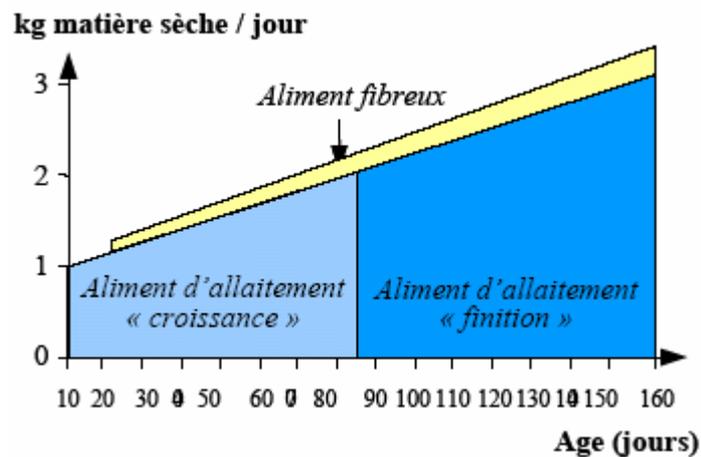


Figure 2.6: Conduite alimentaire des veaux de boucherie [24].

2.7.2.2 La conduite alimentaire des jeunes bovins

La plus grande partie des bovins mâles d'origine allaitante nés en France est orientée vers la production de jeunes bovins [10]. Il existe une certaine variété dans la façon de conduire ces animaux, en fonction de leur saison de naissance et des objectifs d'âge et poids à l'abattage fixés par l'éleveur [24] et [19].

2.7.2.2.1 Les taurillons de race à viande

Les veaux mâles de races à viande naissent souvent, en hiver, de janvier à mars (figure 2.7). Ils têtent leur mère à l'étable puis les accompagnent au pâturage. A l'âge de 7 à 9 mois ces animaux sont séparés de leur mère et engraisés en stabulations pendant 9 à 11 mois [24].

Les jeunes bovins produits en France sont alimentés avec une ration à base d'ensilage de maïs, complémenté avec des céréales broyées ou aplaties des tourteaux azotés (soja, colza, tournesol et lin), un peu de minéraux et du foin ou de la paille [24]. Par ailleurs, les veaux nés en automne passent tout l'hiver en bâtiment avec leur mère et consomment en plus du lait un peu de fourrage et de concentré [10]. Au printemps, ils suivent leur mère au pâturage et sont séparés de celle-ci en début d'été pour être engraisés à l'auge [10].

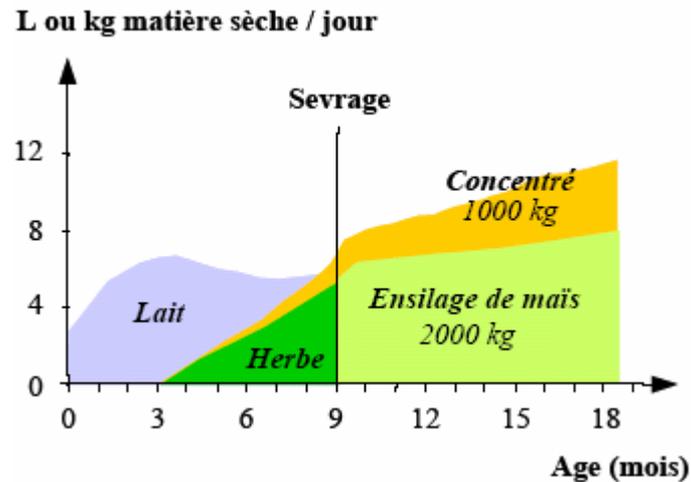


Figure 2.7: Conduite alimentaire des jeunes bovins de race allaitante (naissance en Février [24]).

2.7.2.2.2 Les taurillons laitiers

Les veaux de races laitières destinés pour la production de viande sont séparés de leur mère quelques jours après la naissance, puis sont élevés en nursery jusque vers l'âge de 4 mois et alimentés avec du lait reconstitué et des aliments grossiers [24]. Ils sont ensuite conduits dans les mêmes conditions et avec la même alimentation que les jeunes bovins de races à viande [24] et [10]. Par contre, ils sont abattus un peu plus jeunes (figure 2.8).

Les régimes alimentaires des jeunes bovins sont à base d'ensilage de maïs complétementé avec des céréales, des tourteaux, des minéraux et vitamines et un peu de foin où de paille [64]. Des régimes à base de paille avec de fortes proportions de concentrés (jusqu'à 80 % de la ration) sont de plus en plus utilisés, notamment pour les jeunes bovins de race Blonde d'Aquitaine [65].

Par le passé, on a également fait pâturer les jeunes bovins, mais cette pratique n'est plus utilisée [24].

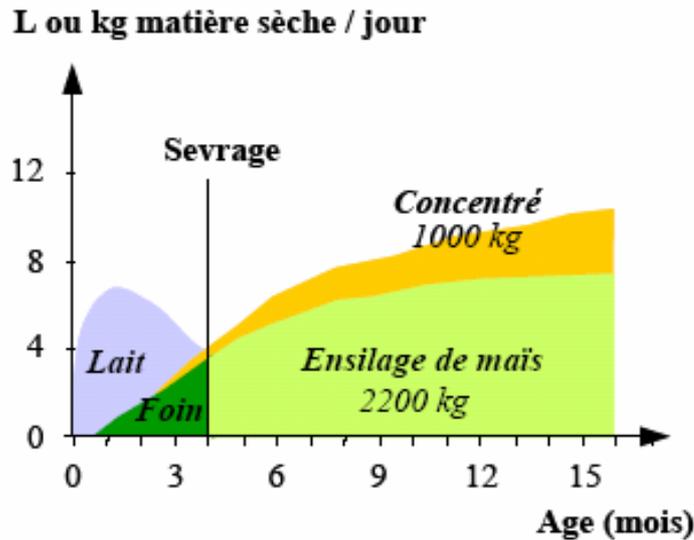


Figure 2.8: Conduite alimentaire des jeunes bovins de race laitière [24].

2.7.2.2.3 Les « veaux rosés », intermédiaires entre le veau de boucherie et le jeune Bovin.

Ces animaux allaités par leur mère jusqu'à l'abattage à l'âge de 7 et 12 mois, représentant une très petite part de la production de viande [24]. Ces auteurs, ajoutent que leur conduite alimentaire est intermédiaire entre celle des veaux de boucherie et celle des jeunes bovins mais varie selon le type de veau produit.

En plus du lait, ils consomment soit de l'herbe s'ils sont élevés au pâturage (veau Corse, Rosée des Pyrénées), soit des aliments grossiers (foin, céréales, ...) s'ils sont élevés en bâtiment (veaux de l'Aveyron et du Ségala).

2.7.2.3 La conduite alimentaire des boeufs et génisses de boucherie

La production de génisses de boucherie et de boeufs est basée essentiellement sur une alimentation économique à base d'herbe pâturée et conservée [27] et [19]. En conséquence, la croissance de ces animaux est plus lente que celle des taurillons et ils sont abattus à un âge plus avancé, au plus tôt à 24 mois mais plus couramment entre 30 et 36 mois [24].

Il existe plusieurs modèles de production pour ces types d'animaux et ils diffèrent surtout par le mois et / ou l'âge [106].

Leurs conduites alimentaires se caractérisent par deux ou trois saisons de pâturage et deux ou trois phases hivernales en bâtiment suivant l'objectif recherché [19]. Cette alternance pâturage / bâtiment correspond à la recherche de croissances élevées des animaux lors des phases de pâturage et de croissances plus faibles en bâtiment [27].

Dans tous les cas, la période de finition des animaux, doit connaître une phase de croissance rapide, pour permettre aux animaux d'atteindre un état d'engraissement optimal à l'abattage [106] et [19].

2.7.2.3.1- Les boeufs et génisses de race à viande

La phase d'élevage des veaux de races à viande destinés à la production de boeufs et génisses de boucherie est identique à celles des veaux destinés à la production de jeunes bovins [16]. Ils accompagnent leur mère au pâturage et sont séparés de celle-ci vers l'âge de 7 à 9 mois. L'hiver, ils sont alimentés avec des fourrages conservés (foin ou ensilage selon les régions) et une complémentation à base de céréales et tourteaux (figure 2.9).

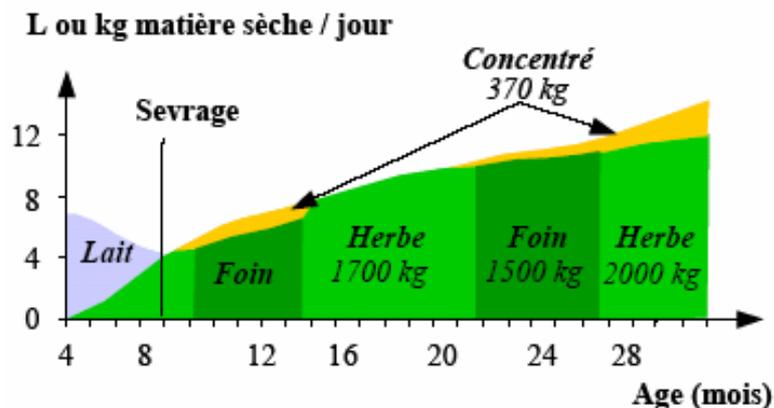


Figure 2.9 : Conduite alimentaire des boeufs et génisses de race à viande (naissance en février) [24].

2.7.2.3.2- Les boeufs et génisses laitiers

En France, les deux tiers des veaux laitiers destinés à devenir des boeufs ou des génisses naissent en automne janvier [24]. Ils sont conduits comme les veaux laitiers destinés à la production de jeunes bovins [24].

Ils sont ensuite alimentés avec de l'ensilage de maïs des céréales et tourteaux jusqu'à la mise à l'herbe au printemps [106] et [19]. Leur conduite est alors proche de celles des animaux de race à viande, avec alternance de phase au pâturage et en bâtiment [14]. Les animaux de race laitière ou mixte sont abattus plus jeunes que ceux de races à viande, car plus précoces (.figure 2.10).

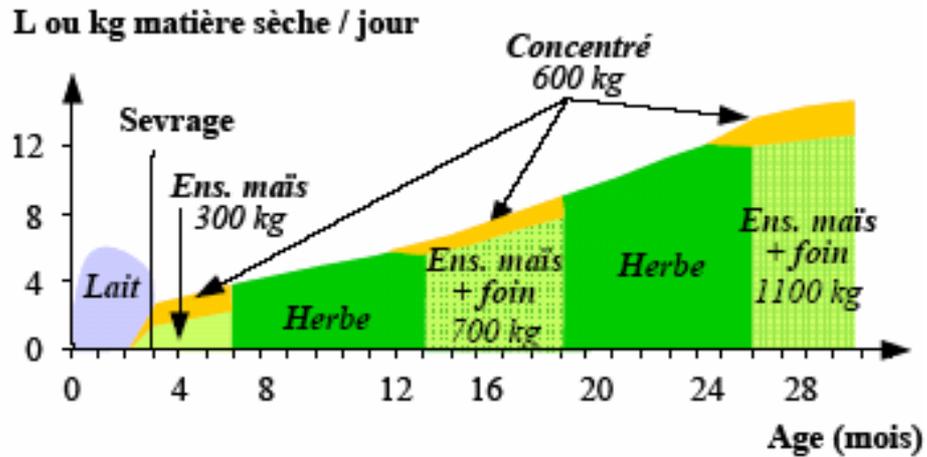


Figure 2.10 : Conduite alimentaire des boeufs et génisses de race laitière (naissance en octobre [24]).

CHAPITRE 3

PRODUCTION DE VIANDE DES BOVINS

3.1 Les différents systèmes d'élevage

La production animale est gouvernée par l'action conjointe et les interactions entre génotype et milieu. Ces deux composantes se combinent au sein d'un système d'élevage pour aboutir à une production [107]. Ce modèle est relativement simple, mais sa traduction est difficile en ce qui concerne les systèmes d'élevage [108].

La combinaison des types de ressource végétale et des différents produits permet de caractériser cinq modèles d'élevage (Tableau 3.1).

Tableau 3.1: Les différents modèles d'élevage, [109].

Ressources Finalité	Pâturage	Résidus	Fourrage cultivé	Fourrage acheté
Plusieurs co- produits	Pastoral	Basse-cour (urbain ou rural)		
	Paysan			
Un seul co-produit	Ranch		Industriel	

La situation géographique et pédoclimatique sont les déterminants essentiels des potentialités fourragères d'un milieu [24].

3.1.1 Les Systèmes Pastoraux

Les animaux sont utilisés pour leur aptitude à valoriser les ressources herbagères et arbustives des zones non cultivées. Les espèces élevées sont exclusivement des herbivores [110].

3.1.1.1 les systèmes traditionnels

La disponibilité en pâtures oriente les mouvements de troupeaux qui définissent des modes de production nomades ou transhumants [107]. Le bétail constitue une véritable épargne. En cas de forte sécheresse, les éleveurs vendent une partie de leurs animaux pour alléger la charge des pâturages et acheter des aliments concentrés [46].

Le mélange des espèces au sein du troupeau permet de mieux utiliser les parcours car les préférences alimentaires sont différentes ; il permet surtout de limiter les risques en cas d'épizootie ou de sécheresse prolongée. Bien que peu productif, ce système a de nombreux atouts notamment: un faible coût alimentaire, valorisation de ressources alimentaires renouvelables de zones dévalorisantes et la mobilité des animaux [46].

3.1.1.2 Les systèmes de ranch

Ils se distinguent des précédents par l'appropriation privée des terres de parcours [109]. La production de viande pour la vente est généralement l'unique objectif de ces entreprises. La superficie par unité de travailleur est beaucoup plus grande que dans les systèmes traditionnels [46].

La productivité technique de la terre et des animaux n'est pas toujours supérieure mais celle du travail est plus forte [107]. L'adaptation aux aléas climatiques se fait, comme dans les systèmes traditionnels, par la vente d'animaux. En revanche les déplacements d'animaux ne sont pas pratiqués, et l'achat d'aliments est exceptionnel. Ils ne sont répandus significativement qu'en Océanie (Australie, Nouvelle-Zélande) et en Amérique [46].

3.1.2- Les modèles de basse-cour.

Ils utilisent les résidus domestiques et agricoles produits dans l'exploitation. Ils concernent le plus souvent des petits animaux (volailles, ovins, caprins, rongeurs). Ils produisent avec de petits effectifs plusieurs produits, principalement pour l'usage de la famille [109]. En revanche ces animaux peuvent avoir une productivité individuelle élevée, étant souvent très bien nourris et attentivement soignés [46].

Présents dans toutes les exploitations agricoles (souvent appelés en Afrique élevages villageois) et fréquents dans les villes des pays en développement, ils fournissent peu de produits sur le marché mais apportent une contribution importante à l'alimentation humaine et, fonctionnant selon une logique d'économie domestique, à des coûts d'opportunité faibles [109]. Cependant les quantités produites ne peuvent pas augmenter significativement en cas de hausse de la demande [46].

3.1.3 Les Systèmes Paysans

Ces modèles sont ceux qui fournissent la majorité des produits animaux aujourd'hui dans le monde, sous des formes très variables [46]. Ils combinent l'agriculture et l'élevage pour l'autoconsommation et pour la vente. Dans ces systèmes très divers, sédentaires, basés sur la culture de plantes vivrières, l'élevage est associé à l'agriculture et fournit du fumier, de la traction, ainsi qu'une réserve de capital [46]. Faute d'un débouché stable, la production laitière n'est en général qu'un produit annexe.

La production de viande bovine n'est qu'un sous-produit des activités précédentes, celle des autres espèces est surtout destinée à l'autoconsommation [109]. Le cheptel est exploité de manière plus ou moins intensive, mais se prête facilement à l'intensification et à la vente de ses produits pour peu que les conditions de marché soient réunies [46].

3.1.4 Les Systèmes Hors Sol

Dans ces systèmes, l'alimentation des animaux est fournie par des fourrages achetés sur le marché intérieur ou importés : céréales, tourteaux, sons, pailles et fanes [111].

L'embouche bovine intensive : l'engraissement de bovins en stabulation permanente, à base d'alimentation concentrée et de fourrages achetés. Ce système est lourd en capital, en intrants et en travail, les coûts de production de la viande sont élevés. Les conditions de la réussite sont multiples : un approvisionnement en jeunes animaux suffisant; un rapport de prix entre la viande, les céréales et les sous-produits permettant une rentabilité du système et une possible commercialisation des produits qui suppose non seulement que la demande existe mais aussi qu'elle soit accessible (infrastructure, organisation) [46].

Ce système ne peut être durablement mis en œuvre que par une entreprise de commercialisation de la viande, dont il constitue une réserve sur pied, un moyen de régulation des quantités de viande entre les fluctuations de l'offre et celles de la demande [109]. Les « feed-lots » des États-Unis d'Amérique ne fonctionnent pas autrement. Mais le volume de la demande de viande bovine n'est pas suffisant pour que de tels systèmes puissent se développer, alors que les circuits traditionnels de commerce en vif ajustent de manière très efficace les variations de l'offre et de la demande [109].

3.1.5 Les modèles industriels

Ils n'utilisent que des aliments achetés (résidus d'industrie agro-alimentaire ou fourrages cultivés) [46]. Orientés vers la production d'un seul produit, ils ne se développent que si le prix de ce produit permet de rémunérer, au prix du marché, l'ensemble des facteurs achetés [109]. Le rapport de prix du produit animal (viande, lait, oeuf) à celui de l'aliment principal doit être supérieur à l'indice de consommation.

Ces modèles sont prépondérants en aviculture (ponte et chair) dans les pays développés et la production bovine laitière évolue vers ce type de modèle [109]. Ils se développent également dans certains pays en développement, à la périphérie des villes, quelquefois sur la base d'alimentation du bétail importé et/ou subventionné [46]. Plus concentrés et de plus grande dimension que les élevages paysans, donc plus délicats à conduire [107]. Ils exigent une régularité de leurs approvisionnements et de leur écoulement [46]. Ils fonctionnent donc dans le cadre d'accords d'intégration au sein d'ensembles coordonnant les approvisionnements en animaux et aliments, la transformation, et la distribution des produits à longue distance [109].

Ils ne sont compétitifs avec les modèles paysans que si leurs performances techniques sont meilleures ou leurs coûts d'acheminement vers le consommateur plus bas [46]. C'est pourquoi ils sont le plus souvent implantés à proximité des agglomérations urbaines.

L'industrie avicole (poulet de chair) dans les pays développés en est l'exemple le plus élaboré. En revanche dans les pays en développement ce type d'organisation complexe connaît de multiples difficultés (approvisionnements, technicité tout le long de la chaîne, fluctuations fortes du marché) [46].

En conclusion le développement des productions animales dépend donc d'un ensemble complexe de facteurs. En premier lieu les disponibilités en terre conditionnent l'existence de modèles pastoraux [109]. En second lieu, l'efficacité de l'agriculture et le coût de production des céréales déterminent la possibilité de l'installation de modèles paysans intensifiés [107]. En troisième lieu, le pouvoir d'achat des populations urbaines conditionne la possibilité de réalisation de modèles industriels [112]. Il en découle que l'augmentation des productions animales ne peut résulter que de l'intensification des modèles paysans ou de l'apparition de modèles industriels [46].

3.2. Les différents types de production de viande de gros bovins

La production de la viande bovine se caractérise par une importante variété de types de production, de races, de modes d'élevage et d'alimentation [24]. Ceci conduit à une multitude dans les rythmes de croissance et les caractéristiques des carcasses, par suite, dans les besoins nutritionnels [16].

3.2.1 Les taurillons

La production de taurillons se définit par un âge à l'abattage inférieur à 20 mois, une croissance continue, une alimentation de forte concentration énergétique et sans utilisation de pâturage [16] et [10]. Ce mode de production offre des carcasses de 600-680 kg pour les taurillons précoces de race laitière et de 640-700 kg pour les taurillons tardifs ou issus de leur croisement des races rustiques [10]. C'est la production de viande jeune de

type taurillons intensif engraisé à l'auge qui est plus développée ces dernières décennies [24].

3.2.2 Les bouvillons

La production de bouvillons abattus à 18-20 mois d'âge, à des poids compris entre 410 et 520 kg, est très répandue en Grande-Bretagne [10]. Ces animaux sont, soit de veaux nés en automne de race (Frison) ou croisés (Herford x Frison, soit des veaux nés au printemps.

Pour les premiers, se sont des jeunes animaux, castrés à 3-4 mois, réalisent une croissance de 800g/j et leur mise à l'herbe a lieu aux environs de 6 mois d'âge avec un poids de 180kg [24]. La croissance recherchée avoisine les 800 à 900g/j [10]. La finition à l'auge, d'environ 7 mois, débute vers l'âge de 11 à 13 mois pour se terminer entre 18 -20 mois avec une carcasse de 180-270kg [10].

Pour les seconds, les veaux sont nés au printemps, ne nécessitent pas de ration d'engraissement à l'auge [10]. Au pâturage les animaux reçoivent une complémentation en concentré (250-300kg) afin de permettre un dépôt adipeux assez conséquent et pouvoir les abattre en fin de la mise à l'herbe [10].

Les veaux sont élevés sous la mère et sevrés à l'âge de 9 mois ou précocement dans le cas des veaux laitiers [24]. Ils sont hivernés à l'auge entre 9 et 13 mois et nourris uniquement avec des fourrages [10]. En conséquence, ils produisent des carcasses de faible poids, 280-320 kg.

Pour la production de taurillons, ils passent au pâturage à l'âge de 6-7 mois avec un poids supérieur à 200 kg [16]. Ce schéma permet après une finition à l'auge en hiver sur des régimes d'ensilage de maïs d'obtenir ou dépasser légèrement les poids de carcasse des taurillons maintenus à l'auge et abattus à l'âge de 18 mois avec (340-360 kg pour les [19]. Elle ajoute que ces types de production courts et basés essentiellement sur l'utilisation de l'herbe avec des animaux castrés et précoces.

