



**Université d'État d'Haïti
(UEH)**

**Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
(FAMV)**

**Département de Production Animale
(DPDA)**

**Essai de valorisation des résidus de la culture du bananier dans
l'alimentation de chevrettes en stabulation dans la Plaine du Cul-de-Sac :
Influence de la cuisson**

MEMOIRE

Présenté par **JOLY** Jean-Claude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome

Option : Production Animale

Conseillers scientifiques :

Audalbert **BIEN-AIMÉ**, PhD. & Marie Lesly **FONTIN**, Ing. -Agr.

Décembre 2017

**Essai de valorisation des résidus de la culture du bananier dans
l'alimentation de chevrettes en stabulation dans la Plaine du Cul-de-Sac :
Influence de la cuisson**

Ce mémoire intitulé :

<p style="text-align: center;">Essai de valorisation des résidus de la culture du bananier dans l'alimentation de chevrettes en stabulation dans la Plaine du Cul-de-Sac : Influence de la cuisson</p>

a été approuvé par le jury composé de :

	Signature	Date
Roger Rosen JASMIN/...../.....
Président du jury		
Ronelson STINFIL/...../.....
Membre du jury		
Audalbert BIEN-AIMÉE/...../.....
Membre du jury, Conseiller scientifique		

DÉDICACES

Ce travail est dédié à :

- ✓ Emmanuel JOLY, mon père ;

- ✓ Darline, Emmanuelle, Manelie, Clauvins, Manuel, Marie-Flaure, Jean-Bénis JOLY, mes sœurs et frères ;

- ✓ Elna ANTOINE, mon épouse ;

- ✓ Révérend Kesnel JOSEPH, mon père spirituel ;

- ✓ Ermilien ROMAIN, mon voisin et ami.

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche ne serait possible sans l'appui et la forte collaboration de plus d'un. En ce sens, je tiens à manifester ma plus profonde gratitude, tout d'abord à Dieu, de m'avoir aidé tout au long de ma vie, de me permettre d'achever mon cycle d'études à la FAMV et conduire à terme aussi ce travail. Ensuite, je lance mes sincères remerciements à :

- ✓ Mes inlassables, impeccables et distingués conseillers scientifiques : Audalbert BIEN-AIMÉ, PhD et Marie Lesly FONTIN, Ing.-Agr, pour leur encadrement et leur assistance combien louables apportés pour la pleine exécution de ce travail ;
- ✓ L'IICA, pour sa contribution financière ;
- ✓ Mes distingués professeurs de la FAMV, particulièrement : Jean Fénel FELIX, Harold CORANTIN, Jacques BLAISE, pour leurs supports techniques et en matériel de laboratoire ;
- ✓ Tous les techniciens du laboratoire de chimie de la FAMV : Jean-Robert PIERRE, Marie Régine PAUYO, Yvelyne THÈNE, Darcise ODIN ;
- ✓ Franckil FRANCOIS l'animalier, pour son courage ;
- ✓ Tous mes camarades de la promotion Jean-Arsène CONSTANT (2008-2013) pour leurs encouragements, spécialement : Enaud JEAN-PIERRE, Wenky VOLNÉ, Pythagore Jean Fecu LAGUERRE, Carl Joseph GUERRIER et Josué ST-FORT ;
- ✓ Tous ceux et toutes celles qui ont contribué d'une manière ou d'une autre pour la pleine réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ

Ce travail sur la valorisation des résidus de bananiers a été réalisé dans le but d'étudier l'effet de la cuisson sur l'ingestion et la croissance des chevrettes. Un dispositif en carré latin a été utilisé avec 12 chevrettes, réparties en 3 lots. Elles ont été alimentées par trois régimes ; un régime A, à base de feuilles de bananiers bouillies, un régime B, à base de feuilles de bananiers crues et un régime C, à base de stipes de bananiers bouillis et d'herbe Yagidi (*Shorgum halepense*), tous complétés par un concentré à 30 % de PB environ afin de les porter à 16% de PB, les stipes crues n'ont pas été utilisés dans l'expérimentation, en raison du fait d'autres études ont montré que leur ingestion était très faible. La quantité de matière sèche ingérée a été mesurée, le gain moyen quotidien a été calculé et la quantité de fumier produite a été estimée. Les chevrettes ont été élevées en stabulation, ce qui a permis d'observer leur comportement social tout au long de l'expérience. D'un autre côté, l'analyse de la composition chimique de la variété du bananier « *miske bwa blan* » a été réalisée au laboratoire de chimie de la FAMV.