3.2.3 Bœufs, génisses et jeunes taureaux

Dans ce mode de production, les animaux sont conduits d'une manière extensive ou semi intensive et abattus à l'âge de 3 ans ou plus et entre 2 et 3 ans respectivement [10] et [106].

Le but recherché n'est pas d'atteindre le potentiel de croissance maximale, mais pour valoriser au mieux les ressources fourragères disponibles [24]. Cependant, leur état d'engraissement est nettement amélioré grâce à une meilleure maîtrise des diverses phases de croissance : intensification des surfaces herbagères, amélioration des qualités des fourrages et de leur complémentations, utilisation des anabolisants et maîtrise du parasitisme [27].

Par rapport aux mâles, les génisses présentent des limites physiologiques pour produire de la viande ; très précoces et peu efficaces, elles sont souvent un mal nécessaire [27]. Ces handicaps s'expriment d'autant plus que les génisses suivent un rythme de production rapide. Engraissées comme les jeunes bovins intensifs, elles sont abattues à l'âge de 13-18 mois avec un poids de carcasse ne dépassant pas 220-230 kg et 240-250 kg pour les Pie Noires et les Limousines respectivement [27].

Sur le plan économique, cette production ne peut être envisageable et le recours aux types de production plus longs reste à prescrire [19].

Avec ce dernier schéma de production, les génisses sont abattues à l'âge de 24-26 mois après engraissement à l'auge, ou 28-30 mois ou plus après finition à l'herbe. Néanmoins, ces femelles produisent des carcasses ne pesant en moyenne que 308 kg alors que celle des bœufs atteint 375 kg [106]. Les génisses restent très handicapées par rapport aux mâles. Un des facteurs capable de lever ce handicap est l'utilisation des anabolisants [6]. Par ailleurs, la qualité de la viande issue de génisses, la tendreté notamment, reste supérieure à celle de bœufs et de jeunes taureaux [106].

3.2.4 Vaches de réformes

La vache de réforme issue de troupeaux laitiers ou allaitant est le principal pourvoyeur de viande bovine en France [113]. L'augmentation de l'âge diminue le rendement de carcasse, ce qui reflète probablement la diminution relative du compartiment musculaire et l'augmentation des dépôts adipeux du 5^e quartier chez les animaux âgés [113].

MALTERRE [106] montre qu'environ 25% de vaches d'origine laitière sont abattues maigres avec des carcasses ayant de médiocres aptitudes à la conservation et à la découpe. Il existe une proportion d'entre elles qui peuvent réaliser de bonnes carcasses, si elles sont engraisées comme des animaux de boucherie [17] et [113]. Ceci est possible, grâce au non épuisement de leurs réserves durant leur carrière laitière et l'alimentation correcte en fin de lactation [19]. Ce dernier auteur signale que, dans le cas où les vaches n'ont pas reconstituée leurs réserves corporelles durant la lactation, il semble préférable de les engraisser après le tarissement.

Comme les animaux de boucherie, des différences liées au génotype sont observées chez les vaches de réformes, et les vaches laitières maigres en début de finition peuvent reprendre rapidement, en 50-70 jours 40 à 70 kg de poids vif soit 25 à 45 kg de carcasse [106]. Cet accroissement est principalement grasseux chez les vaches Pie-Noires et les animaux de type Holstein et croisés Holstein présentent un faible rendement en carcasse et une mauvaise conformation [106], en revanche, il ajoute que les vaches de race Normandes reprennent plus de muscles avec une qualité de viande analogue à celle de vaches Holstein.

Les vaches de réformes de race rustique ou à viande de type allaitant réalisent un accroissement nettement élevé, de 80 à 100 kg de poids vif, soit 40 à 70 kg de carcasse, en 70 à 100 jour, et ce gain renferme une part notable de muscle [106]. En outre, les rations avec 120 ou 160 g de PDI/UFL sont caractérisées par une proportion de tissus adipeux légèrement plus faible et donc, une proportion de muscle dans la carcasse légèrement plus élevée [113]. Ces mêmes auteurs rapportent que la durée d'engraissement influence les caractéristiques de la carcasse, en effet, le GMQ suit une évolution exponentielle décroissante au cours de l'engraissement.

3.3 Maîtrise technique des divers types d'animaux

A chaque période de la vie de l'animal, selon ses caractéristiques propres (génotype, potentiel de croissance, précocité, mode de conduite antérieure), correspond un niveau de croissance optimum à atteindre par le biais de l'alimentation [24]. Pour ce, et comme dans toutes les productions animales, il est nécessaire de suivre une courbe de croissance optimum afin de conduire à bien un de ces divers types de production [10]. Deux principaux écueils sont à éviter, soit prendre du retard ou de l'avance sur la croissance escomptée [30].

Pour la phase de croissance allant de 3 et 6 à 7 mois, le niveau de croissance doit être soutenu entre 900 à 100g/j, car tout retard à cet âge n'est pas rattrapable par la suite [31]. A l'âge de 6 à 8 mois, les mécanismes de la croissance compensatrice n'ont que peu d'effets GEAY [10], voire pas d'effets [31]. Ces gains de poids optimaux peuvent être réalisés avec divers fourrages de bonne qualité et une complémentation en aliment concentré est d'autant plus élevée que le fourrage est de mauvaise qualité et que le niveau de croissance recherché est important : 1.5 à 3 kg de concentré pour atteindre 1000g/j avec des mâles laitiers [24]. Chez les veaux sous la mère, le niveau de croissance est fonction des quantités de lait, d'herbe et d'aliments concentré apportés [24].

Une diminution d'un kg de lait entraîne chez les veaux une augmentation 150 g/j d'herbe ingérée, sans que pour autant la croissance soit comblée (76 g/kg de lait) [12]. L'incorporation de grains de céréales dans un aliment destinés aux veaux sevrés précocement accélère la maturité physiologique [114]. A l'inverse, la phase de croissance, des veaux sevrés normalement et nourris exclusivement de fourrages à l'âge de 3 mois à 8 mois, a augmenté, ainsi que le taux de graisse intramusculaire [115].

Pour la croissance autour d'un an, les essais réalisés en conditions de pâturage favorable, confirment l'influence du gain de poids au cours du premier hiver sur les performances ultérieures au pâturage [14]. Le niveau optimum de croissance autour d'un an durant l'hiver, pour les types de production utilisant le pâturage se situe entre 600 à 900 g/j en incluant la période de castration [24]. Il est nécessaire d'associer aux rations à faible concentration énergétique un complément de concentré énergétique et un apport limité de

matières azotées est à envisager pour les animaux en croissance afin de ne pas compromettre celle-ci [24].

A l'entrée au pâturage, les animaux enregistrent une perte de poids, estimée en moyenne à 5%. Durant la fin de la période de pâturage, un apport de concentré énergétique est recommandé pour maintenir la croissance et permettre aux animaux de déposer suffisamment de gras [10], car l'herbe perd de sa valeur nutritive au fur et à mesure qu'elle vieillit [43].

Pour la période d'engraissement à l'auge autour de deux ans, les animaux sont abattus à l'âge de 24-30 mois ; en fonction de leurs périodes de naissance, avec des carcasses de 440 kg pour les taureaux de races à viande tardives et au delà de 350 kg pour les taureaux de races laitières [12]. Les jeunes taureaux à l'engrais ont toujours un croît plus élevé en finition (100 à 150g/j soit 10%) et un état d'engraissement plus faible (-30 %) que les bœufs. Cela est lié à leur potentiel de croissance musculaire important et à leur faible précocité qui se traduit par une croissance soutenue et une vitesse d'engraissement réduite [16]. Par contre, nourrir à volonté les jeunes boeufs avec une alimentation à forte concentration énergétique provoque un dépôt appréciable d'énergie sous forme de graisse sous-cutanée, en accélérant la maturité physiologique [114]. Selon ces derniers auteurs, ces jeunes veaux ont la plus petite région du muscle du longissimus ($P < 0.06$) et les traitements diététiques n'ont pas affectés la phase de croissance ($P > 0.20$).

Leur niveau de consommation est comparable à celui des bœufs avec une efficacité alimentaire élevée, de l'ordre de 150-180gde gain /UFV ingéré malgré un âge élevé [4].

Les jeunes taureaux Limousin abattus entre 26 et 19 mois à des poids de carcasses de 440-500 kg, réalisent un GMQ supérieur à 1000 g/j même en fin de finition. Malgré cette vitesse de croissance, l'état d'engraissement ne dépasse pas les 14% de dépôt de gras dans la carcasse [83]. Le niveau de consommation des rations d'engraissement reste plus élevé chez les races laitières précoces du fait de capacités d'ingestion élevées, de 10 à 15 % que celles observées chez les races à viande. Ce qui conduit à des efficacités alimentaires inférieures de 15 à 20% compte tenu des gains de poids plus faibles [14]. Ce même auteur, affirme que les différences entre races durant la période de finition de jeunes bovins abattus autour de deux ans sont identiques, ou à peine inférieures à celles observées

en production de taurillons. L'état des animaux, au début de la finition qui dépend de la forme de croissances réalisée au pâturage, se répercute sur les caractéristiques d'engraissement à l'abattage ROBELIN [12] et HOCHET al [15] précisent qu'avec un ralentissement notable de gain de poids en fin de pâturage permet de produire des animaux maigres capables de réaliser une croissance compensatrice à l'auge. Avec une réduction du niveau alimentaire de l'ordre de 20%, sur la base de l'énergie ingérée à volonté, réduit légèrement l'état d'engraissement des animaux à l'abattage et améliore l'efficacité alimentaire. Toutefois, il ajoute que cette limitation diminue le croît quotidien de 16% ce qui prolonge la période de finition à l'auge.

Selon CORPET [68] l'emploi des anabolisants durant la phase de finition à l'auge des bœufs augmente sensiblement de 22% le gain de poids et de 15% l'efficacité alimentaire. Par ailleurs, les carcasses obtenues sont plus lourdes de 18 kg avec une forte réduction de l'état d'engraissement et la part du muscle est accrue. Pratiquement, pour les phases de finition à l'auge des bovins âgés de deux ans ou plus, des rations analogues à celles des taurillons peuvent être utilisées [24].

Toutefois, comme la capacité d'ingestion de ces animaux âgés est relativement élevée, la concentration énergétique de la ration peut être diminuée pour réaliser un gain de poids suffisant et éviter un engraissement rapide, surtout pour les races précoces [89]. A partir de 2 ans le niveau de croissance (300 à 500 g/j) doit être suffisamment faible à fin d'éviter l'engraissement des animaux précoces en hiver et permettre une croissance compensatrice au pâturage [24]. Ils notent aussi que, le recours à une complémentation énergétique modérée en fin de période de pâturage permet de maintenir la croissance des animaux avec un niveau d'engraissement satisfaisant.

La finition peut avoir lieu rapidement à l'auge en automne ou au pâturage à partir de l'âge de 30 mois ou encore pendant la saison suivante plus de 3 ans [12] et [10].

3.4 Quelques rations d'engraissement

3.4.1 Ensilage de maïs

Avec une ration à base d'ensilage de maïs la production d'acide propionique et surtout d'acide butyrique dans le rumen est accrue, ce qui favorise donc l'engraissement [20]. Lorsqu'il est distribué seul à de jeunes taurillons à l'engrais, son niveau d'ingestion n'est pas très élevé (1,6 à 2 **kg** de MS par 100 kg de poids vif), ce qui permet généralement d'assurer des gains de poids vifs de l'ordre de 800 à 1000 g/j [64].

Pour réaliser des croissances plus élevées (1100 à 1300 g/j), nécessaires pour que les carcasses présentent un état d'engraissement suffisant, il faudra distribuer un complément d'aliment concentré [64]. Il est donc généralement suffisant de limiter les apports d'aliment concentré à un niveau compris entre 0,3 et 0,6 du poids vif des animaux [64].

Les apports de concentré diminuent l'ingestion d'ensilage de maïs : celle-ci est de l'ordre de 0,5 à 0,8 **kg** de matière sèche par **kg** d'aliment concentré consommé. Elle est d'autant plus accusée que les apports de concentrés sont plus importants [106]. Le déficit azoté de l'ensilage de maïs ne peut généralement pas être couvert en totalité par l'urée (taux optimum : 5% de la matière brute) et un complément de matières azotées devra être apporté par l'aliment concentré [64].

3.4.2 Les fourrages secs

KREIKEMEIER et al [116] rapportent qu'il n'y a pas d'effet sur la marbrure de la viande dû aux niveaux d'incorporation de fourrages (0% fourrages) dans un aliment de finition à base d'orge et maïs en grain. STOCKEZ al [117] n'ont trouvé aucune relation entre le niveau du ballast et niveau de la qualité de la viande. En outre, BARTLE et PRESTON [118] indiquent que la quantité de foin peut être réduite au-dessous de niveaux typiquement utilisés (8 à 10%) pendant la mi-période de finition, pour au moins 60 jours, sans compromettre les performances des jeunes veaux et ainsi, la qualité de la carcasse est améliorée. Alors que SAUVANT et al [50] rapportent que la teneur minimale en fibre physique et chimique qu'il convient de respecter pour maintenir un pH correct une taille de particules (TPa) > 4 mm et NDF > 35% respectivement.

3.4.3 Les céréales

3.4.3.1 Les Grains de Céréales

Une partie importante de l'amidon de céréales (surtout l'orge et du blé) est digérée dans la panse et aboutit à la production d'un mélange d'acides gras riche en acide propionique. L'autre partie (surtout le maïs et le sorgho) échappant à la digestion ruminale est partiellement transformée en glucose dans l'intestin [20] et [85]. L'acide propionique et le glucose formés sont favorables pour l'engraissement [20].

L'appétibilité du sorgho et surtout du maïs par rapport à celle de l'orge et du blé, montre que les premières sources alimentaires sont plus efficaces pour l'engraissement que l'orge et le blé [64]. Alors que MICHALET-DOREAU et al [85] enregistrent un pH ruminal (5.16 vs 5.88) et une concentration d'AGV plus élevée pour les taurillons recevant le régime à base de blé que ceux recevant le régime à base de maïs, mais ils ne trouvent aucune différence entre les deux régimes à base de maïs (corné + denté) pour ces deux critères.

L'orge et le sorgho aplatis ou grossièrement broyés, peuvent être employés seuls [64]. Contrairement, le maïs doit être associé à un léger supplément de foin ou de paille de bonne qualité à raison de 0,25 kg pour 100 kg de poids vif dans le souci d'éviter les troubles digestifs [119].

3.4.3.2 Les Céréales Immatures

Pour obtenir un niveau de consommation maximum, TEISSIER [64] recommande de ne pas ensiler les céréales à un stade trop tardif de façon que la teneur en M.S ne dépasse pas 40 %, et, dans le cas de l'orge, l'ensilage doit être broyé car la présence de barbillons limite l'ingestion. DEMARQUILLY et ANDRIEU [120] ont observé que le niveau de consommation, des céréales immatures ensilées (coupées à 35-40 cm du sol) comme ration de base distribuée à volonté à des vaches laitières, était de l'ordre de 1,9 à 2 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif. Ainsi chez les jeunes taurillons à l'engrais leur niveau d'ingestion varie entre 1,4 et 2 kg de M.S. Ce niveau d'ingestion permet de couvrir les besoins énergétiques d'entretien et ceux correspondant à une production laitière de 2 à 6 kg par jour. TEISSIER [64] conclut que l'ensilage de céréales immatures ne peut

pas constituer l'aliment énergétique exclusif des animaux de production intensive de viande. Il faudra compléter la ration par un aliment concentré (2 à 3 kg/jour) riche en énergie, en azote et en minéraux.

3.4.4 Les fourrages conditionnés

L'utilisation de régimes à base de fourrages condensés oriente principalement les fermentations du rumen vers une production plus grande d'acide propionique, lui-même favorable à la lipogenèse [64]. Cette situation laisse, ces régimes bien utilisés en engraissement malgré leur digestibilité moindre [20].

Malgré leur forte ingestion par les ruminants, les fourrages condensés ne peuvent être utilisés comme fourrages seuls puisque ils n'apportent pas la quantité d'énergie totale nécessaire à ces animaux. Avec un taux de complémentation de 20 à 30 % sur la base de la matière sèche, il est facilement possible d'atteindre des gains de poids de 1100 à 1200 g/variables suivant la nature du complément et du fourrage, alors que pour réaliser les mêmes performances avec des rations traditionnelles, la part des fourrages peut difficilement dépasser 50 à 60% [64]. Ce même auteur ajoute que ces fourrages condensés peuvent constituer une part importante de la ration des jeunes bovins à l'engrais, même s'ils sont de qualité médiocre ; en particulier, des fourrages récoltés tardivement ou les luzernes déshydratées de qualité inférieure (pauvres en matières azotées et en carotène) peuvent, grâce à ce traitement technologique être utilisées efficacement pour la production de viande.

Aussi, avec des rations de ce type, riches en fourrages, la vitesse d'engraissement des animaux est moins rapide qu'avec des régimes riches en céréales : cela peut être un avantage non négligeable avec des bovins de races précoces [65] et [16].

Ces rations posent cependant des problèmes pathologiques analogues à ceux que l'on rencontre avec les rations riches en céréales et qui ne sont pas encore totalement résolus [64].

3.5 Composition et valeur diététique des viandes des bovins

La viande de bovins est une source importante de nutriments pour l'alimentation humaine et sa qualité sensorielle est très appréciée [9]. L'importance et la nature de ces particularités dépendent toutefois de la nutrition des ruminants [89].

3.5.1 Composition biochimique

La viande de ruminants est une source importante de protéines riches en acides aminés indispensables (Tableau 3.2). Ces protéines ont une teneur élevée en lysine (9,1 g pour 100 g de protéines) et faible en acides aminés soufrés [89].

Tableau 3.2: Valeurs nutritionnelles (pour 100 g de viande cuite) de divers types de viandes de ruminants [172].

	Boeuf			Agneau	
	Rumsteck grillé	Faux filet grillé	Entre cote grillée	Gigot grillé	Cotes premières grillées
Energie (kJ)	485	625	849	727	1042
Protéines (g)	21	23	24	23	23
Lipides (g)	3.6	6.4	11.8	8.9	17.3
Cholestérol (mg)	35	33	45	70	90
Acides gras : en composition (%)⁽¹⁾					
- Saturés	44	49	50	50	48
- Mono insaturés	40	44	41	38	41
- Poly-insaturés	9	3	5	10	10
Fer (mg)	2.9	1.9	2.6	2.0	5.3
Zinc (mg)	4.2	3.3	5.4	2.9	2.5
Vitamines :					
- B1 (mg)	0.10	0.04	0.09	0.13	0.10
- B6 (mg)	0.56	0.29	0.42	0.34	0.36
- B12 (µg)	1.50	0.54	1.40	1.50	1.70
- E (mg)	0.44	0.2	0.58	0.18	0.11

⁽¹⁾ Pour 100g de viande crue

Elle est également une source de fer héminique, 4 fois plus, que la viande de poulet), le fer héminique étant 5 à 6 fois mieux absorbé que le fer non héminique des végétaux [9]. Le zinc est aussi abondant dans la viande bovine (Tableau 3. 3). Enfin, la viande des ruminants est une source importante de vitamines du groupe B (B1, B2, B6 et

B12 et niacine) en particulier de vitamines B6 et B12 (Tableau 3.2), synthétisées par les microorganismes du tube digestif du ruminant [122] et [51].

Tableau 3.3: Composition comparée des viandes cuites de bœuf et de poulet [89].

	Bœuf (Faux filet, grillé)	Poulet (viande et peau, rôti)
Energie (kJ / 100g)	700	678
Protéines (g / 100 g)	28.1	26.4
Lipides (g / 100 g)	6.0	6.2
Cholestérol (g / 100 g)	0.06	0.09
Acides gras saturés / insaturés	0.86	0.43
Fer (mg / 100 g)	3.0	1.3
Niacine (mg /100 g)	4.5	7.7
Vitamine E (mg /100g)	0.3	0.2
Vitamine B6 (µg /100g)	0.4	0.4
Vitamine B12 (µg /100g)	2.0	0.3
Folates (µg /100g)	15.0	8.0

Bien que la composition chimique de muscles soit relativement constante celle des graisses est caractérisée par de grandes variations sur le plan qualitatif et quantitatif [89]. D'une façon générale, la quantité et la nature des lipides déposés dans les muscles dépendent en grande partie, non seulement des apports alimentaires, mais aussi de la digestion, de l'absorption intestinale, du métabolisme hépatique et des systèmes de transport des lipides jusqu'au muscle [8].

Chez le ruminant après sevrage, une forte proportion des acides gras insaturés (AGI) de leur ration alimentaire est hydrogénée dans le rumen [51]. Ainsi, les lipides des muscles de bœuf et d'agneau sont constitués de 50 % d'acides gras saturés (AGS) et 50 % d'AGI [8], localisés dans les tissus adipeux externes du ruminant sont effectivement riches et le tissu adipeux intramusculaire respectivement et ceci d'autant plus que l'animal est maigre [123].

3.5.2 Les lipides et les protéines de la viande : aspects diététiques

L'importance relative des dépôts adipeux sous-cutanés et la teneur en lipides intramusculaires sont des composantes importantes des qualités technologiques et organoleptiques des carcasses et des viandes chez le bovin [8]. De nos jours, le désir du consommateur de réduire ses apports lipidiques est grand pour se prémunir contre les maladies cardiovasculaires.

Les conseils des diététiciens portent souvent sur des substitutions de consommation de viande d'une espèce vers une autre, des viandes réputées grasses et/ou saturées vers les viandes réputées maigres et insaturées. Alors que, GEAY et al [8] rapportent que si les différences liées à l'espèce existent, elles sont sans doute exagérément prises en compte alors que les différences liées à l'alimentation des animaux sont sous estimées, notamment sur le plan de l'équilibre entre les acides gras poly-insaturés (AGPI) des familles n-6 et n-3. CHESNEAU et al [124] montrent que les viandes issues d'animaux nourries avec une fraction de graines de lin présentent toutes un rapport n-6/n-3 compris entre 3,3 et 4,4 inférieur aux rapports des viandes témoin, quelle que soit l'espèce. La valeur des rapports n-6/n-3 varie de 3 à 4 et correspond aux souhaits des nutritionnistes humains qui préconisent une valeur proche de 4 pour limiter les risques de maladies coronariennes et permettre également de baisser l'index athérogène et trombogène [125]. En revanche, OKUYAMA et IKEMOTO [126] rapportent un rapport n-6/n-3 recommandé pour l'alimentation humaine de l'ordre de 2.

Bien que les viandes renferment des quantités significatives de cholestérol (de 50 à 100 mg/100 g), elles en contiennent moins que les abats et les œufs. De plus, il est important de souligner que chez l'Homme, plus de la moitié du cholestérol est synthétisé dans le foie et l'intestin et non pas fournie par l'alimentation [8].

Il est possible de modifier la composition des dépôts lipidiques des bovins par le biais de l'alimentation ; en augmentant la proportion des acides gras polyinsaturés (AGPI) absorbés par les ruminants [75], [8] et [89]. Pour atteindre ce but, les acides gras doivent être protégés contre l'hydrogénation dans le rumen (...by pass).

On distingue classiquement trois principaux types de fibres musculaires qui présentent des propriétés contractiles et métaboliques différentes [5]. Présentement, il est admis que les fibres glycolytiques à contraction rapide ont des caractéristiques favorables pour la tendreté des viandes bovines car elles ont une maturation plus rapide que les fibres oxydatives à contraction lente.

La quantité et le degré de solubilité du collagène sont des composantes essentielles de la tendreté et déterminent ainsi la catégorie bouchère des viandes bovines [5]. Chez les bovins, l'augmentation de la vitesse de croissance par voie nutritionnelle se traduit par un accroissement de la solubilité du collagène et une augmentation de la proportion de fibres glycolytiques [75].

Comme chez toutes les espèces, la teneur en lipides intramusculaires tend à augmenter avec l'âge et le poids des animaux [75].

3.5.3 Caractéristiques organoleptiques

Ce sont les caractéristiques perçues par les sens du consommateur [127]. Tous les sens peuvent être impliqués dans l'évaluation d'une denrée alimentaire: la vue, le goût, odeur, le toucher à la main ou dans la bouche, voire même l'ouïe, d'où le terme caractéristiques « sensorielles » [2].

Plusieurs facteurs exercent une influence sur la qualité sensorielle de la viande de ruminants. Ces facteurs peuvent être divisés en deux catégories : les facteurs intrinsèques (type génétique, âge, sexe...) et les facteurs extrinsèques (régime, climat, procédure d'abattage, mode de conduite, état physiologique ...). Parmi ces derniers, l'alimentation joue un rôle important dans la détermination de la qualité [24]. Toutefois, la bibliographie rapporte, que les effets spécifiques des constituants du régime alimentaire sur la qualité de la viande sont difficiles à évaluer.

Le régime alimentaire (en particulier herbe vs concentré) peut en effet avoir une influence sur la vitesse de croissance de l'animal et il est difficile de déterminer si les caractéristiques de la viande sont dues aux composants du régime alimentaire pour leurs

propriétés intrinsèques ou plutôt aux différences de vitesse de croissance et de composition corporelle induites par ces régimes [128].

3.5.3.1 La couleur

Le contenu en myoglobine augmente avec l'âge [127]. De plus, la teneur en pigments de la viande augmente plus rapidement chez les femelles que chez les mâles [129]. En outre, la nature de l'alimentation influe sur les caractéristiques musculaires des bovins. En effet, DUFRESNE et al [130] ont rapporté que le pâturage avait une incidence sur la couleur de la viande, puisque celle de jeunes taurillons qui avaient pâture avant une finition à l'auge était plus foncée et plus rouge que celle de taurillons engraisés uniquement à l'auge.

Par ailleurs, des boeufs recevant une ration à base d'herbe (conservée ou pâturée) présentent un métabolisme musculaire plus oxydatif (viande sombre), un collagène plus soluble et une teneur en lipides intramusculaires plus faible que des boeufs recevant de l'ensilage de maïs à l'auge [131]. Ces auteurs expliquent cette situation, principalement, par la mobilité des animaux au pâturage et dans une moindre mesure par la nature de la ration. En revanche, la viande des animaux finis à l'herbe est plus sombre et moins tendre que celle des animaux finis avec des régimes riches en concentrés. Cet effet pourrait être lié d'une part à une modification du pH ultime de la viande (pour la couleur), mais aussi à l'âge à l'abattage (plus avancé avec les régimes à base d'herbe), à l'état d'engraissement des carcasses et à la teneur en gras intramusculaire (plus élevés avec les régimes riches en concentrés), qui peuvent modifier à la fois la couleur et la tendreté des viandes [132].

Le niveau alimentaire semble conditionner la teneur en pigments de la viande des ruminants dans la mesure où une réduction des apports se traduit par une augmentation de la proportion de fibres oxydatives [7]. Une trop faible teneur en glycogène ou une trop rapide dégradation de celui-ci dans le tissu musculaire se traduit par une dégradation de la couleur de la viande [8]. Ces auteurs rapportent que la suppression de l'alimentation de 24 à 36 heures avant l'abattage, associée au transport et à la manipulation des animaux, peut avoir un effet négatif sur la couleur et la conservation de la viande. La couleur de la viande augmente avec l'âge, suite à l'accroissement de la teneur en myoglobine avec l'âge [2].

3.5.3.2 La tendreté

La tendreté de la viande représente la facilité avec laquelle une viande se laisse mastiquer. Elle dépend principalement des teneurs en collagène et en protéines myofibrillaires [133]. Il semble que le taux d'élastine (exprimé en % de la surface de la coupe) plus élevé dans les muscles affecte négativement la tendreté de la viande bovine [62]. Cependant, LEPETIT [134] conclue que la viande étant un matériau composite dans lequel il y a de fortes interactions entre les structures au cours du chauffage, il n'est pas possible d'étudier indépendamment le rôle des tissus conjonctifs et le rôle des fibres musculaires sur la tendreté de la viande. Il précise que si prises une par une les caractéristiques du tissu conjonctif n'apparaissent pas reliées à la tendreté de la viande, cela ne signifie pas pour autant qu'elles n'interviennent pas dans cette caractéristique sensorielle.

Les résultats obtenus par SIFRE-MAUNIER et al [135] indiquent que la tendreté de la viande semble être plus déterminée par la longueur et l'épaisseur du réseau de tissu conjonctif intramusculaire que par la surface de celui-ci.

LARICK et TURNER [136] ont montré que l'accroissement du niveau énergétique durant la phase de finition des ruminants est favorable à l'amélioration de la tendreté de la viande. En revanche, l'élévation du niveau des apports protéiques, bien qu'améliorant le gain de poids vif et des muscles, s'accompagne d'une réduction de l'adiposité des carcasses et de la teneur en lipides des muscles. Or, la tendreté est étroitement liée à l'adiposité sous-cutanée [137].

Le gras intramusculaire intervient davantage et favorablement sur la tendreté lorsque sa teneur dépasse 6 % [138]. C'est le cas des bovins de la race Noire Japonaise dont la teneur en gras intramusculaire est comprise entre 8 et 20 % du poids frais de muscle [36]. En revanche, CABARAUX et al [131] n'ont observé aucun rapport entre la tendreté de la viande et le contenu en collagène ($R^2 = 0,01$) ou la teneur en graisse ($R^2 = 0,02$). Par ailleurs, JARRIGE [16] et GEAY et al [89] évoquent que, La nature de la ration dans certains cas, peut modifier la tendreté de la viande. Mais elle intervient d'avantage sur la stabilité de la couleur et sur la flaveur, notamment par l'apport d'acides aminés, d'antioxydants (vitamine E) et de composés liposolubles (terpènes).

L'âge à l'abattage peut jouer un rôle dans la tendreté de la viande parce que le collagène devient de plus en plus réticulé avec la mise en place, au cours du vieillissement de l'animal, de liens intermoléculaires covalents qui rendent la viande plus dure [75]. En revanche, HORNICK et al [22] affirment que l'effet de l'âge ne joue pas sur ce la tendreté de la viande. Ils concluent que la croissance compensatrice peut donner lieu à la production d'une viande contenant un collagène plus soluble, et donc d'une résistance mécanique plus faible. En outre, la réticulation du collagène augmente pendant les périodes de croissance animale réduite [132].

Dans les systèmes de production basés sur le pâturage, les variations saisonnières de la disponibilité en herbe peuvent réduire la croissance des animaux et par conséquent accroître la dureté de leur viande [140]. Il a été montré que la croissance compensatrice peut se traduire par une amélioration de la tendreté, qui semble s'expliquer en partie par une augmentation de la synthèse de collagène de solubilité plus élevée [2].

Par rapport aux jeunes bovins, la viande de femelles est plus rouge, plus tendre et plus riche en matière grasse intramusculaire MINET et al [139].

Les qualités organoleptiques varient selon le sexe des animaux. La viande de taurillon est moins tendre que celle de mâle castré, elle-même plus dure que celle de génisse [129]. Ces effets pouvant s'expliquer par des différences dans la teneur et la solubilité du collagène, ainsi que dans l'activité métabolique des fibres et la teneur en lipides intramusculaires [75].

3.5.3.3 La flaveur

La flaveur de la viande est définie comme étant le résultat de la sollicitation de deux sens, le goût et l'odorat. La sensation d'odeur est produite par des composés chimiques volatils de faible poids moléculaire qui stimulent les récepteurs de l'épithélium ruminal [2]. Le goût est généralement sollicité par des substances solubles dans l'eau et d'un poids moléculaire plus élevé que les composés volatils précédents [8].

Une alimentation propre aide les fibres du muscle à emmagasiner beaucoup d'énergie aussi bien que pour le métabolisme et les propriétés contractiles qui favorisent la maturation de la viande. En outre, ceci augmente la saveur de la viande et grossit le muscle contenu dans la viande [9].

L'alimentation à l'herbe influence la saveur de la viande. Cet effet serait lié d'une part à l'interaction entre les acides gras à chaînes ramifiées (considérés comme responsables de la saveur caractéristique de la viande ovine) et le scatole (issu de la dégradation du tryptophane) qui renforcerait la perception sensorielle des acides gras à chaînes ramifiées, et d'autre part à la teneur en acide linoléique. Les produits d'oxydation de cet acide sont en effet associés aux saveurs spécifiques de la viande [132].

La supplémentation des bovins en vitamine E permet d'accroître la concentration d'alpha-tocophérol dans les membranes cellulaires, réduisant ainsi significativement la susceptibilité des phospholipides membranaires à s'oxyder [2]. Ladite supplémentation réduit le rancissement des lipides de la viande fraîche et augmente sa durée de conservation [10] et [2].

Il est à noter que l'alpha-tocophérol, en prévenant l'oxydation des phospholipides des membranes, préserve l'intégrité structurale et fonctionnelle de celles-ci. Il permet ainsi de réduire les pertes en eau de la viande en inhibant la sortie du liquide sarcoplasmique [2]. Suite à sa richesse en matières grasses intramusculaires, la viande issue de femelles est plus goûteuse [2] et [131].

3.5.3.4 La jutosité

La jutosité représente le caractère plus ou moins sec de la viande au cours de la consommation. Selon ANDRIEU ET DEMARQUILLY [8], la jutosité de la viande a fait l'objet de beaucoup moins d'études que les autres qualités organoleptiques. Ils l'expliquent, en partie, au fait que ce critère de qualité est moins important, de l'avis des consommateurs de viande bovine, que la tendreté ou la couleur. Ils concluent que Les possibilités de modifier la jutosité de la viande par le biais de la nutrition apparaissent très controversées.

CHAPITRE 4

MATERIEL ET METHODES

4.1 Description de la région d'étude

4.1.1 Situation géographique

Tizi-Ouzou, tire son nom d'une plante sauvage verte à fleurs jaunes qu'est le genêt (ouzou en kabyle) qui embellit toute la région, donc le nom signifie "Col des genêts", est à 100 Km à l'est d'Alger et à 80 km de l'aéroport international «Houari Boumédiène ». Elle est la capitale de la grande Kabylie, région essentiellement montagneuse, d'une superficie de 2.958 km² : soit 0,13% du territoire national dont 80% en relief montagneux à une altitude moyenne 800 m (N.G.A). Elle est délimitée: au Nord, par la mer Méditerranée :

- au Sud, par la wilaya de Bouira,
- à l'Est, par la wilaya de Bejaia,
- à l'Ouest, par la wilaya de Boumerdes.

C'est un relief accidenté très contrasté du massif tellien où l'on passe de la plaine (Sébaou) à la montagne (Djurdjura). Les chaînes côtières s'étendent sur 70 km du Mizrana à Dellys.

Du nord au sud :

1. la chaîne côtière et son prolongement oriental, le massif de Yakouren
2. Le massif central entre l'oued Sebaou et la dépression Draa Ben Khedda-Ouadhias
3. Le Djurdjura
4. La dépression du Sebaou qui aboutit à Freha (Azazga) et celle qui s'arrête aux bords des Ouadhias cernent le massif central

Cette wilaya, possède tous les atouts susceptibles de séduire le touriste, grâce à la mer, la montagne, les pentes enneigées du Djurdjura (Tala Guilef), principales hauteurs du nord algérien et les forêts d'Yakourène.

Elle possède une surface agricole globale de 295.793 ha dont 94.289 ha représentent la surface agricole utile dont seulement 4.800 ha sont irrigués.

4.1.2. Climat

Située sur la zone de contact entre les masses d'air polaire et tropical, d'octobre à avril, la saison est froide et pluvieuse puis chaleur et sécheresse sur les autres mois de l'année. Les précipitations varient considérablement d'une année à l'autre, elles sont de 600 à 1000 mm. Les neiges peuvent être abondantes sur le Djurdjura et l'extrémité orientale du massif central de la wilaya. Ce qui lui fournit de fortes potentialités hydriques et alimente fortement deux grands oueds de la région: l'oued Sébaou et l'oued Aïssi. L'essentiel des eaux provenant du Djurdjura est recueilli par l'oued Sebaou. On a construit sur son affluent le plus important, l'oued Aïssi, le barrage de Taksebt (160 milliards de m³). 4 petits barrages et 77 retenues collinaires (10 millions m³), plusieurs sources (9 millions m³), 157 forages (55 millions m³).

4.1.3 Population

La région se caractérise par une population estimée à 1.222.334 habitants avec une densité moyenne 379hab/km². Localisée principalement en milieu rural avec un taux de (75%) et répartie sur 1400 villages. A la fin de l'année 1995, elle a présenté un taux d'accroissement naturel de 12,42 pour mille. Le taux de chômage sur la population active est de 32 %.

4.1.4 Production animales

Tizi-ouzou, à l'instar des autres régions du pays, les élevages pourvoyeurs de viandes rouges restent imprégnés par le caractère extensif des systèmes de production, fortement dépendants des aléas climatiques, la faiblesse de la productivité des élevages et un développement limité par la modicité des ressources fourragères [141].

4.2 Méthodologie

4.2.1 Démarche entreprise

La démarche adoptée est illustrée par la figure 4.1 :

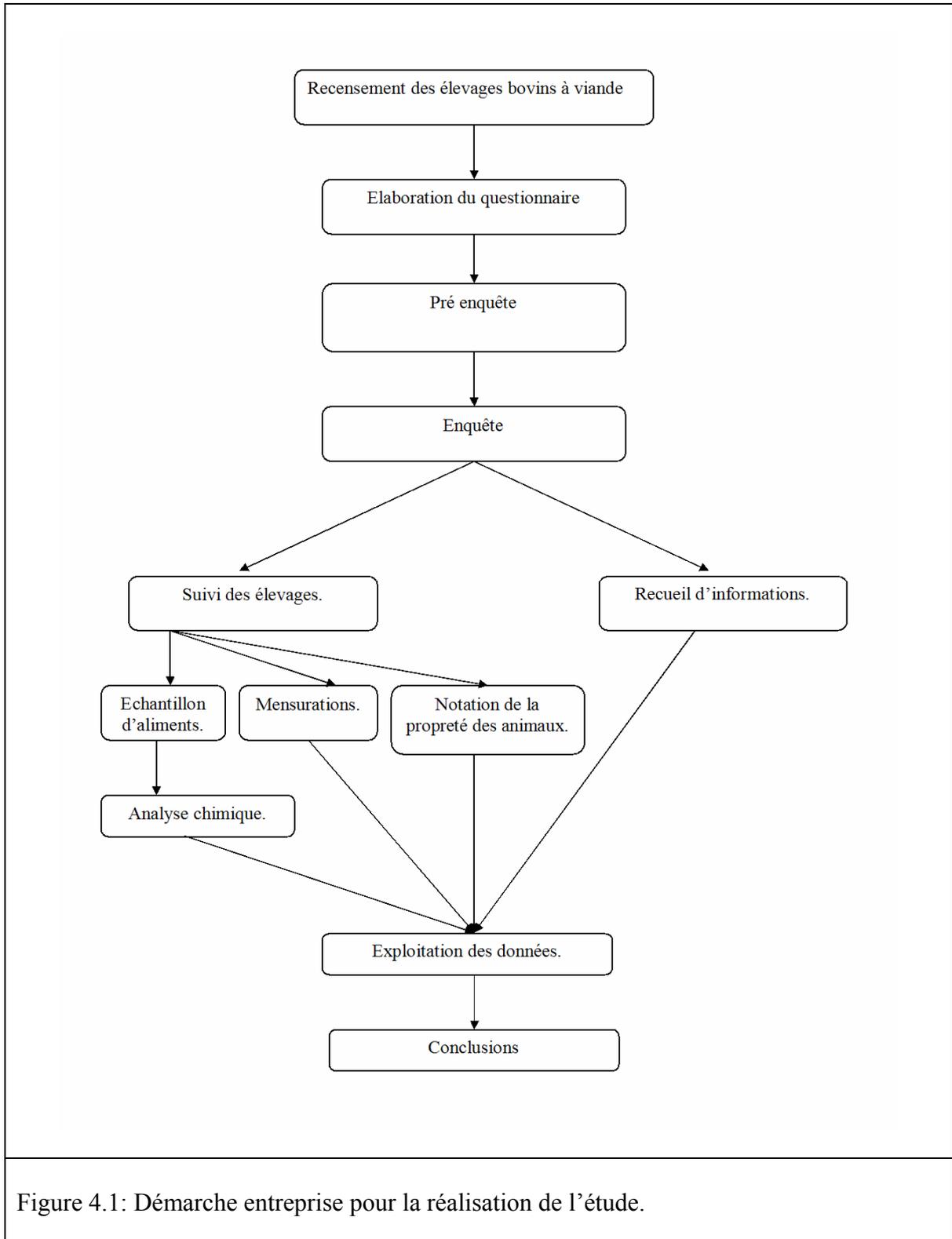


Figure 4.1: Démarche entreprise pour la réalisation de l'étude.

Les sites d'étude sont des exploitations représentant les deux zones écologiques (la montagne et la plaine) et les différents types de production existant dans la région.

L'étude a été conduite en deux phases : une enquête auprès des éleveurs et un suivi de cinq élevages durant dix mois (septembre 2005 à juin 2006). Le choix de ces élevages repose sur la prédisposition de l'éleveur à nous recevoir et accepter les contraintes de suivi, la durée d'exercice supérieure à quatre ans, un nombre minimum de bovins en finition supérieur à huit et que l'exploitation soit agréée par les services vétérinaires.

Les animaux suivis ne sont pas soumis à des critères de choix particuliers, hormis le bon état sanitaire, afin qu'ils constituent un échantillon représentatif du cheptel disponible durant le suivi.

4.2.2 L'enquête

L'enquête par questionnaire paraît plus appropriée qu'une enquête par entretien utilisée préférentiellement pour appréhender les représentations des individus [142]. Une enquête à l'aide d'un questionnaire (APPENDICE G) est réalisée auprès de 80 éleveurs. Pour un maximum d'objectivité dans les réponses, l'éleveur a été soumis à des questions de type fermé.

Le questionnaire est subdivisé en plusieurs rubriques : l'exploitation, les animaux en engraissement, les cultures fourragères disponibles, les ressources alimentaires utilisées, ainsi que la conduite de l'élevage en général et la conduite alimentaire en particulier.

4.2.3 Suivi des élevages

Quelques caractéristiques des élevages suivis sont données dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1: Caractéristiques des exploitations suivies.

Exploitations	Exp. A	Exp. B	Exp. C	Exp. D	Exp. E
Localisation	Montagne	Plaine	Montagne	Plaine	Plaine
Créé depuis	05 ans	12 ans	8 ans	24 ans	37 ans
Spécialisé dans	V	L +V	V	L +V	L +V
S.F.N.I (ha)	00	08	04	12	40
Nombre total d'animaux	13	35	37	98	224
Nombre de veaux suivis	13	10	17	27	67

V : viande, L : lait, SFN.I: surface fourragère non irriguée.

Les élevages suivis sont visités au moins deux fois par mois. Durant la visite, les données sur la nature et quantités d'aliments distribués, le poids vif des animaux, ainsi que toute nouveauté survenue au sein de l'élevage depuis la précédente visite. Les animaux sont photographiés une fois par mois. Par conséquent une base de données sous forme de photographies numériques est réalisée en vue de noter la propreté des animaux suivis.