Selon les résultats de l'analyse chimique obtenus pour la variété ' *miske bwa blan* ', la teneur en matière sèche est beaucoup plus élevée pour le limbe (21.97%), mais plus faible pour la nervure, le faux-tronc (stipe) et le rhizome (9.71 %, 4.98% et 4.89%) respectivement. Les teneurs en protéine brute sont de 12.76%, 2.54%, 3.11 % et 6.42% de manière respective pour le limbe, la nervure, le stipe et le rhizome. La teneur en matière minérale en % de la MS obtenue est de 13.22% pour le limbe et 14.22% pour la nervure ; par contre, elle est de 19.53% pour le stipe et 23.60% pour le rhizome. Les teneurs en cellulose brute en % de la MS sont de 22.33%, 42.61%, 32.51%, 15.61% respectivement pour le limbe, la nervure, le stipe et le rhizome. Celles de la matière grasse sont très faible, soit 0.073% pour le limbe, 0.0006% pour la nervure, 0.0015% pour le stipe et 0.0003% pour le rhizome, toujours en % de la matière sèche.

Pour les quantités de matière sèche de résidus ingérées, l'analyse de variance au seuil de ($P < 0.05$), a montré qu'il n'y a pas eu des différences significatives entre feuilles crues et bouillies, respectivement (537.7 ± 139.10 g/j, 449.67 ± 7.48 g/j), tandis que pour les stipes bouillis (31.43 ± 1.57 g/j), l'analyse montre que la quantité ingérée est significativement différente par rapport aux deux autres.

Le gain moyen quotidien généré est de 38.33 ± 3.11 g/j pour le régime à base de feuilles crues, -2.86 ± 10.73 g/j pour le régime à base de feuilles bouillies et -13.57 ± 9.9 g/j pour celui à base de stipes bouillis et d'herbe. Les analyses statistiques ont révélé des différences significatives entre les régimes comparés entre eux en termes de gain moyen quotidien produit.

La quantité de fumier produite en moyenne par tête au cours de l'expérimentation a été de 39.5 kg pour le lot1, 42.7 kg pour le lot2 et 48.8 kg pour le lot3, soit une moyenne de 43.6 kg.

Au cours de l'expérimentation, les aliments distribués ont été consommés différemment par les chevrettes. Le niveau d'ingestion des feuilles crues a été légèrement plus élevé que les feuilles bouillies, et celui des stipes bouillis, moins élevé par rapport aux deux autres avec un refus de l'ordre 90%. Une consommation totale a été observée pour le concentré distribué. Des cas de diarrhée ont été enregistrés au cours de la période d'adaptation dû à l'agent *Coccidia sp.* Pour y remédier on a utilisé le sulfamido-thérapie, puis procédé au nettoyage et désinfection à fond du local.

TABLES DE MATIÈRES

DÉDICACES	iii
REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ.....	v
TABLES DE MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
I. Introduction	1
1.1. Problématique	1
1.2. Objectifs.....	2
1.2.1. Objectif général.....	2
1.2.2. Objectifs spécifiques	2
1.3. Hypothèse de travail	3
1.4 Limites de l'étude	3
II.- Revue de littérature	4
2.1. Importance de l'élevage caprin.....	4
2.2. Caractéristiques de l'élevage caprin en Haïti	5
2.3. Comportement alimentaire des caprins	5
2.3.1. Capacité d'ingestion.....	5
2.4. Alimentation des chèvres en stabulation	8
2.4.1. Besoins alimentaires des caprins.....	8
2.5. Digestion chez les ruminants.	10
2.5.1. Comminution ou mastication des aliments	11
2.5.2. Durée de rumination.....	11
2.5.3. Salivation	11

2.5.4. Digestion microbienne	12
2.5.5. Temps de séjour des digesta dans le tube digestif	12
2.5.6. Recyclages	13
2.6. Composition nutritionnelle des résidus de bananiers	13
2.7. Effets des traitements thermiques des aliments sur la digestion chez les animaux	15
2.8. Utilisation des résidus de bananiers dans l'alimentation des caprins	17
III. Méthodologie.....	17
3.1. Cadre Physique de l'étude	17
3.1.1. Climat.....	17
3.1.1.1. La température	18
3.1.1.2.-La pluviométrie	18
3.1.1.3 L'humidité et vent.....	18
3.1.2. Durée de l'étude.....	19
3.2. Matériels	19
3.2.1- Les animaux.....	19
3.2.2- Description du bâtiment d'élevage	20
3.2.3-Les aliments.....	20
3.3. Méthodes.....	22
3.3.1-Le traitement des résidus de bananiers	22
3.3.2- Constitution des lots	22
3.3.3-Répartition des lots à l'intérieur des bâtiments.....	23
3.4. Le Schéma expérimental.....	24
3.5. La conduite des animaux	24
3.5.1. Conduite alimentaire	24
3.5.2 Conduite sanitaire	25
3.6. Les mesures, calculs et analyses	25
3.6.1. La pesée des animaux	25
3.6.2. La pesée des aliments et refus.....	25
3.6.3. La quantité de fumier produite.....	26

3.6.4. L'analyse chimique des résidus de bananier.....	26
3.6.5. Les calculs.....	26
3.7. Les observations	27
3.8. Les traitements et analyses statistiques.....	27
IV. Résultats et discussion.....	28
4.1 Composition chimique des résidus de récolte du bananier, variété « miske bwa blan »	28
4.2. Quantité de matière sèche ingérée	29
4.2.1 Quantité de matière sèche de résidus ingérée pendant la phase expérimentale	29
4.2.2 Quantité d'énergie ingérée par régime.....	30
4.2.3 Quantité de matière sèche de résidus ingérée par période	31
4.2.4 Quantité totale de matière sèche ingérée en g/j par lot	31
4.3 Gain moyen quotidien des chevrettes	32
4.3.1 Gain moyen quotidien des chevrettes pendant la phase expérimentale	32
4.3.2. Mesure de l'efficience Alimentaire.....	33
4.3.3 Gain de poids généré par lot	33
4.3.4 Gain de poids par période	34
4.4. Quantité de fumier produite.....	34
4.5 Comportement alimentaire des chevrettes	34
4.6 Etat sanitaire et comportement social des chevrettes	35
V. Conclusion et recommandations.....	36
VI. Références bibliographiques.....	38
ANNEXES.....	43

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ANOVA	: Analysis Of Variance
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
CB	: Cellulose Brute
CNSA	: Coordination Nationale pour la Sécurité Alimentaire
DCL	: Dispositif en Carré Latin
EB	: Energie Brute
EBI	: Energie Brute Ingérée
EM	: Energie Métabolisable
EMI	: Energie Métabolisable Ingérée
FAMV	: Faculté d’Agronomie et de Médecine Vétérinaire
FB	: Feuille Bouillie
FC	: Feuille Crue
GMQ	: Gain Moyen Quotidien
GRET	: Groupe de Recherches et d’Echanges Technologiques
IICA	: Institut Interaméricain de coopération pour l’Agriculture
INRA	: Institut National de Recherche Agricole
MAD	: Matières Azotées Digestibles
MARNDR	: Ministère de l’Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural

MFE	: Mémoire de Fin d'Etudes
MM	: Matière Minérale
MS	: Matière Sèche
MSVI	: Matière Sèche Volontairement Ingérée
MV	: Matière Verte
ONG	: Organisation Non Gouvernemental
PB	: Protéine Brute
PIB	: Produit Intérieur Brut
PV	: Poids Vif
SB+H	: Stipe Bouilli et Herbe
SMN	: Service Météorologique National