Le poids vif des animaux est estimé par la formule de CREVAT [143] en mesurant le tour de poitrine (figure 4.2) :

$$PV = TP^3 * 80$$

PV = Poids Vif (kg) ; *TP* = Tour de Poitrine (m)

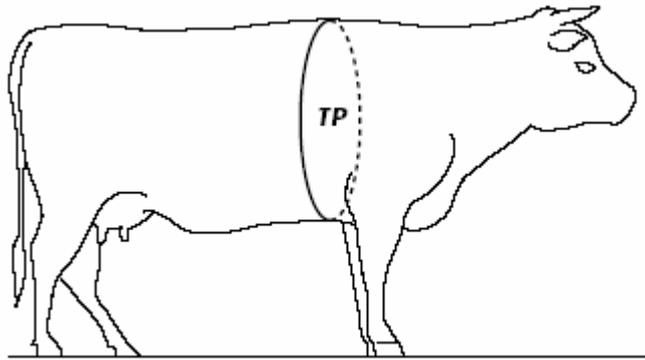


Figure 4.2: Représentation graphique de la mesure du tour de poitrine

Au niveau de chaque élevage, un échantillon de foin et de concentré est prélevé en vue d'en déterminer la composition chimique notamment la matière sèche, les matières minérales, les matières azotées totales, les matières grasses et les fibres brutes.

Pour caractériser le niveau d'autonomie des exploitations et leur niveau de dépendance vis-à-vis des aliments, l'autonomie alimentaire est calculée suivant la formule rapportée par [104] :

$$A = \frac{P}{C}$$

A : autonomie globale (en %) ; *P* : fourrage produit + concentré produit ; *C* : fourrage consommé + concentré consommé.

En fin, la notation de la propreté des bovins suivis est réalisée selon la grille de notation rapportée par LUCBERT et al [94] et BASTEIN et al [98] (APPENDICE E et F) et la base de données de photographies. Et ce pour établir un état de lieux de la propreté au sein de ces élevages et montrer les facteurs explicatifs de celle-ci à l'échelle de l'élevage.

4.2.4 Démarche entreprise pour calculer la valeur nutritive des aliments

Pour calculer la valeur nutritive de foins et de concentré en fonction de leur composition chimique, on adoptée la démarche séquentielle suivante

4.2.4.1 valeur énergétique

Pour la valeur énergétique, la démarche consiste essentiellement à estimer la digestibilité de la matière organique (dMO), puis les unités fourragères viande (UFV) sont calculées de façon séquentielle à partir des estimations de l'énergie brute (EB en kcal /kg de MS), de l'énergie digestible (ED en kcal /kg de MS), de l'énergie métabolisable (EM en kcal /kg de MS) et enfin de l'énergie nette (EN kcal /kg de MS).

4.2.4.1.1 Pour les fourrages

La prévision de la valeur énergétique des fourrages n'est pas le résultat d'un dosage (on dose une teneur en Ca, P, en azote ...etc. mais pas une valeur énergétique) mais une estimation, plus ou moins entachée d'erreurs, faite à partir de la composition chimique (teneur en cellulose brute ou encore en matières azotées) du fourrage [92].

Selon NAHIMANA [144] :

$$EB = 4543 + 2.01MAT (\%MS)$$

EB: énergie brute (kcal /kg de MS);

MAT: matières azotées totales

$$ED = EB \times dE$$

ED: énergie digestible (kcal / kg de MS)

dE: digestibilité de l'énergie

Selon SAUVANT et al [99] :

$$dE = dMO (\%MS) - 2.9 + 0.51 MAT(\%MS)$$

dE : digestibilité de l'énergie

dMO= digestibilité de la matière organique; estimée selon KERBAA [145].

D'autres équations peuvent être utilisées à l'exemple de celle de DEMARQUILLY et al [146] :

$$ED = EB (1,0087 dMO - 0,0377). \quad (R = 0,996)$$

$$EM = ED \times 0.7$$

EM : énergie métabolisable en Kcal / kg de MS

0.7 étant le coefficient de métabolisabilité le plus couramment utilisé pour les foins de qualité moyenne selon notamment DROGOUL et al [147] et DEMARQUILLY et al [146].

Selon SAUVANT et al [99] :

$$EN = EM \times Kmf$$

$$Kmf = 0.78 q + 0.006$$

$$q = EM / EB$$

EN : energie nette en Kcal / kg de MS

Kmf : est le rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette pour l'entretien et la production de viande.

q : Rendement de l'énergie brute en énergie métabolisable

Selon VERMOREL et al [148] :

$$UFV = EN/1820$$

4.2.4.1.2 Pour les concentrés

Selon GIGER et al [149] :

$$EB = 5.7 MAT + 9.57MG + 4.24 (MO - MAT - MG)$$

MO : matières organiques en g/kg MS

MAT : matières azotées totales en g/kg MS

MG : matières grasses en g/kg MS

Il est possible aussi d'utiliser l'équation proposée par SCHIEMANN et al. [150] et qui est largement utilisée dans la bibliographie notamment dans l'élaboration des tables de prévisions proposées par l'INRA [16] et SAUVANT et al. [151] :

$$EB = 5,72 \text{ MAT} + 9,50 \text{ MG} + 4,79 \text{ CB} + 4,17 \text{ ENA} \pm 0,9\%$$

Où MAT = matières azotées totales; MG = matière grasse; CB = cellulose brute; ENA = extractif non azoté (g/Kg MS)

Selon SAUVANT et al [99] :

$$dE = dMO (\%MS) - 2.9 + 0.51 \text{ MAT}(\%MS)$$

dE: digestibilité de l'énergie

$$dMO = 87.75 - 0.314CB + 6.22$$

dMO :digestibilité de la matière organique.

CB : cellulose brute en % de MS

D'autres équations sont aussi intéressantes à l'image de celles de DEMARQUILLY et al. [152] :

$$dE = 1,0087 \text{ dMO} - 0,0377 \pm 0,007 \quad (R = 0,996)$$

$$ED = EB (1,0087 \text{ dMO} - 0,0377).$$

$$dMO (\%) = -1.45 \times \text{CB}(\text{en \% de MS}) + 93.5 \quad \text{Si } \text{CB} \leq 5\%$$

$$dMO (\%) = -2.10 \times \text{CB}(\text{en \% de MS}) + 96.8 \quad \text{Si } \text{CB} > 5\%$$

$$ED = EB \times dE$$

ED: énergie digestible (kcal / kg de MS)

dE: digestibilité de l'énergie

Selon SAUVANT et al [151] :

$$EM = \frac{ED (-86.82 - 0.0099CB - 0.0196MAT)}{100}$$

EM : énergie métabolisable en Kcal / kg de MS

ED: énergie digestible (kcal / kg de MS)

CB : cellulose brute en g/kg MO

MAT : matières azotées totales en g/kg MO

Selon SAUVANT et al [151] :

$$EN = EM \times K_{mf}$$

$$\text{Avec } K_{mf} = \frac{0.3358q^2 + 0.6508q + 0.005}{0.9235q + 0.283}$$

$$q = EM / EB$$

EN : energie nette en Kcal / kg de MS

K_{mf} : est le rendement de l'énergie métabolisable en énergie nette pour l'entretien et la production de viande.

q : Rendement de l'énergie brute en énergie métabolisable

Selon VERMOREL et al [148] :

$$UFV = EN/1820$$

UFV : unité fourragère viande par kg de MS

EN : energie nette en Kcal / kg de MS.

4.2.4.2. Valeur azotée

Le système PDI (protéines digestibles dans les intestins) est basé sur l'estimation conjointe des protéines alimentaires (PDIA) et microbiennes (PDIM) digérées dans l'intestin grêle dont la somme constitue la valeur PDI. Le calcul de la valeur azotée d'un aliment (PDI) nécessite de connaître sa teneur en MAT et sa dM0.

4.2.4.2.1- les fourrages

Selon VERITE et al [42], les valeurs PDI d'un aliment sont obtenues à partir de :

La teneur en MAT, la dégradabilité théorique DT des matières azotées, la teneur en matière organique fermentescible (MOF) et la digestibilité réelle dr des acides aminés d'origine alimentaire.

$$\begin{aligned} \text{PDIN} &= \text{PDIA} + \text{PDIMN} \\ \text{PDIE} &= \text{PDIA} + \text{PDIME} \end{aligned}$$

VERITE et al [42] :

$$\text{PDIA} = 1.11 \times \text{MAT} (1 - \text{DT}) \text{dr}$$

PDIA : protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire

MAT : matières azotées totales en g /kg de MS

dr : digestibilité réelles des protéines

$$\text{PDIMN} = 0.64 \times \text{MAT} (\text{DT} - 0.1)$$

PDIMN : protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permises par l'azote

MAT : matières azotées totales en g /kg de MS

DT : dégradabilité théorique

$$\text{PDIME} = 0.093 \times \text{MOF}$$

PDIME: protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permises par l'énergie

MOF : matières organiques fermentescibles

Selon ANDRIEU et DEMARQUILLY [153] :

$$\text{MOF} = \text{MOD} - \text{MAT} (1 - \text{DT}) - \text{MG}$$

MOF : matières organiques fermentescibles en g/kg de MS

MOD : matières organiques digestibles en g/kg de MS

MG : matières grasses en g/kg de MS

$$\text{MOD} = \text{MO} \times \text{dMO}$$

MOD : matières organiques digestibles en g/kg de MS

dMO : digestibilité de la matière organique estimée [145] .

MO : matière organique en g/kg de MS

Selon BAUMONT et al [154], les valeurs de DT et de dr ne peuvent pas à ce jour être prévues pour les fourrages et sont donc celles indiquées dans les tables par ANDRIEU et DEMARQUILLY [153] :

$$DT = 0.66 \quad \text{et} \quad dr = 0.70$$

4.2.4.2.2 les concentrés

Selon BAUMONT et al [154], pour les aliments concentrés composés, la dr (digestibilité réelles des protéines) de l'aliment ne peut pas être calculée. La démarche consiste alors à prévoir directement les valeurs PDI à partir de la teneur en MAT et de la teneur en MANDE (Matières azotées non dégradées par les enzymes) selon les équations proposées par AUFRERE et al [155] :

$$PDIN = 0.507 \times MAT + 0.278 \times MANDE$$

$$PDIE = -0.220 \times MAT + 0.802 \times MANDE + 67.1$$

MAT: matières azotées totales en g /kg de MS

MANDE: matières azotées non dégradées par les enzymes en g /kg de MS

$$MANDE = MAT \times DE$$

$DT = 0.87 \times DE + 0.3$ Ce qui donne :

$$DE = \frac{DT - 0.3}{0.87}$$

DT : dégradabilité théorique

DE : dégradation enzymatique

Pour la DT, nous l'avons estimé à 0.75 qui est la moyenne des DT des concentrés simples les plus utilisés dans avec les concentrés composés rencontrés dans notre cas. Cette méthode d'estimation repose sur celle élaborée par DEMARQUILLY et al [152].

4.3 Analyses Statistiques

Toutes les données sont rassemblées dans un fichier type tableur. En lignes sont représentées les différentes exploitations et en colonnes les variables explicatives et expliquées représentées par les différentes questions. L'ensemble de ces données est soumis à une analyse statistique à l'aide du logiciel Statbox 6.4.

Afin de vérifier l'indépendance entre la variable expliquée le poids de la carcasse et les variables explicatives quantité de concentré et de foin distribuée, la source d'abreuvement, l'utilisation de CMV et la fréquence d'abreuvement, d'une part, et d'autre part, la variable expliquée le nombre d'animaux à engraisser avec les variables explicatives le mode d'alimentation, la surface fourragère irriguée et conduite en sec, la culture de l'orge et utilisation de co-produits sont soumises à un test χ^2 .

Dans le cas significatif, une analyse factorielle des correspondances (AFC) est appliquée.

En fin, les statistiques descriptives élémentaires (moyennes, écart-types et proportions) sont calculées pour chaque paramètre.

CHAPITRE 5

ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

5.1 Résultats et discussion

5.1.1 Caractérisation des exploitations agricoles

L'engraissement de bovins dans la région d'étude n'a pas une localisation précise. Les ateliers d'engraissement de bovins sont situés en montagne, en lisière de forêts et dans les plaines. Cette situation est en parfaite adéquation avec celle rapportée par ABDELGUERFI et LAOUAR [156].

Les éleveurs sont repartis en trois catégories : naisseurs, engraisseurs et naisseurs engraisseurs. Cette dernière catégorie est la plus représentée dans l'échantillon avec une proportion de 70%. Les naisseurs sont les moins représentés avec seulement 6% des éleveurs questionnés. Ce taux élevé par rapport aux engraisseurs et surtout aux naisseurs, est justifié par le risque de fluctuation du revenu. Cette sensibilité aux variations des revenus, laisse les éleveurs rechercher une compensation par la diversification de produits de l'exploitation (lait + viande). En outre, les aides de l'Etat accordées aux producteurs laitiers (productions de génisses de renouvellement, de taureaux de reproduction, ...etc.) ont incité les éleveurs à opter pour la production mixte [157].

L'engraissement de bovins dans la région d'étude est conduit exclusivement par des hommes. La taille d'élevage de 6 à 12 têtes est représentée par la proportion de 65% des élevages enquêtés. Elle est suivie de celle de moins de 6 têtes avec un taux de 19% (figure 5.1). ABDELGUERFI et LAOUAR [156] ont signalé une taille moyenne de 5 ou 6 têtes par élevage au Nord Algérien.

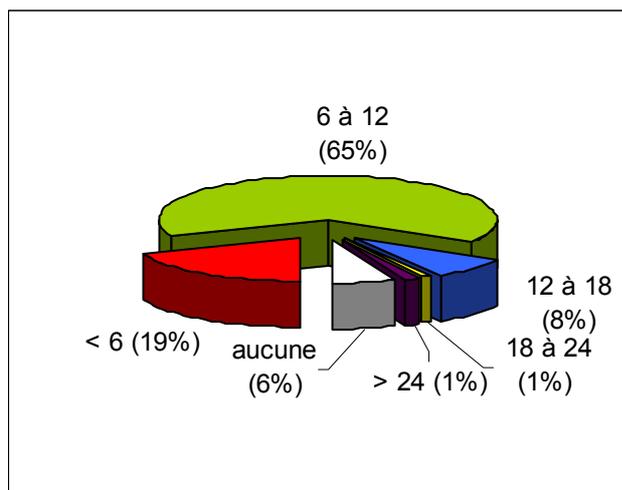


Figure 5.1: Répartition des exploitations selon la taille des élevages de bovins à l'engrais.

La totalité des animaux engraisés sont des mâles de races laitières, issus soit de vaches mixtes en raison d'une certaine aptitude à la production de viande (72%), soit de vaches spécialisées pour la production de lait (28%). Au niveau de la région d'étude, le troupeau laitier est composé principalement des races Montbéliardes et de races Holstein [158].

La castration des bovins est totalement absente au niveau de la région d'étude. Pourtant, selon MULLER et al [159], elle favorise l'engraissement. En effet, précoce (3 mois) ou tardive (9 mois), elle constitue un des facteurs influençant la qualité de la viande en modifiant les caractéristiques musculaires impliquées dans la tendreté [160]. Pourtant, cette technique est largement pratiquée sur l'ovin mâle dans la région. Cette réticence à la castration semble être motivée par le dépôt excessif de gras par rapport aux mâles entiers, connu chez les ovins castrés. Selon GEAY [10], la pratique de castration, pour la production de jeunes mâles conduits avec un régime alimentaire de haut niveau comme c'est le cas des élevages enquêtés, n'est pas indispensable.

Actuellement, il est admis que la croissance entre la naissance et le premier âge type (120 j) pour les bovins est un très bon indicateur de la valeur laitière de la mère, alors que la connaissance de la croissance entre le premier âge et deuxième âge (210 j pour les bovins) est essentiellement un indicateur des potentialités de croissance propre à l'animal [14]. En dépit de cela et malgré que tous les animaux sont identifiés, la majorité des éleveurs ne possèdent pas de documents de suivi des animaux, notamment la croissance.

L'utilisation de l'orge en vert est importante dans l'engraissement des bovins [64]. Selon DEMARQUILLY et ANDRIEU [120], la valeur énergétique de la plante entière de l'orge récoltée avant maturité reste à peu près constante entre le début du stade laiteux et le stade pâteux du grain : elle est de l'ordre de 0,55 UF/kg de M.S. Elle varie essentiellement avec la hauteur de la coupe (0,70 UF/kg de M.S. lorsqu'on réalise la coupe à 10-15 cm au dessous de l'épi). En revanche, au niveau de la région d'étude, son utilisation est totalement absente.

5.1.2 Conduite de l'alimentation

Il n'y a pas de liaison entre la variable « nombre d'animaux à engraisser » et la « surface fourragère conduite en sec » et « la culture de l'orge ». Ce qui indique le caractère « hors-sol » de la conduite alimentaire des bovins à l'engrais dans la région d'étude.

Le test χ^2 a montré l'existence d'une relation significative entre le poids de la carcasse et les variables quantité de concentré, quantité de foin et fréquence d'abreuvement (tableau 5.1).

Tableau 5.1: Résultats du test χ^2 appliqué à quelques paramètres en relation avec l'alimentation des animaux en engraissement au niveau de la région d'étude.

Paramètres	Valeur observée	Valeur théorique	ddl	Signification statistique
Poids de la carcasse / quantité de concentré distribué	117.50	21.02	12	*
Poids de la carcasse / quantité de foin distribué	27.66	09.46	04	*
Poids de la carcasse / utilisation de CMV	12.95	21.02	12	NS
Poids de la carcasse / fréquence d'abreuvement	47.10	21.02	12	*
Nombre d'animaux engraisés / mode d'alimentation	02.94	11.05	05	NS
Nombre d'animaux engraisés / surface fourragère en sec	30.00	43.77	30	NS
Nombre d'animaux engraisés / culture de l'orge	01.92	11.05	05	NS
Nombre d'animaux engraisés / utilisation de co-produits	11.60	18.29	10	NS
NS : non significatif * : $p < 0.05$				

Ces variables sont soumises à une analyse factorielle de correspondances (AFC) (figure 5.2).

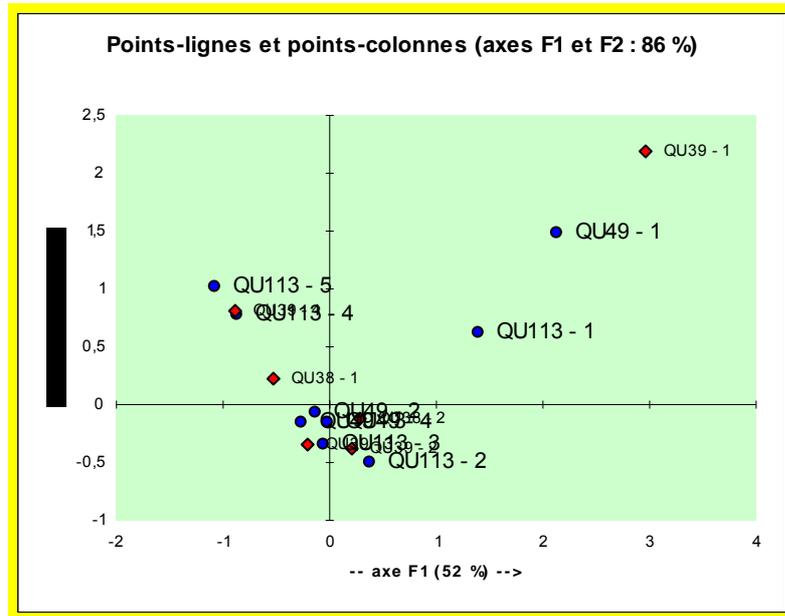


Figure 5.2: Représentation, selon les deux premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances, des variables étudiées :
 Qu38 : quantité de foin distribuée. Qu39: quantité de concentré distribuée. Qu49: fréquence d'abreuvement. Qu113: Poids de la carcasse.

Généralement, la fréquence de distribution du foin et du concentré est de deux fois par jour. La quantité de concentré et de foin distribuée aux taurillons est respectivement de 10.5 kg et 5 kg (figure 5.3). Quelques éleveurs déclarent distribuer le concentré à volonté.

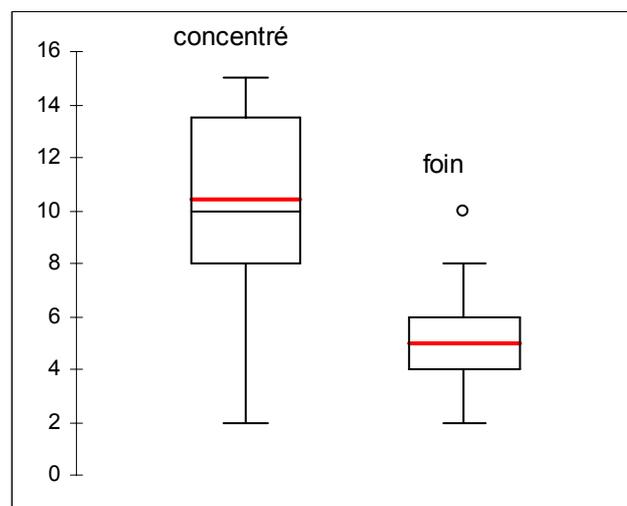


Figure 5.3: Quantités de foin et de concentré distribuées aux bovins à l'engrais.

Les veaux sont alimentés avec des régimes à base de foin de vesce avoine et de fortes proportions de concentrés jusqu'à 73 % de la ration. Par conséquent, c'est un régime standard d'engraissement (deux tiers de concentré et un tiers de foin) [65] et [24]. Ces dernières années, les régimes à base de paille avec de fortes proportions de concentrés (jusqu'à 80 % de la ration) sont de plus en plus utilisés, notamment pour les jeunes bovins [24].

Le foin de vesce avoine est le plus utilisé au niveau de la région d'études. Il est utilisé au niveau des exploitations A, B et D; celui de ray grass d'Italie est retrouvé au niveau des exploitations C et E. Malgré sa valeur énergétique élevée, le foin de ray grass d'Italie est moins utilisé. Ces fourrages sont souvent récoltés et conservés dans de mauvaises conditions, ce qui détériore leur qualité nutritionnelle. La valeur énergétique du foin de vesce avoine est en moyenne de 0.52 UFV (Tableau 2), ce qui est commun à ce type de foin au niveau du Maghreb [145] et [161]. Le foin de ray grass d'Italie présente une valeur énergétique moyenne de 0,64 UFV. Cependant, KERBAA [145] a rapporté que la teneur énergétique du foin de ray grass d'Italie cultivé en Algérie varie de 0.92 à 0.64 UF en fonction des stades de coupe.