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Effectif du cheptel caprin dans certains pays	4
Tableau 2. Besoins d'entretien des chèvres indigènes (locales) en éléments nutritifs par rapport au poids vif	9
Tableau 3. Besoins d'entretien et de croissance des chèvres indigènes (locales) en éléments nutritifs par rapport au poids vif.....	9
Tableau 4. Composition chimique des sous-produits de la culture de la banane	15
Tableau 5. Températures moyennes mensuelles de la plaine du cul-de-sac (1992-2014)	18
Tableau 6. Pluviométrie moyenne mensuelle de la plaine du cul-de-sac (1992-2014).....	18
Tableau 7. Hygrométrie de la plaine du cul-de-sac (1992-2014).....	18
Tableau 8. Croquis de la durée de l'étude.....	19
Tableau 9. Formulation et Composition chimique théorique de l'aliment concentré utilisé ...	21
Tableau 10. Formulation des régimes en pourcentage	21
Tableau 11. Composition chimique théorique des régimes	22
Tableau 12. Poids moyen des lots avant les mesures	23
Tableau 13. Dispositif expérimental utilisé.....	24
Tableau 14. Composition chimique du limbe, de la nervure, du stipe et du rhizome de bananiers "miske bwa blan" à maturité de récolte.....	29
Tableau 15. Quantité de matière sèche en g/j ingérée pendant la phase expérimentale.....	30
Tableau 16. Quantité d'énergie ingérée en moyenne par régime et par période.....	31
Tableau 17. Quantité de matière sèche de résidus ingérée en g/j par période.....	31
Tableau 18. Quantité totale de matière ingérée par lot.....	32
Tableau 19. Le gain moyen quotidien en g/j généré par les régimes pendant la phase expérimentale	33
Tableau 20. Efficience Alimentaire des différents régimes	33
Tableau 21. Gain de poids généré par lot.....	33
Tableau 22. Gain de poids par période.....	34
Tableau 23. Quantité de fumier produite.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma du râtelier utilisé pour la distribution des fourrages.....	20
Figure 2. Schéma de la distribution des lots dans le bâtiment expérimental.....	23

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1. Composition chimiques théoriques des différents regimes
- Annexe 2. Interventions et opérations sanitaires effectuées au cours de l'expérience
- Annexe 3. Utilisation des résidus de bananiers dans l'alimentation des caprins
- Annexe 4. Teneur en matière sèche des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 5. Teneur en cendre des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 6. Teneur en protéine des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 7. Teneur en cellulose brute des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 8. Teneur en matière grasse des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 9. Teneur en Calcium des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 10. Teneur en Phosphore des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »
- Annexe 11. Fiche de collecte de données sur la matière sèche offerte
- Annexe 12. Fiche de collecte de données sur la matière sèche refusée
- Annexe 13. Fiche de collecte de données sur la consommation des chevrettes
- Annexe 14. Fiche de collecte de données sur le poids des chevrettes
- Annexe 15. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la première période de mesure
- Annexe 16. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la première période de mesure
- Annexe 17. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la deuxième période de mesure
- Annexe 18. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la deuxième période de mesure
- Annexe 19. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la troisième période de mesure
- Annexe 20. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la troisième période de mesure
- Annexe 21. Pesée des chevrettes
- Annexe 22. Figure 3. Photo des chevrettes en train de manger
- Annexe 23. Figure 4. Photo pesée des refus
- Annexe 24. Figure 5. Photo des échantillons de résidus offert et refus en Etuve pour MS
- Annexe 25. Figure 6. Photo de l'analyse de Cellulose Brute
- Annexe 26. Figure 7. Photo de la pesée des chevrettes
- Annexe 27. Mode opératoire de l'analyse de la Matière Grasse

I. Introduction

1.1. Problématique

L'alimentation est l'un des principaux éléments fondamentaux dans la production des animaux d'élevage. Cependant, en Haïti elle reste un facteur limitant, ce qui fait qu'on assiste souvent à une faible disponibilité en aliments de qualité, des aliments ayant des valeurs nutritionnelles nécessaires pouvant répondre aux besoins des animaux (MARNDR, 2001). Ceci occasionne donc un retard du développement des animaux d'élevage dans le pays, que ce soit en matière de production ou de reproduction. L'élevage des herbivores reste à la merci de la pluviométrie qui change d'une période à l'autre. Ainsi, durant la saison pluvieuse, les animaux profitent des pousses et des repousses des fourrages, arbres fruitiers et forestiers, tandis qu'en périodes de sécheresse, on se sert surtout des résidus de cultures pour les nourrir. De ce fait, une opportunité à explorer consisterait à les nourrir au départ des résidus de bananiers.