L'aliment concentré utilisé par les éleveurs est le composé du commerce disponible localement. Il est fabriqué à base de Maïs, de tourteau de soja et quelques fois d'orge. Sa valeur nutritive est jugée bonne : 1,14 UFV et 102,18 g de PDI (Tableau 5.2).

Tableau 5.2: Valeur nutritive des foins et concentrés utilisés au niveau des exploitations suivies

	Foin			Concentré		
	UFV	PDIE	PDIN	UFV	PDIE	PDIN
Exp.A	0.51	67.62	60.38	1.18	101.66	118.72
Exp.B	0.46	55.37	36.99	1.08	101.44	117.94
Exp.C	0.58	58.77	44.18	1.21	112.33	155.24
Exp.D	0.47	73.82	39.29	1.15	101.65	118.58
Exp.E	0.61	62.60	48.77	1.12	93.85	91.86

Exp. : Exploitation; UFV: unité fourragère viande; PDIE : protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie; PDIN : protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote

Toutefois, sa composition centésimale n'est pas fixe, elle varie selon la disponibilité et surtout le prix des matières premières qui sont importées.

Selon SAUVANT et al [50].en pratique, il importe de se préoccuper davantage des critères de mastication et de fibrosité de régime que des concentrations en énergie du régime. BARTLE et PRESTON [118] obtient des résultats satisfaisants et sans accident ni trouble digestif, avec des veaux de race Frisonne alimentés à volonté, sur un régime sans aliments grossiers, à 85% d'orge écrasée et 15% d'un concentré azoté minéral. Aussi, en vue d'éviter tous risques, lors de l'utilisation d'un régime intégralement conditionné sous forme de granules et excluant tout fourrages grossiers fibreux, COLEOU [119] recommande d'incorporer un taux aussi faible de fourrages fibreux que 0.3 kg par 100 kg de poids vif dans le régime. Sauvans et al. [50] rapportent que la teneur minimal en fibres chimiques pour maintenir un pH correct tout en tenant compte d'une marge de sécurité peut être considérée comme $NDF > 35 \% MS$ et en se basant sur la teneur en NDF de fourrages offerts (NDF, % MS) le minimum à respecter est $NDF > 20 \%$. Ces auteurs signalent que la teneur en fibres physique (TPa : taille des particules) qu'il convient de respecter pour maintenir un pH correct est de l'ordre de $TPa > 4 mm$. Par ailleurs, les résultats de DE CAMPENEERE et al [162], indiquent que les dégâts de l'épithélium du rumen étaient significativement plus prononcés quand la vitesse de structure (VS) était plus basse ($VS = 0.52$) et sans avoir d'influence importante sur les performances zootechniques ni sur la qualité de la carcasse ou de la viande. Sachant bien qu'en Belgique le système d'évaluation de la fibrosité de la ration du bétail est basé sur la détermination de la valeur (VS) de structure des aliments (e.g. paille : $VS = 4.3/kg MS$, herbe de printemps avec $187g/kg MS : VS = 2.14/kg MS$). A la lumière de ces résultats nous pourrions dire que le schéma de finition classique adopté par les éleveurs suivis, couvre largement les besoins des animaux et d'autant plus que le foin distribué comme tel, présente une haute VS.

L'affouragement et le pâturage en période d'engraissement de bovins sont rarissimes. Cette situation résulte de ce que la production et la culture des fourrages reste à bien des égards, une activité marginale des exploitations agricoles. Ce qui révèle, encore, une conduite en « hors sol » des élevages. Cette situation est signalée dans les élevages laitiers dans la même région par [158]. Selon ABBAS et MADANI [163], en Algérie, seules 0.05% de la SAU sont irrigués ce qui fait que la production fourragère est de nature extensive [164] et [156].

La majorité des éleveurs (64%) n'utilisent guère la complémentation minérale et vitaminisée. D'une part, cette situation s'explique par la confiance qu'ils mettent dans les formules utilisées par leur fournisseur, lors de la préparation des aliments concentrés composés, et d'autre part, ils sont satisfaits des performances réalisées par leurs bêtes en utilisant ces concentrés.

Les animaux sont abreuvés en majorité (56 %) par de l'eau de robinet. Les sources puisatières sont utilisées dans 38% des élevages alors que le recours aux eaux de sources n'est signalé que dans 6 % des exploitations. La fréquence d'abreuvement dans la majorité des élevages est de deux fois par jour (Figure 5.4).

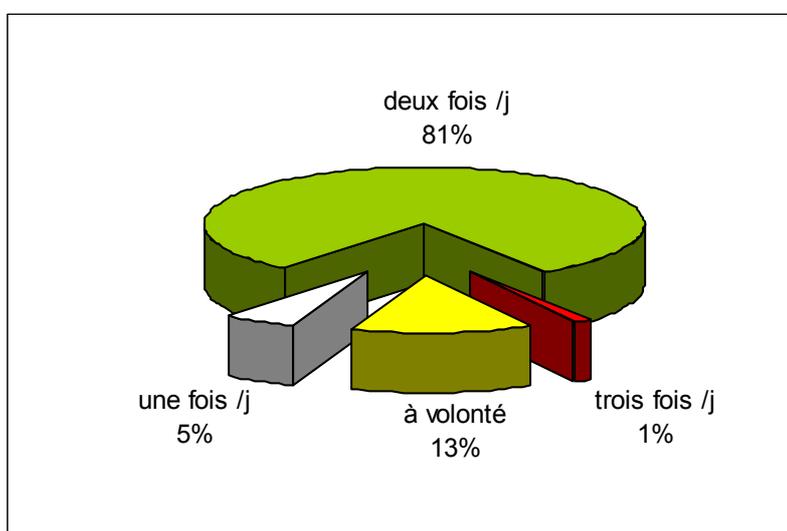


Figure 5.4: Fréquence d'abreuvement des animaux en période de finition.

Celle-ci reste insuffisante d'autant plus que les besoins en eau sont fonction de la température, de la durée d'ensoleillement et la teneur en matière sèche de l'herbe [77] et [76]. La consommation quotidienne de l'eau alimentaire est de l'ordre de 4L/ kg MSI [50], et de 5L/ kg MSI [76]. Cette consommation influence positivement le flux salivaire et de liquide au duodénum (FLD) et que celle-ci est largement expliquée par les paramètres de fibrosité [50] et [164]. Le pH devient inférieur à 6 lorsque le FLD est inférieur à 9-10 L/kg de MS [50].

5.1.3 Performances de croissance et efficacité alimentaire

Les résultats présentés au tableau 5.3 illustrent les niveaux d'ingestion et les performances de croissance obtenus sur l'ensemble des animaux des exploitations suivies.

Tableau 5.3: Caractéristiques d'engraissement de bovins suivis 14 et 26 mois recevant des régimes non libéraux de foin et de concentré composé de commerce.

	Exp. A	Exp. B	Exp. C	Exp. D	Exp. E
Nombre d'animaux	13	10	17	27	67
Poids initial (kg)	359.61 ± 72.41	451.79 ± 30.59	491.49 ± 43.32	371.25 ± 9.25	462.4 ± 112.15
Poids final (kg)	437.09 ± 68.17	528.78 ± 30.77	565.94 ± 39.12	445.36 ± 75.64	526.39 ± 108.68
Durée de finition (j)	60	60	60	60	60
Gain moyen quotidien (GMQ) (g/j)	1290.46 ± 83.11	1282.10 ± 45.50	1241.18 ± 98.32	1234.96 ± 95.72	1066.33 ± 80.15
Quantités ingérées (kg / MS) :					
- Foin	2.65	4.36	2.62	2.57	3.44
- concentré	7.62	6.12	7.79	7.69	6.33
- Total	10.27	10.48	10.41	10.26	9.77
Quantité d'énergie ingérée (UFV / j)	10.34	8.60	10.93	10.04	9.17
Efficacité alimentaire (g / UFV)	124	149	113	123	116

Les niveaux de consommation moyens de matière sèche (MS) ingérées par les animaux se rapprochent entre eux. Les quantités de matières sèches ingérées quotidiennement par les animaux suivis sont légèrement inférieures à celles obtenues par AGABRIEL et al [65] et qui sont de 11.90 et 12.01 kg que ce soit avec des taureaux de boucherie abattus entre 20 et 24 mois ou avec des génisses. En revanche, ces rations apportent plus d'énergie que celles d'AGABRIEL et al [65] et qui sont de 9.40 et 9.35 UFV. Par ailleurs, les quantités d'énergie ingérées en fonction des poids vifs sont nettement supérieures aux recommandations de JARRIGE [16] pour un gain de poids de 1200 g/j. Les rations offertes aux animaux au niveau de l'ensemble des exploitations affichent un bon équilibre PDI/UFV (93) (Tableau 5.4).

Tableau 5.4: Situation des apports des rations en énergie et azote et croissance des animaux suivis par rapport aux recommandations.								
Poids vif (kg)	Apport des rations en énergie et azote et croissance des animaux suivis				Apports recommandés pour un gain de 1200 g /j [16].			
					Taurillons		Boeufs	
	UFV	PDI	GMQ (g/j)	Exploitations	UFV	PDI	UFV	PDI
350	10.34	954	1290	Exp. A	5.9	585	-	-
400	10.04	971	1234	Exp. D	6.4	620	6.8	625
450	8.60	862	1282	Exp. B	7.0	655	7.5	660
	9.17	749	1066	Exp. E				
500	10.93	1029	1241	Exp. C	7.7	685	8.2	700

Les exploitations (C et D) ont réalisé des gains journaliers moyens voisins de celui obtenu par BASSET et al. [165] rapportant un GMQ de 1246g. Cette croissance est obtenue avec des mâles (Limousin × boeuf de Jersey) de 12 à 18 mois d'âge. Les animaux reçoivent un régime composé de 80% de concentré et 20% d'aliment grossier (85% pulpe de la betterave à sucre et 15% paille du blé) et un supplément de 1.5% de zéolite. En outre, ces GMQ se rapprochent de celui réalisé par des taurillons de race Holstein, âgés de 8 à 10 mois, alimentés avec un régime à base de foin de vesce avoine complétement de concentré « ONAB », contenant 15 % de fientes de volailles déshydratés. Réalisant ainsi, une croissance de 1220 g par jour durant une période de finition de 6 mois [54]. Comme, ils se rapprochent du GMQ obtenu par BARTLE et PRESTON [118], qui est de 1260 g du sevrage à l'abattage avec des animaux placés dans des mêmes conditions que précédemment. Ils avoisinent, également, celui obtenu par KORCHI [166] et qui est de 1220 g. Cette dernière croissance est réalisée par des veaux pesant 200 kg au début de l'engraissement placés dans des conditions similaires que précédemment, sauf que le régime alimentaire est à base de foin de vesce avoine complétement de mélasse de betterave, d'un concentré ONAB et d'urée. Par contre, ces gains journaliers sont légèrement loin du GMQ de 1080 g rapporté par ELMEDDAH [54]. Les animaux sont placés dans les mêmes conditions d'essai qu'auparavant, sauf que le concentré ONAB est dépourvu de fientes.

Le gain journalier moyen réalisé par les animaux de l'exploitation E avoisine le GMQ (1040 g/j) obtenu par PICARD et al. [7], avec des taurillons abattus à 24 mois et après une période d'engraissement allant jusqu'à 28 semaines. Les animaux ont reçu une

ration à volonté constituée de pulpes de betterave surpressées et ensilées (85%) complétée par du maïs grain, du tourteau de soja et de l'urée. Comme, ils avoisinent celui obtenu par ELMEDDAH [54], qui est de 1080 g. Cette évolution pondérale est obtenue avec des veaux soumis aux mêmes conditions d'élevage citées précédemment, hormis que le concentré est composé de 20 % de fientes. En outre, ce gain frôle celui eu par KORCHI [166] et qui est de 1070 g. Ce GMQ est réalisé par des animaux pèsent 300 kg à l'entrée en engraissement et placés dans des conditions similaires que précédemment. En revanche, il est légèrement supérieur au GMQ obtenu par MEHANI [167] et qui est de 1015 g. Cet auteur a conduit un essai sur des taurillons de race Holstein, âgés de 8 à 11 mois, alimentés avec un régime à base de foin de vesce avoine complété de concentré ONAB.

Sur l'ensemble des élevages suivis, les animaux sous- performant (GMQ < 1100 g/j) semblent être les plus lourds à l'entrée en engraissement. Un même constat est signalé par KORCHI [166] en concluant que la connaissance du poids et de l'âge de début d'engraissement semble un des indicateurs importants pour le tri des animaux et l'anticipation de leurs performances.

Les efficacités alimentaires moyennes sur la base de l'énergie ingérée, exprimées en gramme de gain par UFV (g de gain / UFV) sont différentes entre les animaux des élevages suivis (Tableau 5.3). Les animaux des deux exploitations A et B présentent une croissance similaire mais avec des efficacités alimentaires différentes de 123 et 146 de gain / UFV respectivement, ainsi les exploitations C et D avec 112 et 121 g de gain / UFV respectivement. Elles vont presque du simple au double, comparativement à celle obtenue par KORCHI [166], et qui est de 213 g de gain / UFV, réalisée par des animaux qui croissent de 1340 g par jour. En outre, les exploitations A, D et C, E considérées séparément, présentent une même efficacité alimentaire avec des évolutions pondérales différentes. Comparativement, à l'efficacité obtenue par MIKE [168] qui est de 227 g de gain / UFV, celles des animaux des exploitations A et D vont au delà du simple au double et celles des animaux des exploitations C et E vont presque du simple au double.

Hormis l'efficacité alimentaire au niveau de l'exploitation B, celles des autres exploitations sont loin de celles obtenues par AGABRIEL et al [65], KORCHI [166] et ELMEDDAH [54] qui sont respectivement de 134, 138 et 152 g d de gain /UFV.

Néanmoins, elles sont supérieures à celle obtenue par PICARD et al. [4], qui est de 102 g de gain /UFV, réalisée par des taurillons abattus entre 19 et 24 mois d'âge avec un régime en finition riche en céréales et distribué à volonté.

5.1.4 Autonomie et dépendance alimentaire

L'autonomie en fourrages et concentrés est présentée dans le tableau 5.5, pour l'ensemble des élevages suivis. En moyenne, elle est extrêmement faible (3%) pour les concentrés qui constitue plus de 70% de la ration d'engraissement. En revanche, elle est assez acceptable pour les fourrages (80 %). Cette dernière est similaire à celle des élevages français [169].

Tableau 5.5: Degré d'autonomie alimentaire des exploitations suivies en concentré et fourrages des exploitations suivies.

Exploitation	Niveau d'autonomie (%)	
	Fourrages	Concentré
Expl. A	00	00
Expl. B	73	00
Expl. C	149	00
Expl. D	101	00
Expl. E	81	15
Moyenne	80.8	3

L'autonomie en MS, UFV et MAT est présentée dans le tableau 5.6 pour l'ensemble des élevages suivis.

Tableau 5.6: Degré d'autonomie alimentaire des exploitations suivies en MS, MAT et UFV

Exploitations	Niveau d'autonomie (%)		
	MS	UFV	MAT
Expl. A	00	00	00
Expl. B	18	10	06
Expl. C	61	22	28
Expl. D	24	11	16
Expl. E	90	88	111
Ensemble	38.6	26.2	32.2

L'exploitation A est quasiment dépendante en fourrages et concentré ce qui dénote l'emboûche bovine au sein de cet élevage. En revanche, l'exploitation E est quasiment autonome en protéines (MAT). Par contre le reste des exploitations n'atteignent pas

l'autonomie protéique de 30 % et de l'UFV de 22 %. Comme aussi, elles ne dépassent pas l'autonomie en MS de 61 %. En moyenne, sur l'ensemble des exploitations, l'autonomie en MS, UFV et MAT est très faible. L'autonomie moyenne est de 39 % pour la MS, 26 % pour l'UFV et 32 % pour les protéines. Cette dernière autonomie est nettement inférieure à celle de 43 % rapportée par KENTZEL et DEVUN [169]. La plupart des exploitations suivies n'étant pas autonomes. Elles sont quasi-dépendantes en MS, UF et MAT. Seul l'exploitation E est presque autonome.

5.1.5 Etat de la propreté des animaux suivis

On constate un écart net de propreté entre les élevages et même au sein des élevages avec une importance moindre (Tableau 5.7).

Tableau 5.7: Répartition des notes de la propreté de bovins suivis.

Exploitations	Répartition des notes (en %)				
	Nombre de bovins	1 : « Propre »	2 : « Peu sale »	3 : « Sale »	4 : « Très sale »
Expl. A	13	15.4	61.5	23.1	-
Expl. B	10	60	30	10	-
Expl. C	17	29.4	70.6	0	-
Expl. D	27	-	63	29.6	7.4
Expl. C	67	6	53.7	32.8	7.5
Total	134	12.7	56.7	25.4	5.2

Les animaux les plus propre (notées 1 et 2 = classe A) sont représentés avec 69.4 %. Cette proportion se rapproche de celle rapportée par LUCBERT et al [94], pour les élevages de la région Ouest Nord Française (74 %). Ils sont issus de tous les élevages avec des proportions différentes, sauf l'exploitation D qui n'a pas fourni des animaux noté 1. On note par ailleurs un pourcentage de notes 4 (Classe C) moins élevé (5,2%). En revanche LUCBERT et al [94] ont enregistré pour la même région un pourcentage de note 4 (classe C) de 22.2 %.

Globalement se sont les exploitations C, B et A qui sont les plus propres. Rappelant que trois exploitations sont de type engraisseurs. Néanmoins, les exploitations D et E se démarquent avec des proportions d'animaux sales 7.4 % et 7.5 %

respectivement. Lesdites exploitations sont de type Naisseurs engraisseurs. Par ailleurs, il ressort un léger effet taille d'élevage favorable aux petits effectifs. Ce constat est signalé par LUCBERT et al [94] avec de petits fournisseurs.

5.2 Discussion générale

Le type de production « naisseurs-engraisseurs » prédomine à cause, notamment, du risque de fluctuation de du revenu. En effet, la variation des revenus, laisse les éleveurs rechercher une compensation par la diversification de produits de l'exploitation (lait + viande). En outre, les aides de l'Etat accordées aux producteurs laitiers (productions de génisses de renouvellement, de taureaux de reproduction, ...etc.) CHERFAOUI et al [157] ont incité les éleveurs à opter pour la production mixte. La taille de ces élevages est largement supérieure à la moyenne signalée au niveau du nord Algérien [156].

Au niveau de la région d'étude, le troupeau laitier est composé principalement des races Montbéliardes et Holstein [158]. Ces deux races se retrouvent aussi dans les ateliers d'engraissement. Cependant, la montbéliarde par son aptitude à produire de la viande, prédomine. Par contre, l'on note l'absence de races à viande spécialisées. Ce qui est valable aussi au niveau national [156].

La castration des bovins est totalement absente au niveau de la région d'étude. Pourtant, elle favorise l'engraissement [159]. En effet, précoce (3 mois) ou tardive (9 mois), elle constitue un des facteurs influençant la qualité de la viande en modifiant les caractéristiques musculaires impliquée dans la tendreté [160]. Cette pratique est pourtant largement répandue au niveau de la région sur l'ovin mâle. Cette réticence à la castration semble être motivée par le dépôt excessif de gras par rapport aux mâles entiers, bien connu chez les ovins castrés. Selon MAGALI [14], la pratique de castration, pour la production de jeunes mâles conduits avec un régime alimentaire de haut niveau comme c'est le cas des élevages enquêtés, n'est pas indispensable.

L'orge utilisée en vert est importante dans l'engraissement des bovins [64]. Au niveau de la région d'étude, son utilisation est totalement absente. Selon DEMARQUILLY et ANDRIEU [173], la valeur énergétique de la plante entière de l'orge récoltée avant maturité reste à peu près constante entre le début du stade laiteux et le stade pâteux du

grain : elle est de l'ordre de 0,55 UF/kg de M.S. Elle varie essentiellement avec la hauteur de la coupe (0,70 UF/kg de M.S. lorsqu'on réalise la coupe à 10-15 cm au dessous de l'épi).

Les veaux sont alimentés avec des régimes à base de foin de vesce avoine et de fortes proportions de concentrés jusqu'à 73 % de la ration. Par conséquent, c'est un régime standard d'engraissement (deux tiers de concentré et un tiers de foin) [24] et [65]. Ces dernières années, les régimes à base de paille avec de fortes proportions de concentrés (jusqu'à 80 % de la ration) sont de plus en plus utilisés, notamment pour les jeunes bovins [24].

Le foin de vesce avoine, fourrage le plus utilisé, possède une valeur énergétique moyenne ce qui est généralement signalé au niveau du Maghreb [161] et [145]. Le foin de ray grass d'Italie qui est moins utilisé est plus riche en énergie. Cependant, KERBAA [145] a rapporté que la teneur énergétique du foin de ray grass d'Italie cultivé en Algérie varie de 0.92 à 0.64 UF en fonction des stades de coupe.

Les apports nutritifs du concentré utilisé par les éleveurs sont appréciables. Celui-ci est fabriqué à base de tourteau de soja, maïs, orge et son de blé. Ces matières premières sont quasiment toutes importées. C'est d'ailleurs les mêmes qui composent le concentré des vaches laitières au niveau de la région [158].