En Haïti, la culture de banane est très répandue. Après le maïs, le riz et la canne-à-sucre, la banane occupe une place prépondérante dans l'agriculture en Haïti (IICA, 2012). Elle est cultivée surtout dans les zones de plaine irriguée (Plaine du cul-de Sac, Arcahaie, etc.), en monoculture ou culture associée. Sa récolte étant étalée dans le temps, les principaux résidus consommables par les herbivores après récolte du régime, les feuilles et le faux-tronc, sont disponibles toute l'année. Les valeurs nutritionnelles des résidus du bananier telles rapportées par Archimède (2011), ont montré que les résidus du bananier sont d'une importance cruciale en termes de biomasse et de produit sec. Ainsi, la production totale moyenne d'un hectare de banane est estimée à environ 188 tonnes de matière verte (Feuilles, Fruits, Hampe, Stipes), dont ce qui équivaut à environ 27 tonnes de produit sec par année (Archimède 2011). Ceci nous permet d'avancer qu'il existe certainement une abondance de ces résidus dans le pays.

Ces résidus malgré leurs abondances, sont peu valorisés dans les exploitations agricoles. Une certaine quantité, surtout les stipes, est distribuée aux bovins alors qu'ils pourraient être tout aussi bien valorisés par les caprins dont les principes d'alimentation sont identiques aux

bovins. De nombreuses études ont été réalisées en utilisant les résidus de banane dans l'alimentation des caprins (Mathieu *et al*, 2013 ; Joseph, 2013 ; Jean-Pierre, 2015), les résultats obtenus ont révélé que ces résidus avaient une faible ingestion qui serait due à leur teneur en tanins et lignines.

L'un des traitements utilisés pour améliorer la digestion des aliments, et par conséquent l'ingestion, est donc la cuisson en raison du fait que certains aliments sont parfois riches en éléments pouvant limiter leur ingestion. La cuisson change l'aspect, la couleur, l'odeur, le goût et la texture des aliments, ainsi que leur teneur en nutriments essentiels. Elle casse les protéines en petits fragments, mais n'altère rien en leur valeur nutritionnelle, toutefois certains éléments se dégradent à une température supérieure à 100 °C (Vidal,2009). Etant donné que plusieurs études notamment celle de Mathieu *et al.*, (2013) ont montré la présence de certains éléments indésirables dans les résidus de bananier. Alors, il est envisageable qu'avec un prétraitement de ces résidus par la cuisson, ils pourraient être mieux valorisés par ces animaux ce qui augmenterait leur niveau de consommation, réduisant ainsi l'effet indésirable des lignines et tanins sur leur ingestion. En ce sens, ce travail se propose donc d'étudier l'effet de la cuisson des stipes et des feuilles de bananier sur l'ingestion et la croissance des chevrettes en stabulation.

1.2. Objectifs

1.2.1. Objectif général

Cette étude vise à évaluer l'effet de la cuisson des résidus du bananier sur l'ingestion et la croissance des chevrettes en stabulation.

1.2.2. Objectifs spécifiques

Spécifiquement ce travail vise les objectifs suivants :

- Déterminer la composition chimique des résidus du bananier « miske bwa blan » ;
- Evaluer l'ingestion et le GMQ des chevrettes alimentées avec des régimes contenant des feuilles de bananiers bouillies ;
- Evaluer l'ingestion et le GMQ des chevrettes alimentées avec des régimes contenant des stipes de bananiers cuits ;

- Evaluer l'ingestion et le GMQ des chevrettes alimentées avec des régimes contenant des feuilles de bananiers crues ;
- Comparer l'ingestion et le GMQ des chevrettes alimentées avec des régimes contenant des feuilles de bananiers crues avec ceux des chevrettes alimentées avec des feuilles et stipes cuits ;
- Analyser et comparer le comportement alimentaire et social des chevrettes ;
- Mesurer la quantité de fumier produite.

1.3. Hypothèse de travail

La cuisson des résidus du bananier permettra une meilleure ingestion, et par conséquent une meilleure croissance des chevrettes.

1.4 Limites de l'étude

Durant cette étude, l'analyse de la composition chimique a été effectuée uniquement sur les résidus de bananier de variété « Miske bwa blan » non traités à la chaleur, tandis qu'au moment de la distribution de ces résidus, le type de variété n'a pas été prise en compte.

II.- Revue de littérature

2.1. Importance de l'élevage caprin

L'importance de l'élevage des chèvres s'explique par les nombreuses fonctions qu'il remplit. Les chèvres jouent un rôle important dans les systèmes de production alimentaire des pays en voie de développement, ainsi l'importance de l'élevage des caprins peut être appréciée sous trois aspects :

➤ Aspects numériques

Cet élevage occupe une grande place dans les pays en voie de développement, et Haïti possède de loin la population caprine la plus élevée de la caraïbe (MARNDR, 2011) (Tableau 1).