La production et la culture des fourrages reste à bien des égards, une activité marginale des exploitations agricoles. Par conséquent, l'affouragement et le pâturage en période d'engraissement de bovins sont rarissimes. D'ailleurs, ces élevages sont en général, conduits en mode hors sol. Cette situation est signalée dans les élevages laitiers dans la même région par KADI et al [158]. Selon ABBAS et MADANI [163], en Algérie, seules 0.05% de la SAU sont irrigués ce qui fait que la production fourragère soit de nature extensive [170], [156] et [172]. Par ailleurs, avec les rations de fourrage exclusivement, les lipides intramusculaires des bovins sont deux fois plus riches en AGPI de la série n-3 qu'avec des rations complémentées, mais environ deux fois plus pauvres en AGPI de la série n-6. De la sorte, le rapport des AGPI n-6/n-3 est pratiquement quatre fois plus faible avec du fourrage seul qu'avec des rations comprenant du concentré [123].

L'abreuvement des animaux est biquotidien. Ce qui est insuffisant, d'autant plus que les besoins en eau sont fonction de la température, de la durée d'ensoleillement et la teneur en matière sèche de l'herbe [76].

Les quantités de matières sèches ingérées quotidiennement par les animaux (6.8 kg) sont légèrement inférieures à celles obtenues par [172] avec des taureaux de boucherie abattus entre 20 et 24 mois. Cependant, ces rations apportent plus d'énergie. Par ailleurs, les quantités d'énergie ingérées en fonction des poids vifs sont nettement supérieures aux recommandations de JARRIGE [16] pour un gain de poids de 1200 g/j. Cependant, au niveau des exploitations suivies, le rapport PDI/UFV n'est pas loin des recommandations. Le gain de poids enregistré au niveau des exploitations A et B est très proche de celui obtenu par MANDIKI et al [171] dans des conditions d'élevages similaires. Les animaux des exploitations C et D ont réalisé des gains journaliers moyens voisins de celui obtenu par Agabriel et al. [65] dans des conditions d'élevages proches. Globalement, les gains quotidiens réalisés dans l'ensemble des exploitations sont acceptables (1245 g) ce qui, selon TEISSIER [64], permet d'avoir des carcasses de bonne qualité (bon état d'engraissement, bon développement musculaire, ...).

Le système d'engraissement est très stable au niveau de la région d'étude, les animaux sont souvent tous engraisés à l'auge et sans passage à l'herbe. Produisant des carcasses non alourdies. LIENNARD et al [174]. rapportent le même constat chez les naisseurs engraisseurs en France. Cela est essentiellement dû à la réduction de la part des taurillons très lourds, au profit des « moyens » qui sont de plus en plus demandés.

L'efficacité alimentaire renseigne sur l'optimisation de la ration, la gestion économique et l'impact environnemental [175]. Les efficacités alimentaires moyennes sur la base de l'énergie ingérée, exprimées en gramme de gain par UFV (g de gain / UFV) diffèrent d'un élevage à un autre. Les animaux des exploitations A et B ont une croissance similaire mais avec des efficacités alimentaires différentes. Hormis l'efficacité alimentaire au niveau de l'exploitation B, celles réalisées au niveau des autres exploitations sont loin de celle obtenue par AGABRIEL et al [65] qui est de 134 g de gain /UFV mais nettement supérieures à celle obtenue par Picard et al. [4] (102 g de gain /UFV). Cette faible efficacité alimentaire peut être expliquée en partie par les apports alimentaires excessifs puisque les gains sont dans les normes. HOCQUETTE et al [83] signalent que les régimes

de finition riches en céréales, distribués à volonté, permettent des vitesses de croissance et un engraissement très satisfaisants mais conduisent à des apports alimentaires plus élevés que ceux recommandés, et donc à une plus faible efficacité alimentaire. Ce qui est le cas dans les élevages suivis.

Les niveaux d'autonomie et de dépendance sont différents d'un élevage à l'autre. Ils sont fonction de surfaces en cultures disponibles pour envisager les cultures fourragères. Les cultures de protéagineux dans le but d'être totalement autonome en protéines est à envisager. Ce qui est aussi recommandé par KENTZEL et DEVUN [169] au niveau des élevages français. Pour les débats d'aujourd'hui, il faut remarquer que dans ce système où l'engraissement est généralisé, l'autonomie fourragère reste élevée 81 % [174].

Globalement 69.4 % des bovins ont été notés propres (1 ou 2 = classe A), 25.4 % sale (note 3 = classe C) et 5.2 % très sales. Néanmoins, cette proportion est largement inférieure à celle rapportée par LUCBERT et al [94] sur les élevages de la région Ouest Nord de la France, qui est de 22.2 %. Il semble que la note de propreté est dépendante de l'importance de la taille de l'élevage et le type de production (Engraisseur, Naisseur-engraisseur).

CONCLUSION

Les bovins à l'engrais élevés dans la région de Tizi-Ouzou sont des mâles non castrés, issus de races laitières spécialisées ou mixtes. Généralement, ils sont abattus entre 20 et 26 mois après une durée d'engraissement de 3 à 6 mois ou de 10 à 12 mois.

La conduite alimentaire est à base de concentré et de foin. Le concentré est généralement un composé du commerce, fabriqué à base de tourteau de soja, de maïs, d'orge et de son de blé. Le foin de vesce avoine, de valeur alimentaire moyenne, est le plus utilisé.

Les apports alimentaires des rations dépassent largement les besoins des animaux, d'où un gaspillage notamment de concentrés (73 % de la ration) et une dépréciation de l'efficacité alimentaire. Ces rations permettent des vitesses de croissance allant de 1060 à 1290 g/j.

L'affouragement et le pâturage en période d'engraissement des bovins sont rarissimes. Cette situation résulte du fait que la culture et la production des fourrages soient une activité marginale au niveau des exploitations. Ceci atteste d'une conduite en « hors sol » des élevages.

En dépit des gains de poids acceptables, l'alimentation des bovins à l'engrais, au niveau de la région de Tizi-Ouzou, est loin d'être maîtrisée. Du fait de la dominance des élevages hors sol, l'autonomie alimentaire des exploitations est presque nulle, notamment en concentrés.

La production intensive de viande bovine nécessite un encadrement technique de qualité. L'encadrement des éleveurs en matière de vulgarisation, notamment pour le rationnement des animaux durant les différentes phases d'élevage, est indispensable.

Le développement de l'élevage bovin à l'engrais dans la région de Tizi-Ouzou mérite une meilleure attention notamment pour ce qui est de la maîtrise de la conduite alimentaire.

APPENDICE A

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

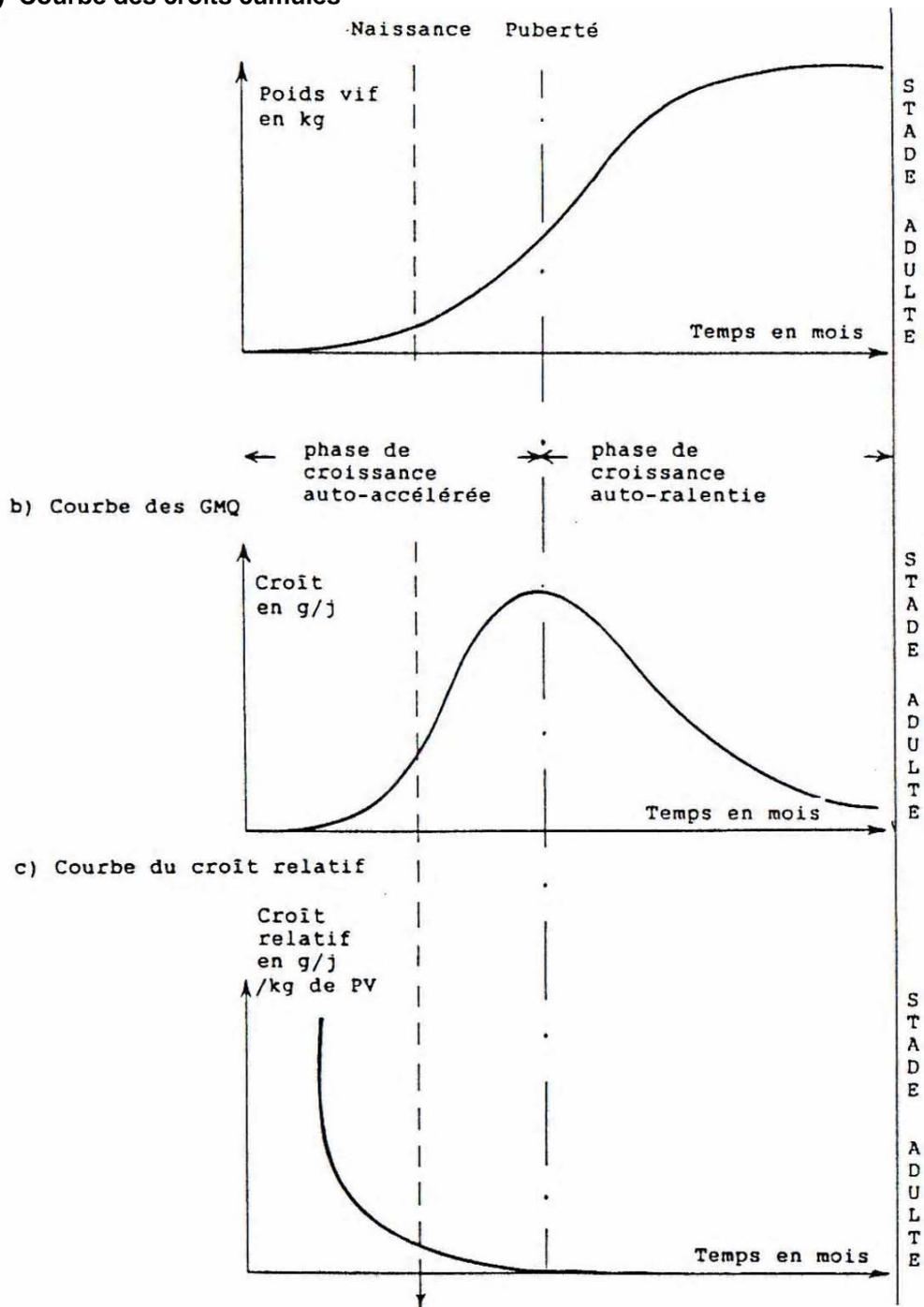
AFC	: Analyse factorielle des correspondances.
AFC	: Antibiotique facteurs de croissance
AGV	: Acides gras volatils
ATP	: Adénosine triphosphates
BE	: Besoins d'entretien
C2	: Acide acétique
C3	: Acide propionique
C4	: Acide butyrique
CMV	: Complexe minéral vitaminisé
Cu	: Cuivre
DEF	: Densité énergétique du fourrage
DERm	: Densité énergétique minimale
Dr	: Digestibilité réelle
DT	: Dégradabilité théoriques
EN	: Energie nette
Fe	: Fer
FLD	: Flux salivaire et de liquide au duodénum
GH	: Growth hormone
GMQ	: Gain moyen quotidien
IC	: Indice de consommation
IGF-I	: <i>Insulin-like growth factors</i>
Kmf	: Besoins d'entretien
LRM	: Loi de réponse multiple
L	: Litre
MAT	: Matières azotées totales
Mcal	: Mégacalorie
MG	: Matière grasse
Mn	: Manganèse
MO	: Matière organique
MOF	: Matières organiques fermentescibles
MS	: Matière sèche
MSI	: Matière sèche ingérée
NDF	: Neural detergent fiber
ONAB	: Office national d'aliment de bétail
PDI	: Protéines digestibles l'intestin grêles
PDIE	: Protéines digestibles l'intestin grêles permises par l'énergie
PDIN	: Protéines digestibles l'intestin grêles permises par l'azote
PV	: Poids vif
PVV	: Poids vif vide
S	: Soufre

TPa	: Taille de particule de l'aliment
UEB	: Unité d'encombrement bovin
UFL	: Unité fourragère lait
UFV	: Unité fourragère viande
UGB	: Unité gros bovin
Zn	: Zinc
g	: Gramme
J	: Jour
kg	: kilogramme

APPENDICE B

Courbe théorique de la croissance [13].

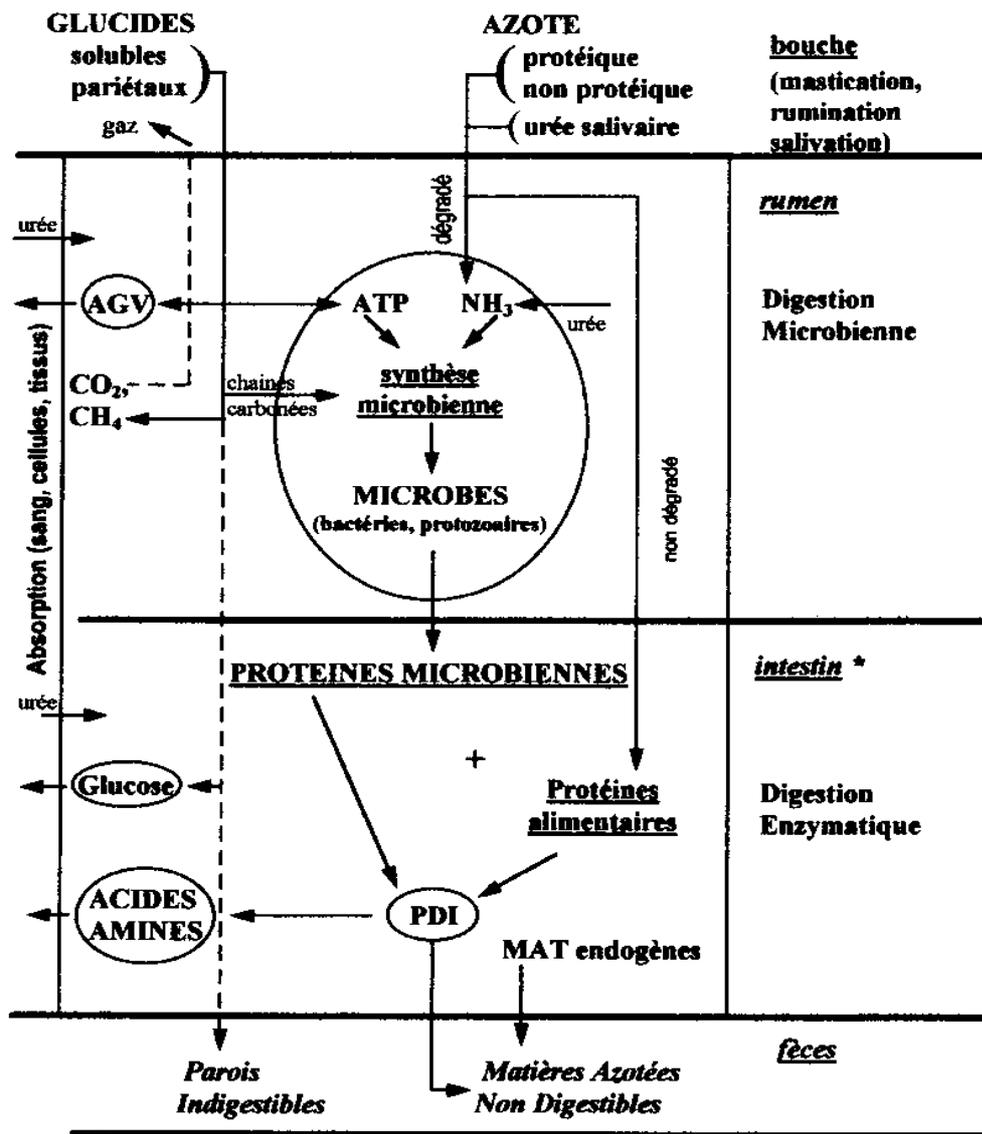
a) Courbe des croûts cumulés



APPENDICE C

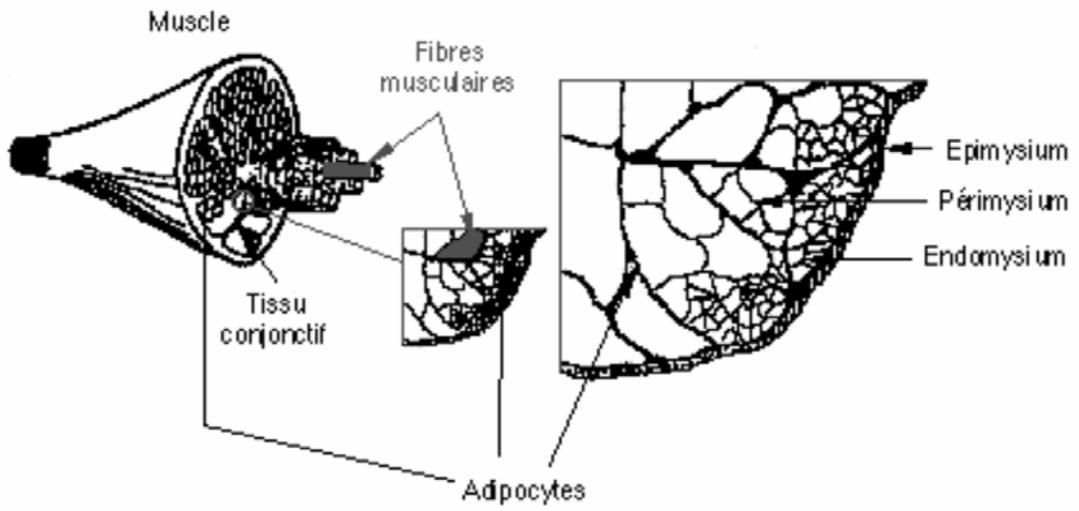
Schématisation de la digestion [53].

APPENDICE D



*N.B.: Le gros intestin, non représenté pour plus de clarté, héberge des bactéries cellulolytiques (pas de protozoaires). Il va être le lieu d'une fermentation cellulolytique et d'une synthèse bactérienne (source de PDI) permis par l'urée sanguine (passant à travers la paroi), source d' NH_3 , et par le peu de constituants encore dégradables, source d'énergie.

APPENDICE D



Structure du muscle [88].

APPENDICE E

Grille de notation de la propreté [94].

1- Jeunes bovins



1

2

3

4

2- Vaches



1

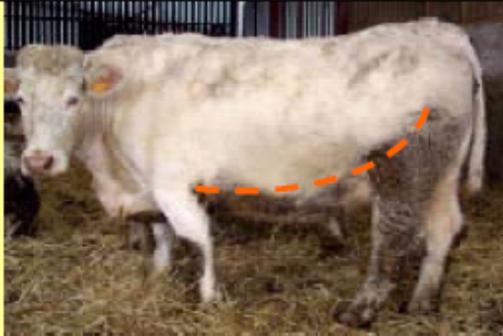
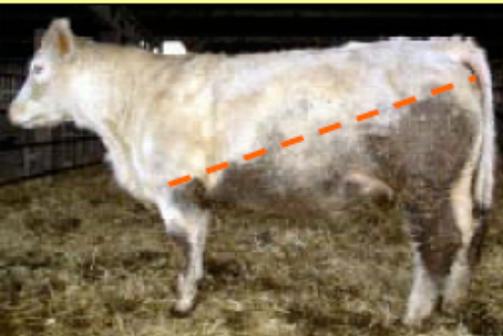
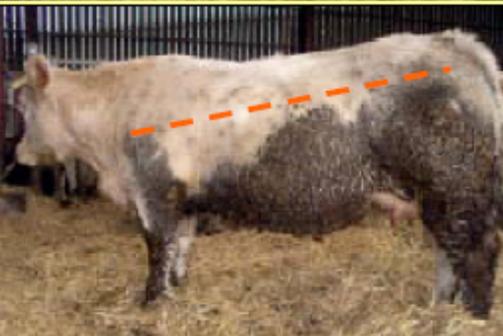
2

3

4

APPENDICE F

La grille de notation de la propreté des bovins [98].

Classes de propreté	Sites d'observation	
	sur le flanc	sur l'arrière
<p>A : « propre »</p> <p>Absence de salissures sur l'animal ou salissures à l'état de traces</p>		
<p>B : « peu sale »</p> <p>Zones de salissures s'étendant sur la moitié inférieure de la cuisse et sur le bas du ventre et du sternum</p>		
<p>C : « sale »</p> <p>Zones de salissures s'étendant du haut de la cuisse (trochanter) jusqu'à l'avant du sternum</p>		
<p>D : « très sale »</p> <p>Zones de salissures s'étendant de la fesse (hanche) jusqu'à la pointe de l'épaule. Les salissures remontent sur le côté jusqu'en haut du flanc et forment une croûte épaisse.</p>		

APPENDICE G

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Saad DAHLAB - Blida
Faculté Agro-Bio-Vétérinaires
Département des sciences agronomiques

Questionnaire

Le présent questionnaire est établi dans le cadre d'une enquête sur la situation de l'élevage bovin à l'engraissement (à viande) dans la wilaya de Tizi-ouzou. Cette enquête est initiée dans le cadre d'un mémoire de magistère en productions animales. Nous vous sollicitons pour le remplissage de ce document et vous remercions pour votre aide et compréhension.

Date de l'enquête :

Enquêteur:

Identification de l'exploitation

- Wilaya:
- Daira:
- Commune:.....
- Village:
- Code de l'élevage:.....
- Exploitant :
 - Sexe : M F
 - Age:.....
- Depuis quand exercez-vous l'élevage bovin.....ans
- Autre activité de l'exploitant:.....
- Niveau d'instruction:
 - Sans
 - Primaire
 - Moyen
 - Secondaire
 - Universitaire
- Formation agricole: oui non
 - Si oui:
 - Niveau:.....
 - Type de formation:.....
- Altitude
- Date de création de l'exploitation:
- Statut juridique de l'exploitation:

• Exploitation privée

➤ Fonds propres

➤ Aide de l'état

Type:

• Ferme pilote

• EAC

• EAI

• Autre

- Accessibilité :

• RouteKm

• MarchéKm

• Abattoir.....Km

• Vétérinaire.....Km

- Main d'œuvre :

Nombre d'employés permanents :

Avez-vous recours à :

une main d'œuvre familiale

une main d'œuvre occasionnelle

Entre-aide

Un prestataire de service Lequel ?.....

A quelle période de l'année avez-vous souvent besoin d'une main d'œuvre supplémentaire ?.....