Tableau 1. Effectif du cheptel caprin dans certains pays

Pays	Quantité / année				
	2010	2011	2012	2013	2014
Haïti	1,910,000	1,910,000	1,950,000	1,950,000	1,975,000
Canada	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Chili	667,052	600,000	530,000	461,645	450,000
Cuba	938,100	844,300	651,000	625,600	608,709
USA	3,038,000	2,996,000	2,703,000	2,632,000	2,611,000
Jamaïque	490,000	500,000	520,000	520,000	520,000
République. Dominicaine	225,000	230,000	232,000	235,000	236,000

Source : (FAOSTAT, 2016)

➤ Aspect économique

Sur le plan économique, l'élevage caprin représente un atout financier majeur. Au sein des exploitations agricoles haïtiennes, ces animaux constituent une véritable épargne sur pied qui permet de répondre à des besoins pressants tels que : achats de matériels scolaires, paiement des frais de scolarité, achats d'outils, de vêtements, etc. (GRET, 1990). Dans certaines régions du pays (Plateau Central), grâce à l'intervention de certaines ONG, cet élevage est très abondant. Du coup, il produit de la viande et du lait qui parfois constituent un petit commerce pour l'éleveur afin de répondre à certains besoins quotidiens.

➤ Aspect socio-culturel

En milieu rural Haïtien, l'élevage des chèvres a aussi un aspect socio-culturel, car les exploitants utilisent ces animaux pour faire des rituels (service de loas) dans le but d'offrir des sacrifices, et parfois comme échanges de cadeaux pour réconcilier deux familles (Occé, 2009).

2.2. Caractéristiques de l'élevage caprin en Haïti

La race créole élevée en Haïti est douée d'une grande souplesse d'adaptation à des conditions extrêmes. Les caprins de race créole s'adaptent aux contraintes majeures liées à l'élevage en milieu tropical, tant sur le plan alimentaire que pathologique (DÉJEAN, Cours magistral d'élevage des petits ruminants, FAMV 2013). Les animaux de cette race valorisent mieux les fourrages qui sont très variables en qualités et en quantités, et sont résistants aux parasites externes et internes (Agrodok7, 2004). L'élevage caprin en Haïti est caractérisé par une faible performance zootechnique, et surtout une performance de croissance vraiment négligeable. Le nombre de petits par mise bas est de 1 à 2 parfois 3, le nombre de portée par an est inférieur à 2 ((WINROCK International, 1984, cité par GASPARD, 1986).). Un mâle adulte de 23.5 kg a une hauteur au garrot de 50.7 cm, et une femelle de 21 kg pèse 49.6 cm au garrot (Naves *et al.*, 2001). -

2.3. Comportement alimentaire des caprins

Le comportement alimentaire de la chèvre présente les caractéristiques communes à tous les ruminants mais, chez les caprins, elles sont plus intensifiées. C'est surtout la manière dont ils choisissent ce qu'ils ingèrent qui caractérise le comportement alimentaire des caprins. Comparativement au mouton, la chèvre pour un même niveau d'ingestion, consacre plus de temps pour ingérer sa nourriture, cela dépend aussi de la valeur d'encombrement de l'aliment à ingérer, donc à cause de la trie des aliments distribués, l'animal passe plus de temps en ingérant sa nourriture (INRA, 1980). De plus les caprins n'aiment pas manger des aliments ayant une forte quantité d'eau (plus que 90%).

2.3.1. Capacité d'ingestion

Naturellement, les caprins ont une capacité d'ingestion élevée de quelques centaines de grammes par 100 kg de poids vif et par jour. En effet, la quantité de matière sèche ingérée par les chevrettes s'élève rapidement pour atteindre 1 kg au milieu du 4^e mois pour atteindre

1.3 kg à la fin du 7^e mois (Fehr et Duborgel, 1974 repris par Jarrige, 1980). Cependant, le poids et l'âge, le niveau de production, l'individu et son état de santé influent sur la quantité ingérée (Rivière, 1978).

➤ **Facteur intrinsèque**

-L'animal :

La capacité du rumen et l'activité des micro-organismes dont dépendent la digestibilité et la vitesse de transit des aliments conditionnent l'appétit d'un ruminant. Le niveau d'ingestion dépend de la composition des aliments et l'âge des plantes. Ainsi, l'âge des végétaux influe sur la teneur des glucides membranaires, ce qui explique que, plus les plantes vieillissent, plus les membranes résistent à l'attaque microbienne.