.....

- L'exploitations est orientée vers:

• les productions animales

➤ Production laitière

➤ Bovins à l'engrais

➤ Mixte

➤ Autre

Nombre de têtes :

Ovins

Caprin

Aviculture.....

Cuniculture.....

Autres.....

• Mixte (animal + végétal)

- Structure des terres:

• Surface agricole totale (SAT):

• Surface agricole utile (SAU):

• Surface fourragère totale (SFT):

.....

• Surface fourragère irriguée (SFI):

.....

• Céréaliculture:

.....

• Jachère:

.....

Culture Fourragère

- Généralement, avez vous une production fourragère suffisante sur l'exploitation?

Oui Non

- Superficie totale consacrée aux cultures fourragères :

1- Fourrages conduits en sec:ha

Espèce fourragère	Surface (ha)	Rendement en foin (nombre de bottes/ha) ?	Rendement en grain
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

2- Fourrages conduits en irrigué:ha

Espèce fourragère	Surface (ha)	Rendement en foin	Rendement en grain
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

- Provenance des eaux d'irrigation :

- Barrage
- Retenue collinaire
- Oued
- Forage
- Autres.....

- Pratiquez-vous l'assolement fourrager ? Oui Non

- Utilisez-vous des engrais ? Oui Non

Si oui :

Type d'engrais	Nature *	Quantités (Qtz/ha)
Fumier		
Lisier		
Engrais du commerce		
Autre :		

* Noter si possible la composition chimique (engrais du commerce).

- Pratiquez-vous l'ensilage ?

Ou especes fourragères:.....

Non Pourquoi:.....

Arbres fourragers :

- * Frêne
- * Orme
- * Caroubier
- * chêne vert
- *Autres
-
-

Achats des fourrages : (quantités + prix)

- * Foin
- * Paille
- *Autre(s)

- Disposez-vous d'un calendrier fourrager ? Oui non

Mois Aliments	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec

- Le stockage des aliments se fait dans:
Lieu : une grange coin du bâtiment d'élevage
 autre:.....
- Support : au sol sur des palettes
 Autres :.....

Conduite de l'élevage.

Alimentation

- Mode d'alimentation: Pâturage Pâturage + complément Alimentation à l'auge
- Types de parcours pâturés par les animaux:
 - parcours forestiers
 - maquis
 - jachère
 - prairies naturelles
- En cas de pâturage :
 - qui s'occupe du gardiennage des animaux ?.....
 - Distance parcourue par le troupeau.....Km

- Effectuez vous la transhumance ? Oui non

Si oui :

- Lieux :
 - Distances par rapport à l'exploitation.....Km.
 - Moyens de transport :
 - Durées de séjoursjours
 - Organisation sur place
-
-
-

- Calcul de rations Oui non

- Pour toutes les catégories d'animaux Oui non

- Si non,pour quelles

catégories

* Pourquoi ces

catégories.....

Quantités de fourrages distribuées (kg) par jour

Catégorie d'animaux	Fourrages distribués (verts /secs)	Quantités distribuées	Nombre de fois par jour	Quantités ingérées
Veaux (< 9 mois)				
Taurillons (10 - 23 mois)				
Bœuf (> 24 mois)				

- **Concentré :**

Aliments concentrés achetés :

Type de concentré	Prix unitaire	Quantités achetées (par an)	Prix total
.....
.....
.....
.....
.....

Aliments concentrés fabriqués au niveau de l'exploitation :

Aucun

Aliments fabriqués :

Type	Matières premières utilisées	Proportions

Distribution de concentrés par jour (kg):

catégorie d'animaux	Type de concentré	Quantités distribuées	Nombre de fois par jour	Quantité ingérée
Veaux (< 9 mois)				
Taurillons (10 - 23 mois)				
Bœuf (> 24 mois)				

Utilisez-vous :

- Pierre à lécher - Sel - CMV - Aucun

- **Approvisionnement en aliments :**

Privés

Coopératives

Offices

Autres

....

- Quels sont les sous-produits agro-industriels que vous donnez à vos animaux:
 Aucun Son de blé Drêches de brasserie Grignon d'olive Mélite
 Autre:

• **Abreuvement :**

- Quelles sont vos sources d'approvisionnement en eau :
 Conduite AEP Puits Sources Rivière
- Abreuvement à volonté oui non
 Si non, quels sont les horaires d'abreuvement ?
- Utilisez-vous des bacs à eau : Collectifs Individuels
- Nombre et dimensions (places par vache) :
 - Localisation :
 - Fréquence de changement d'eau :
- Utilisez-vous des abreuvoirs automatiques :
- Nombre :
 - Débit / min :
 - Propreté :
- Pour l'abreuvement des veaux, l'eau est :
- Disponible : oui non
 - A partir de quel âge :

Production de viande :

- Type de production : Naisseur Engraisseur Naisseur- engraisseur

Système de production	Troupeau d'origine				Sexe	Age à la vente	Epoque naissance	Saison de pâturage			
	L	V	M	A				Hiv	Prin	Eté	Aut
Veaux											
Broutards											
Bouvillons											
Taurillons											
Génisses											
Boeufs											

L : Laitier, V : Viande, M : Mixte A : Allaitant

- Age de vente des veaux pour l'abattage
- Quelle est la meilleure période de vente des veaux

*Pourquoi.....

- Pratiquez-vous la castration des veaux Oui Non

*Pourquoi.....

* A quelle période.....Comment.....

- Provenance des animaux à engraisser :

- Exploitation
- Extérieur

* âge :.....mois.

Provenance :.....

- Proportion des animaux achetés/présents
.....

- Etes vous satisfait du prix de vente de la viande ? Oui non

Si non, pourquoi ?

.....
.....

Hygiène et santé

- Appliquez-vous des mesures pour empêcher l'introduction de maladies infectieuses ou d'animaux malades dans le troupeau? Oui Non

- Suivez vous un plan de prophylaxie ? Oui Non

Si oui, comment vous l'établissez ?

.....
.....

- Nettoyage du bâtiment :

- Système de nettoyage :

.....

- Fréquence du nettoyage

- Durant quelle saison enregistrez-vous le plus de problèmes sanitaires ?

Hiver Printemps Eté Automne

- Déparasitez-vous vos animaux ? Oui Non avec quelle fréquence ?

.....

- Vaccinez-vous vos animaux ? Oui Non

Contre quelles maladies ?.....

- Sources d'approvisionnement en produits vétérinaires :

.....
.....

- Identifiez-vous toutes les bêtes traitées dans le troupeau (p. ex., ruban aux pattes)?

Précisez le type

.....

.....

- Faites vous appel à un même vétérinaire pour le suivi sanitaire de votre élevage?

Oui Non Si oui, depuis combien d'années :

- En moyenne, combien de fois par année, le vétérinaire intervient-il au sein de votre élevage ?fois/année.

- La majorité des visites du vétérinaire sont :

- périodiques intervalle entre deux visites :
- programmées comment :
- sur appel

- y a t-il en Algérie des maladies bovines à déclaration obligatoire?

N'existent pas

Ne connais pas

Existent :

.....

- Avez-vous des contacts avec l'agent communal de vulgarisation ? Oui non

Si oui, êtes-vous satisfait de ses services ? Oui non

- Gestion Technique et Economique

- Savez-vous qu'il y'a :

- Une prime de génisse de renouvellement Oui Non
- Une prime de taureaux reproducteurs Oui Non
- Aide de l'Etat si abattage obligatoire Oui Non

- Votre cheptel est-il assuré ? Oui Non

Si oui, contre quoi ?

Si non, pourquoi ?

- Que représente (en pourcentage) la charge alimentaire dans le prix de revient :

- Un litre de lait :%
- Un kg de viande : %

- Quelles sommes dépensez-vous en soins vétérinaire annuellement ?DA/An

- Combien vous payez une consultation vétérinaire ?.....
- Que pensez-vous des honoraires pratiqués par les vétérinaires ?

Perspectives

- Comment a évolué votre troupeau ces cinq dernières années ?
 - Effectif stable
Pourquoi ?.....
 - Effectif en augmentation
Pourquoi ?.....
 - Effectif en régression
Pourquoi ?.....

- Comment voyez vous l'avenir de votre exploitation ?
 - Arrêter Pourquoi ?
.....
.....
.....
 - Continuer
 - Agrandir Comment :
.....
.....
.....

REFERENCES

1. Buldgen, A., Bindelle, J., et Lebailly, Ph., « Productions animales dans les pays en développement et relations Nord-Sud », 10^{èmes} Carrefour des productions animales. L'élevage hier, aujourd'hui, demain. Quelles attentes? Pour quels enjeux? », Gembloux, (Janvier 2005), 85-91.
2. Clinquart, A., Leroy, B., Dottreppe, O., Hornick, J.L., Dufrasne, I. et Istasse, L. « Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge », L'élevage du Blanc Bleu belge – CESAM, (Mai 2000), 19 p.
3. Renand, G., Larzul, C., Le Bihan-Duval, E. et Le Roy, P., « L'amélioration génétique de la qualité de la viande dans les différentes espèces : situation actuelle et perspectives à court et moyen terme », INRA Prod. Anim. V.16, n° 3, (2003), 159-173.
4. Picard, B., Jailler, R., Jurie, C., Martin, J.F, Rudel, S., Culioli, J. et Geay, Y., « Performances de croissance et qualité de la carcasse de deux types de production de bovins allaitants », Renc. Rech. Ruminants, 9, (2002), p 125.
5. Robelin, J., « Différenciation, croissance et développement cellulaire du tissu musculaire », INRA Prod. Anim., V. 3, n°4, (1990), 253-263.
6. Paris, A., (coordinateur), Andre F., Antignacj. P., Le Bizec, B., Bonneau, M., Briant, C., Caraty, A., Chilliard, Y., Cognie, Y., Combarous, Y., Cravedi, J.P., Fabre-Nys, C., Fernandez-Suarez, A., Fostier, A., Humblot, P., Laudet, V., Leboeuf, B., Louveau, I., Malpaux, B., Martinat-Botte, F., Maurel, M.C., Pelicier-Rubio, M.T., Picard-Hagen, N., Pinault, L., Pinel, G., Ponsard, C., Popot, M.A., Schmidely, P., Toutain, P.L. et Zalko, D., « Hormones et promoteurs de croissance en productions animales : de la physiologie à l'évaluation du risque », INRA Prod. Anim., V. 19, n°3, (2006), 149-240.
7. Picard, B., Jurie, C., Cassar-Malek, I. et Hocquette, J.F., « Typologie et ontogenèse des fibres musculaires chez le bovin », INRA Prod. Anim., n°16, (2003), 125-131.
8. Andrieu, J., et Demarquilly, C., « Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision », Bulletin Technique du Centre de Recherche Zootechnique et Vétérinaire, INRA Prod. Anim., n°70, (1987), 61-73.
9. Geay, Y. and Sauerwein, H., «Effects of muscle type, castration, age, and compensatory growth rate on androgen receptor mRNA expression in bovine skeletal muscle », J. Anim. Sci., n°78, (2000), 629 – 637.
10. Geay, Y. « Production de viande bovine », INRA édition, Paris, (1986), 151-169.

11. Sprinkle, J. E., Ferrell, C. L., Holloway, J. W., Warrington, B. G., Greene, L. W., Wu, G. and Stuth, J. W., «Adipose Tissue Partitioning of Limit-Fed Beef Cattle and Beef Cattle», *J. Anim.Sci.*, n°76, 1998), 665-973.
12. Robelin, J., « Production de viande bovine », INRA édition, Paris, (1986), 35-60.
13. Fraysse, I.L. et Darré, A., « Production des viande : sur quelles bases économique ? », Technique et documentation édition, Paris, (1990), 374 p.
14. Magali, F.P., « Produire de la viande bovine aujourd'hui : maîtrise technique et gestion des troupeaux », Technique et documentation-lavoisier édition, (1989), 631 p.
15. Hoch ,T., Pradel, P. et Agabriel, J., «Modélisation de la croissance de bovins: évolution des modèles et applications », *INRA Prod. Anim.*, V. 17, n° 4, (2004), 303-314.
16. Jarrige, R., » Alimentation bovins, ovins et Caprins », INRA, 1988, 476 p.
17. Hornick, J. L., Van Eenaeme, C., Clinquart, A., Diez, M., and Istasse, L. «Different Periods of Feed Restriction Before Compensatory Growth in Belgian Blue Bulls: II. Plasma Metabolites and Hormones », *J. Anim. Sci.*, n°76, (1998b), 260–271.
18. Forbes J.M., El Shahat A.A., Jones R., Duncan J.G.S et Boaz, T., « Effets de jour long sur la croissance des ovins », *INRA Prod. Anim.*, n° 29, (1979), 33-42.
19. Micol, D., « Production de viande bovine », INRA. édition, Paris, (1986), 169-201.
20. Sauvant, D., « Principes généraux dans l'alimentation animale », INAPG., Polycopié, (2005), 64 p.
21. Sautet, J., 1995. « Nutrition des ruminants domestiques », INRA édition, Paris, 183-221.
22. Hornick, J. L., Van Eenaeme, C., Clinquart, A., Diez, M., and Istasse, L. «Different Periods of Feed Restriction Before Compensatory Growth in Belgian Blue Bulls: I. Animal Performance, Nitrogen Balance, Meat Characteristics, and Fat Composition », *J. Anim. Sci.*, n°76, (1998a), 249 –259.
23. Corpet, D.E., « Croissance des animaux par les additifs alimentaires antibiotiques », *Revue Méd. Vét.*, n°151, (2000), 99-104.
24. Normand, J., Moevi, I., Lucbert, J. et Pottier, E., « Le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualite des viandes », Institut de l'élevage- Interbev, (2005), 110 p. http://www.interbev.fr/uploads/tx_docsearch/alimentation_2005_04.pdf
25. Reiling, B.A, Berger, L.L., Faulkner, D.B, Mas Keith, F.K and Nash, T.G., « Effect of prenatal androgenization on performance, lactation, carcass and sensory traits of heifers in a single-calf system », *J. Anim. Sc.*, n° 73, (1995), 986-992.

26. Oksbjerg, N., Gondert, F. and Vestergaard, M., «Basic principles of muscle development and growth in meat-producing mammals as affected by the insulin-like growth factor (IGF) system », *Domest. Anim. Endocrinol.*, n°27, (2004), 219-240.
27. Malterre, C., « Production de viande bovine », INRA. édition, Paris, (1986a), 247-269.
28. Robelin, J., « Influence de la vitesse de croissance sur la composition du gain de poids des bovins : variations selon la race et le sexe », *Annales de Zootechnie*, n°28, (1979), 209-218.
29. Carstens, G.E., Johnson, D.E., Ellenberger, M.A., and Tatum, J. D., «Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers », *J. Anim. Sci.*, n° 69, (1991), 3251-3264.
30. Hoch T., Begon C., Cassar-Malek I., Picard B. et Savary-Auzeloux I. « Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants », *INRA Prod. Anim.*, V. 16, n°1, (2003), 49-59.
31. Berge, P., Geay, Y., and Micol, D., «Effect of feeds and growth rate during the growing phase on subsequent performance during the fattening period and carcass composition in young dairy breed bulls». *Livest. Prod. Sci.*, n° 28, (1991), 203-222.
32. Murphy, T. A. and S. C. Loerch., «Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition », *J. Anim. Sci.*, n° 72 : (1994), 2497-2507.
33. Wilson, L.L., Smith, J.L., Swanson, D.L. and Mills, E.W., «Implant sequence effects in intact male Holstein veal calves: carcass characteristics», *J. Anim. Sci.*, n° 77, (1999), 3133-3139.
34. Thivend, P., « Utilisation des anabolisants dans la production de veau de boucherie », *Bulletin Technique CRZV Theix*, INRA, n° 43 : (1981), 33-36.
35. Aiello, S., *The Merck veterinary manual* (eighth ed.), (1998), 352 p. <http://www.merckvetmanual.com/mvm/index.jsp?cfile=htm/bc/191902.htm>
36. Mersmann, H.J., « Overview of The effects of Beta-adrenergic receptors », *J. Anim. Sci.*, n°76, (1998), 160-172.
37. Smith, J.L., Wilson, L.L. and Swanson, D.L., «Implant sequence effects in intact male Holstein veal calves: live and slaughter traits», *J. Anim. Sci.*, n° 77, (1999), 3125-3132.
38. Mir, P., Mir, S., Kuber, Z., Gaskins, P. S., Martin, C. T., Dodson, E. L., Elias, M. V., Calles, J. A., Johnson K. A., Busboom, Wood, J. R., Pittenger, A. J., and Jreeves, J., «Growth, carcass characteristics, muscle conjugated linoleic acid (CLA) content, and response to intravenous glucose challenge in high percentage Wagyu, Wagyu × Limousin, and Limousin steers fed sunflower oil-containing diets 1,2 », *J. Anim. Sci.*, n°80, (2002), 2996-3004.

39. Schwartzkopf-Genswein, K.S., Beauchemin, K.A., Gibb, D.J., Crews, D.H.J.R., Hickman, D.D., Streeter, M. and McAllister, T.A., « Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: a review », *J. Anim. Sci.*, n° 81, (Suppl. 2), (2003), E149-E158.
40. Jarrige, R., « Nutrition des ruminants domestiques », INRA.édition, Paris, (1995), 25-82.
41. Fonty, G., Jouany, J.P., Forano, E. et Gouet, P.H., « Nutrition des ruminants domestiques », INRA. édition, Paris, (1995), 299-347.
42. Vérité, R., Michalet-Doreau, B., Chapoutot, P., Peyraud, J.L. et Poncet, C., « Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (P.D.I) », *Bulletin Technique CRZV Theix*, INRA, n° 70, (1987), 19-34.
43. Demarquilly, D., « les Fourrages secs : traitement, utilisation ». INRA. édition, Paris, (1987), 23-46
44. Demarquilly, C., Andrieu, J. et Sauvant, D., « Composition et valeur nutritive des aliments. In: Alimentation des Ruminants », INRA. édition, Paris, (1978), 469-518.
45. Kamra, D. N., «Rumen microbial ecosystem», *Current Science*, V. 89, n°1, (2005), 124-135.
46. Jouany, J.P., (1994). Les fermentations dans le rumen et leur optimisation. *INRA Prod. Anim.*, V.7, n°3, 207-225.
47. Doreau, R. et Fabre, P., « Analyse des pratiques pastorales sur les parcours steppiques de Crau », *Renc. Rech. Ruminants*, n°6, (1999), 131-134.
48. Bird, S.H. and Leng, R.A., «Further studies on the effects of the presence or absence of protozoa in the rumen on liveweight gain and wool growth of sheep », *British Journal of Nutrition*, vol. 52. n°3, (1984), 607–611.
49. Jouany, J.P, and Ushida, K., «Protozoa and fibre digestion in the rumen. In *The Rumen Ecosystem*». *Proceedings of VII ISRP Satellite Symposium*, Hakone (Japan), (1990), 139–150.
50. Sauvant, D., Giger-Reverdin, S. et Meschy, F., « Le contrôle de l'acidose ruminale latente », *INRA Prod. Anim.*, V. 19, n° 2, (2006), 69-78.
51. Jouany, J.P., Broudicou, L., Prims, R.A., et Gouet P.H., « Nutrition des animaux domestique, ingestion et digestion », INRA. édition, Paris, (1995), 349-381.
52. Eugene, M., « Effets de la défaunation de ruminants sur les performances de production, en fonction de la ration ingérée. Etude des variations de la protéosynthèse et de la cellulolyse microbienne ruminale », *These de Docteur, INAPG*, (2002), 124 p.
53. Chenost, M. et Kayouli, C., « Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes », *FAO edition*, (1997). <http://www.fao.org/docrep/W4988F/w4988f00.htm#Contents0>

54. Elmeddah, Y., « Utilisation des fientes déshydratées dans l'alimentation de jeunes bovins à l'engraissement », Thèse Ing. INA, El Harrach, Alger, (1980).
55. Sauvant, D., « Le concept de lois de réponses multiples aux régimes, trait d'union entre les domaines techniques et économiques de l'élevage », Renc. Rech. Ruminats, 6, (1999), 11-17.
56. Martin, C., Brossard, L. et Doreau, M., « Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques », INRA Prod. Anim., V19, n°2, (2006), 93-107.
57. Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. and Gill, D.R., « Acidosis in cattle: a review », J. Anim. Sci., n° 76, (1998), 275-286.
58. Eugenne, M., Archimède, A., et Sauvant, D., « Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants live » Prod. Sci., n°85, (2004), 81-97.
59. Geay, Y., Robelin J., « Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding. Genotype-nutrition interaction », Livest. Prod. Sci., n° 6, (1979), 263-276.
60. Krehbiel, C.R., Stock, R.A., Herold, D.W., Shain, D.H., Ham, G.A. et Carulla, J.E., « Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle », J. Anim. Sci., n°73, (1995b), 2931-2939.
61. Nagaraja, T.G., Taylor, M.B., Harmon, D.L. et Boyer, J.E., « In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives », J. Anim. Sci., n°65, (1987), 1064-1076.
62. Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S. and Dransfield, E., « Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality », Meat Sci., n°62, (2002), 179-185.
63. Demarquilly, C., Dulphy, J. P. et Andrieu, J. P., « Valeur nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. Revue Fourrages » Ed AFPP, n° 158, (1998), 349-369.
64. Teissier, J.H., « Utilisation de quelques rations nouvelles pour les productions bovines de lait et de viande », Options Méditerranéennes, n° 7, (1971), 47-51. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/r07/CI010374.pdf>.
65. Agabriel, J., Dulphy, J.P., et Micol, D., « Les Fourrages secs : récolte, traitement, utilisation ». INRA édition, (1987), 283-318.
66. Doreau, M., Chilliard, Y., Bauchart, D. et Morand-Fehr., « Besoins en lipides des ruminants ». Bulletin Technique CRZV Theix, INRA, n° 70, (1987), 91-99.
67. Gueguen, L., Durand, M. et Meshy, F., « Apports recommandés en éléments minéraux pour les ruminants », Bulletin Technique CRZV Theix, INRA, n°70, (1987), 105-112.

68. Corpet, D.E., « Mechanism of Growth Promotion by Antimicrobial (abstract, p.11) in Réunion Européenne de la Société Française de Microbiologie: Antibiotiques et Alimentation Animale », Réunion Européenne de la Société Française de Microbiologie: Antibiotiques et Alimentation Animale, Institut Pasteur Paris, (Décembre 1997).
69. Corpet, D.E., « Antibiotiques en élevage et résistances bactériennes: vers une interdiction ? », *Revue Med. Vet.*, n°150, (1999), 165-170.
70. Visek, W.J., « The mode of growth promotion by antibiotics », *J. Anim. Sci.*, n°46, (1978), 1447-1469.
71. Ward, J. D., and J. W. Spears., «Long-term effects of consumption of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on copper status, performance, and carcass characteristics of cattle », *J. Anim. Sci.*, n° 75, (1997), 3057–3065.
72. Engle, T. E. and Spears, J. W., «Dietary copper effects on lipid metabolism, performance, and ruminal fermentation in finishing steers», *J. Anim. Sci.*, n°78, (2000b), 2452–2458.
73. Engle, T. E. and Spear, J.W., «Effects of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers », *J. Anim. Sci.*, n°78, (2000a), 2446–2451.
74. Engle, T. E., Spears, J. W., Armstrong T. A., Wright C. L. and J. Odle., «Dietary copper effects on lipid metabolism, performance, and ruminal fermentation in finishing steers », *J. Anim. Sci.*, n°78, (2000c), 2452–2458.
75. Bonneau, M., Touraille, C., Pardon, P., Lebas, F., Fauconneau, B. et Remignon H., « Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes », *INRA Prod. Anim.*, hors série, (1996), 95-110.
76. NRC, «Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. Nutrient requirement of domestic animals», National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., (1996), 242 p.
77. Castle, M.E., and Thomas, T.P., «The water intake of British friesan cows on rations containing various forages », *INRA Anim. Prod.*, n°20, (1975), 181-189.
78. Gouyou, H.W.and Strcklin, W.R., «Diurnal behaviour patterns of feedlot bulls during winter and spring in northern latitudes », *J.Anim.Sci.*, n°58, (1984), 1075-1083.
79. Khelaf, D., « Influence de l'alimentation sur la reproduction des vaches laitières », 5èmes journées des sciences vétérinaires, Alger. (Avril, 2007), 23 p.
80. Clement, J. M., « Dictionnaire des industries alimentaires », Edition Masson, (1981), 1146p.
81. Demarquilly, C. et Weiss, P., « Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages », INRA, SET étude n°42, (1970), 84 p.

82. Andrieu, J., et Baumont, R., « Digestibilité et ingestibilité du maïs fourrage: facteurs de variations et prévision », Revue fourrage n° 163. Ed AFFP, (2000), 316-327.
83. Hocquette, J.F., Rudel, S., Jailler, H., Leveziel, H., Agabriel, J. et Micol, D., « Influence d'un régime de finition riche en céréales sur la croissance et la composition corporelle de jeunes bovins Limousins et Charolais », Renc.Rech.Ruminants, n° 9, (2002), 270. http://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2002_qualite_viande_11_Hocquette.pdf
84. Leng, R.A., « L'application de la biotechnologie à l'alimentation animale dans les pays en développement », FAO, (1993), 104 p.
85. Michalet-Doreau, B., et Champion, M., « Mesure de la dégradabilité in sacco de l'amidon de maïs plante entière », Renc. Rech. Ruminants, 6, (1999), 114.
86. Vermorel, M., Coulon, J.B. et Journet, M., « Révision du système des Unités Fourragères. » Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, n° 70, (1987), 9-18.
87. Morand-Fehr, P., «Révision de la valeur nutritive des aliments des ruminants », INRA. Edition, Versailles, (1981), 297-305.
88. Hornick, J.L., Gauthier, S., Clinquart, A., Van Eenaeme, C. and Istasse, L., « Comparison between growing fattening bulls finished at grass or indoors. Meat characteristics and fat composition ». J. Anim.Sci., n° 60, (1995), 554 -562.
89. Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J-F. et Culioli, J., « Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux », INRA Prod. Anim., n°15, (2002), 37-52.
90. Renand, G., « Variabilité génétique de la croissance musculaire et conséquences sur les qualités de la viande chez les bovins », INRA Prod. Anim., V.1, n°2, (1988), 115-121.
91. Meschy, F., et Ramirez-Perez, A.H., « Evolutions récentes des recommandations d'apport en phosphore pour les ruminants », INRA Prod.Anim., V.18, n° 3, (2005), 175-182.
92. Demarquilly, C., « Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants », INRA.édition, Versailles, (1981), 213-216.
93. Giger-Reverdin, S., Bontems, V., Maroufi, C. et Malcion, J.P., « Influence de la granulométrie sur le pouvoir tampon intrinsèque du p \acute{o} is », Renc. Rech. Ruminants, n°6, (1999), 112.
94. Lucbert, J., Cartier, P., Gueguen, L. et Chatelin, Y.M., « Etat des lieux de la propreté des bovins à l'entrée de l'abattoir », Institut d'élevage-Interverb, (2005), 27 p.
95. Cartier, P., « Hygiène en amont de l'abattage. Evolution de la charge bactérienne et de l'état de propreté de cuirs de gros bovins de la ferme au poste de dépouille. Compte rendu d'étude », Institut de l'élevage -Interbev, (1994), 63 p.

96. Cartier, P., « Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines », 10^{èmes} JSVMT, Rennes (France), (Octobre 2004), 175-179.
97. Cartier, P., « Plans de contrôle bactériologique en abattoir et en atelier de découpe bovins : rationalisation et validation statistique des procédures à mettre en oeuvre. Compte rendu d'étude », Institut de l'élevage –Interbev, (1999), 84 p.
98. Bastien, D., Cartie, P. et Lucbert, J., « Grille de notation de la propreté des bovins vifs », Institut d'élevage-Interveb, (2006), 7 p.
99. Sauvant, D., Perez J. M., et Tran G., « Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons », INRA Edition, Paris, (2004), 301p.
100. Geay, Y., Micol, D., Robelin, J., Berge, P.H., et Malterre, C., « Recommandations alimentaires pour les bovins en croissance et à l'engrais », Bulletin Technique CRZV Theix, INRA, n° 70, (1987), 173-183.
101. Froidmont, F., Beckers, A., et Thewis A., « détermination du besoin en méthionine du taurillon Blanc Bleu Belge culard en finition », Renc. Rech. Ruminants, n°6, (1999), 164.
102. Dulphy, J.P., « Récolte, traitement, utilisation », INRA. édition, Paris, (1987), 103-124.
103. Dulphy, J.P., Faverdin D., Micol, D. et Bocquier, F., « Révision du système d'encombrement (UE) », Bulletin Technique du Centre de Recherche Zootechnique et Vétérinaire Theix, INRA, n°70, (1987), 35-48.
104. Devun J, Haurez P, Kentzel M et Gruet A., « Autonomie protéique des exploitations Bovins viande. Institut de l'Elevage. », (2004), 75 p. http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/1100-Autonomie_proteique.pdf
105. Scollan, J.F., Hocquette, K., Nuernberg, D., Dannenberger, I., Richardson, A., Moloney C., « Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality A », Meat Science. V.74, n° 1, (2007), 17-33.
106. Malterre, C., « Production de viande bovine », INRA.édition, Paris, (1986b), 247-269.
107. Boutonnet, J.P., « Spécificité et diversité des filières viandes rouges en Méditerranée », Séminaire CIHEAM, Les filières viandes rouges en Méditerranée, (Avril 1997), 163 p.
108. Ménissier, F., « La sélection des races bovines à viande spécialisées en France. 3e congrès mondial de reproduction et de sélection des ovins et bovins à viande », INRA. édition, Paris, (1988), 215 p.

109. Gibon, A., Theau, J.P. et Di Pietro, F., « Stratégies d'utilisation de l'espace en montagne.II. Les logiques des systkmes d'élevage pyrénéens », Cahiers Options Méditerranéennes, n°12, (1996), 187-190.
110. Landais, E., « Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social. » Courrier de l'environnement de l'INRA, n°33, (1998), 5-22. <http://www.inra.fr/dpenv/landac33.htm>
111. Naves, M., Alexandre, G., Leimbacher, F., Mandonnet, N. et Menendez-Buxadera, A., « Les ruminants domestiques de la Caraïbe : Le point sur les ressources génétiques et leur exploitation », INRA. Prod. Anim., V.14, n° 3, (2001), 181-192.
112. Boutonnet, J.P., Griffon, M. et Viallet, D., « Compétitivité des productions animales en Afrique subsaharienne et à Madagascar », MAE, DGCID, (2001), 191 p.
113. Cabaraux J.F., Dufrasne I., Roux M., Istasse L., Hornick J.L., « La production de viande bovine à partir de femelles de réforme », INRA Prod. Anim., V. 18, n° 1, (2005), 37-48.
114. Morand-Fehr P., « La valeur nutritives des aliments des ruminants ». INRA edition, (1981), 312-324.
115. Myers, S. E., Faulkner, D. B., Ireland F. A., Berger L. L. and Parrett D.F., «Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers», J. Anim. Sci., n° 77, (1999), 300–310.
116. Schoonmaker, J. P., Cecava, M. J., Fluharty, F. L., Zerby, H. N., and Loerch, S. C., «Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal-weaned steers», J. Anim. Sci., n° 82, (2004a), 273–282.
117. Kreikemeier, K.D.L. Harmon, R.T., Brandt, J., Nagaraja, T. G. and Cochran R. C., «Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: Effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism», J. Anim. Sci., n° 68, (1990), 21-30.
118. Bartle, J., and Preston, R. L. «Dietary roughage regimen for feedlot steers: reduced roughage level (2%) during the mid-finishing period», J. Anim. Sci., n° 69, (1991), 3461-3466.
119. Coléou, J., « Les problèmes de l'alimentation dans la production de viande bovine : « technologie alimentaire et évolution des méthodes d'alimentation », Cycles d'études, Lyon, (1967), 85-111.
120. Demarquilly, C., et Andrieu, J., « Les céréales immatures. In. Fourrages et Aliments concentrés. Production et valeur alimentaire pour les ruminants », La Revue de l'élevage, n° 48, (1970), 85-98.
121. Vermorel, M., Coulon, J.B. et Journet, M., « Révision du système des Unités Fourragères. », Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, n°70, (1987), 9-18.

122. Chatellier, V., Colson, F., Arnaud, F., Guesdon, J.C., Kempf, M., Legendre, J. et Perrot, C., « La diversité des systèmes d'élevage bovin en France et leur contribution à la production de viande bovine », INRA Prod. Anim., V. 10, n° 3, (1997), 227-240.
123. Bas, P., Archimède, H., Rouzeau, A., Sauvant, D., « Influence of level and type of forage and type of concentrate on fatty acid composition of mixed-rumen bacteria », J. Anim. Sci. (soumis). (2001).
124. Stock, R A., M. H., Sindt, J. C. Pmotl and P. K., «Goedeken, Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance », J. Anim. Sci., n° 68, (1990), 34-41.
125. Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Aschiero, A., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Hennekens C. H. and Willet W. C., J., « Adiposis tissues of ruminant », Clin. Nutr., n°70, (1999), 1001-1008.
126. Okuyama et Ikemoto 1999, cité par Geay et al. 2002.
127. Monin, G. et Ouali, A., « Muscle differentiation and meat quality », Ralston Lawrie edition, (New York 1991), 354 p.
128. Muir, P.D., Smith, N.B., Wallace, G.J., Cruickshank, G.J. and Smith, D.R., « The effect of short-term grain feeding on liveweight gain and beef quality », New Zealand J. Agric. Res., n° 41, (1998), 517-526.
129. Renner, M., « La couleur de la viande et sa mesure », Viande et Produits Carnés, n°2, (1981), 10-16.
130. Dufresne, I., Gielen, M., Limbourg, P., Van Eenaeme, C. and Istasse L., « Effects of a grazing period on performances of growing fattening bulls: comparison with a fattening system indoor », J. Anim. Sci., n° 60, (1995), 75 - 80.
131. Chesneau, G., Quemener, B. et Weill, P., « Qualité nutritionnelle des lipides de viandes : écart lies a l'espèce, écarts lies a l'alimentation : quelques observations », 10^{èmes} JSVMT, RENNES (France), (octobre 2004), 59-60,
132. Coulon, J.B. et Priolo, A., « La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux », INRA Prod. Anim., V. 15, n°5, (2002), 333-342.
133. Ouali, A., « Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande », INRA Prod. Anim., V. 4, n°4, (1991), 195 - 208.
134. Lepetit, J., « Role des tissus conjonctifs dans le déterminisme de la tendreté de la viande », 10^{èmes} JSMT, (octobre 2004), Rennes (France), 15-23.
135. Sifre-Maunier, L., Taylor, R.G., Berge, P. et Bonny, J.M., « Caractérisation de l'organisation du tissu conjonctif intramusculaire de la viande bovine par analyse d'images », 10^{èmes} JSMT, Rennes (France), (Octobre 2004), 69-70.

136. Larick, D.K. and Turner, B.E., «Flavor characteristics of forage- and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences », J. Food Sci., n°55, (1990), 312-317.
137. Wood, J.D. et Enser, M., « Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality », Br. J. Nutr., n°78, (1997), 549-560.
138. Jurie, C., Ortigues-Marty, I., Micol, D., Cassar-Malek, I., Dozias, D., Picard, B. et Hocquette JF., « Effets respectifs de la nature de l'alimentation et de la mobilité sur le potentiel métabolique des muscles de boeufs charolais », 10^{èmes} JSVMT, RENNES (France), (octobre.2004), 71-72.
139. Minet, V., Van Eenaeme, C., Raskin, P., Dufrasne, I., Clinquar, T. A., Hornick, J.L., Diez M., Maypmbo, P., Baldwin, P., Bienfait, J.M. et Istasse, L., « Stratégies d'engraissement du taurillon Blanc Bleu Belge culard. Performances, qualité des carcasses et de la viande, approche métabolique et bilan économique », Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture - Administration Recherche et Développement (DG6): Bruxelles, (1996), 124 p.
140. Young, O.A. and Gregory, N.G., 2001. « Carcass processing: factors affecting quality. Meat science and applications », Marcel Dekker Inc, (2001).
141. Ferrah, A., « Aides publiques et developpement de l'élevage en Algérie : contribution a une analyse d'impact (2000-2005) », [Cabinet Gredaal.com](http://CabinetGredaal.com).
142. Blanchet T et Gotman D., « L'enquête et ses méthodes », L'entretien Nathan Université, (2001), 84 p.
143. Marmet, R., « La connaissance du bétail : Les bovins », Edition technique et documentation-lavoisier édition, Tome 1, (1983), 187 p.
144. Nahimana, V., « Stratégies de calcul de rationnement des bovins au Burundi. », Memoire de DES en gestion animale en milieu tropical, faculté de médecine vétérinaire, université de liege, (2000), 58p.
145. Kerbaa, F., « Guide de la valeur alimentaire des fourrages cultivés en Algérie », Ministère de l'agriculture et de la révolution agraire, (1980), 8 p.
146. Demarquilly, C., Faverdin, P., Geay, Y., Vérité, R. et Vermorel, M., « Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants. » INRA Prod.. Anim., hors série, (1996), 71-80.
147. Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M.M., Jussiau, R., Lisberney, M.j., Mangeol, B. and Montméas L., Tarrit A., «Nutrition et alimentation des animaux d'élevage », Educagri édition, (2004), Tome 1: 270 p ; Tome 231 p.

148. Sheath, G.W., Coulon, J.B. et Young, O.A., «Grassland management and animal product quality», Proc. XIX International Grassland Congress, SAO PAULO (Brazil), (2000), 1019-1026.
149. Giger-Reverdin, S., Aufrere, J., Sauvant, D., Demarquilly, C., Vermorel, M. et Pochet, S., « Préviation de la valeur énergétique des aliments composés pour les ruminants », INRA Prod. Anim., V.3, n°3, (1990), 181-188.
150. Schiemann et al. (1971) cité par Sauvant et al. (1987).
151. Sauvant, D., Aufrere, J., Michalet-Doreau, B., Giger, S. et Chapoutot, P., « Valeur nutritive des aliments concentrés simples: Tables et prévision », Bulletin Technique du CRZV Theix, INRA, n°70, (1987), 75-89.
152. Demarquilly, C., Andrieu, J. et Sauvant, D., « Composition et valeur nutritive des aliments. In: Alimentation des Ruminants », INRA. édition, Paris, (1978), 469-518.
153. Andrieu, J., et Demarquilly, C., « Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision », Bulletin Technique du Centre de Recherche Zootechnique et Vétérinaire, INRA Prod. Anim., n°70, (1987), 61-73.
154. Baumont, R., Champciaux, P., Agabriel, J., Andrieu., Aufrère, J., Michalet-Doreau, B. et Demarquilly, C., « Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants : PrévAlim pour INRAtion », INRA Prod. Anim., n°12, (1999), 183-194.
155. Aufrère, J., Graviou, D., Demarquilly, C., Vérité, R., Michalet-Doreau, B. et Chapoutot, P. « Aliments concentrés pour ruminants : prévision de la valeur azotée PDI à partir d'une méthode enzymatique standardisée. », INRA Production Animale, 2, (1989), pp 249-254.
156. Abdelguerfi, A. et Laouar, M., « Espèces fourragères et pastorales, leurs utilisations au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) », Editions FAO, (2002), 136p.
157. Cherfaoui, M L., Mekersi, S., et Amroun, M., Le programme national de réhabilitation de la production laitière: Objectifs visés, contenu, dispositif de mise en œuvre et impacts obtenus », (2003). http://www.gredaal.com/ddurable/agricolevage/obselevages/lait_vrouges/lait/Aidespublique slait.pdf
158. Kadi, S A., Djellal, F. et Berchiche. M., « Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie », Livestock Research for Rural Development, V.19, (2007). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/4/kadi19051.htm>
159. Muller, A., Micol, D., Peccatte, J.R., et Dozias, D., « Choix de l'âge à la castration en production de viande bovine semi-intensive », INRA Prod. Anim., V. 4, n° 4, (1991), 287-295.
160. Oury, M.P., Jurie, C., Barboiron, C., Dumont, R., Micol, D. et Picard, B., « Influence de l'âge à la castration sur les caractéristiques musculaires de jeunes bœufs Charolais de 2 ans », Renc. Rech. Ruminants, 9, (2002), p 267. http://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2002_qualite_viande_08_Oury-2.pdf

161. Kayouli, C., Djemali, M. et Belhadj, M., « Situation de la production laitière bovine intensive en Tunisie », Options Méditerranéennes - Série Séminaires, n°6, (1989), 97-100. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a06/CI000471.pdf>
162. De Campeneere, S., Fiems, L.O., et De Branbender, D.L., « Influence de la fibrosité de la ration chez les taureaux de type à viande lors de la période d'engraissement », Renc.Rech.Ruminants, n°9, (2002), 307.
163. Abbas, K. et Madani, T., « Place des systèmes de production animale en zone semi-aride algérienne : transformation et tendances de la régions de Sétif », Renc.Rech.Ruminants, 12, (2005), 208. http://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2005_systemes_12_abbas.pdf
164. Peyraud, J.L. et Apper-Bossard, E., « L'acidose latente chez la vache laitière », INRA Prod. Anim., V. 19, n°2, (2006), 79-92.
165. Baset, M. A., Rahman, M. M., Islam, M. S., Das, G. B. and Ara, A. «Beef Cattle Production in Bangladesh - A Review», Journal of Biological Sciences, V.2, n°6, (2002), 429-435.
166. Korchi, M. « Etude des différentes techniques d'incorporation de l'urée dans les aliments de jeunes bovins », Thèse Ing., INA, El Harrach, (1979).
167. Mehani, R., « Utilisations de deux sources d'azote non protéique (urée, fientes de volaille) en complément d'une source d'énergie (pulpes de betterave) dans l'alimentation de jeunes bovins à l'engrais », Thèse Ing., INA, El Harrach, (1981).
168. Mike, B., « Beef cattle comments », (2005).www.ansci.cornell.edu/beef/
169. Kentzel, M. et Devun, J., « Dépendance et autonomie protéique des exploitations bovins viande », Renc. Rech. Ruminants, n°11, (2004), 11.
170. Houmani, M., « Situation alimentaire du bétail en Algérie », INRAA, n° 4, (1999), 35-45.
171. Mandiki, S.N.M., Bister, J.L., Derycke, G., Mabon, N., Wathelet, J.P., Marlier, M. et Paquay, R., « Potentialités du tourteau de colza pour l'engraissement des ruminants : performances zootechniques, sécrétions hormonales et devenir des substances antinutritionnelles », Renc.Rech.Ruminants, n°6, (1999), 152-154.
172. Abdelguerfi, A., « Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie », Céréaliculture, ITGC, n°6, (1987), 1-5.
173. Demarquilly C et Andrieu J., « Fourrages et Aliments concentrés. Production et valeur alimentaire pour les ruminants », La Revue de l'Elevage, n° 48, (1970), 85-98.
174. Lienard, G., Lherm, M., Pizaine, M.C., Le Marechal, J.Y., Boussange, B. et Belard J.F., « Adaptation des élevages de bovins allaitants. Références sur 10 ans (1989-1999) d'un groupe d'éleveurs du Limousin », INRA, Prod. Anim., V.15, (2002), 273-291.

175. Hall, M.B., «Using feed efficiency as a ration evaluation and nutriment management tool», *Advances in dairy technology*, V.16, (2004), 29- 36. <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2004/Manuscripts/29H1970all.pdf>

**Je dédie ce travail à mes parents et ma famille, avec beaucoup
d'affection.**