Par ailleurs, l'activité de la flore microbienne dépend de la proportion et de la nature des constituants du contenu cellulaire et en particulier du taux de constituants azotés qui diminue avec l'âge. La faible teneur en azote des fourrages ne permet pas une prolifération suffisante des bactéries du rumen d'où une diminution de la digestibilité et un encombrement du rumen par des substances non digérées. Il ne faut pas oublier pour autant l'exceptionnelle capacité des caprins en particulier à utiliser la cellulose qui, en Afrique tropical, pendant une grande partie, constitue l'essentiel du disponible végétal, ce qui fait des petits ruminants des espèces privilégiées pour l'utilisation des maigres pâtures de saison sèche.

Le poids et l'âge : Chez les bovins, la capacité d'ingestion, pour un même aliment (en kg de M.S. /kg de poids), diminue avec l'âge et avec le poids vif de l'animal, alors que chez les moutons, la variation n'est pas sensible. Chez les caprins, la capacité d'ingestion est de 1,6 à 6,8 Kg MS/100 Kg P.V. (SAUVANT et MORAND – FEHR, 1980).

- **Le niveau de production :** la capacité d'ingestion est deux fois plus élevée par rapport à l'entretien, chez la brebis ou la chèvre en lactation ;
- **L'individu :** des variations très importantes entre individus, peuvent résulter de différences de temps consacré à manger, de préférences alimentaires, mais également de facteurs génétiques ;

- **L'état sanitaire** : Normalement l'appétit diminue généralement chez les animaux qui présentent des troubles pathologiques.

➤ **Facteur extrinsèque :**

- **L'environnement**

En régions tropicales, le climat agit de plusieurs façons indirectes sous diverses formes. Par fortes chaleurs, les animaux ont tendance à rechercher l'ombrage des arbres et pâturent peu pendant les heures chaudes. Les animaux qui, le soir, sont ramenés au village et enfermés dans des enclos, ne disposent pas d'un temps de pâtures suffisant et ingèrent donc des quantités relativement faibles de fourrages. Par ailleurs, en saison sèche, le pâturage se raréfie et l'animal, obligé de se déplacer pour chercher sa nourriture n'a pas toujours le temps de consommer des quantités de matière sèche suffisantes. Enfin, les longues marches imposées par la rareté des points d'eau fatiguent les animaux et réduisent le temps de pâture.

- **Autres facteurs**

Nombreux autres facteurs peuvent faire varier la capacité d'ingestion de petits ruminants en particulier les caprins :

- Les modalités de distribution et le rythme des repas;
- Les changements des régimes;
- Les traitements subis par les aliments : broyage, agglomération des aliments ;
- La récolte et la conservation des fourrages plus ou moins bien faites (foins, ensilages) ;
- Les altérations des aliments : rancissement, moisissures ;
- La souillure des pâturages par les déjections;
- L'ajout de certaines substances qui modifient le goût (sel, mélasse) ou l'odeur et stimulent l'appétit chez l'animal (Rivière, 1978)).

2.4. Alimentation des chèvres en stabulation

Elever des chèvres en stabulation présuppose de savoir comment les nourrir. En agriculture classique, on préconise couramment des normes alimentaires riches en énergie, en éléments azotés, en sels minéraux, en vitamines, etc. Pour des raisons purement économiques, il n'est pas nécessaire d'importer ces éléments. La voie qui mérite d'être suivie doit être simple et basée sur des expériences locales. En ce sens, des moyens locaux doivent être trouvés afin de nourrir les chèvres à l'aide de fourrages naturels (Agrodok7,2004).

En effet, du point de vue alimentaire, il est connu que les chèvres ne sont pas exigeantes. Elles se nourrissent d'une très grande variété d'herbes, d'arbustes, d'écorces des arbres, des déchets de plantes céréalières et légumineuses, des souches de bananeraies etc. Comparativement aux autres animaux domestiques par exemple les vaches pour lesquelles le choix des fourrages est limité à certaines espèces, les chèvres posent vraiment très peu de problèmes alimentaires. De ce fait, si l'on sait bien entretenir une prairie naturelle et y répartir les chèvres au bon moment, il n'a pas de risque de surpâturage. La prairie devra plutôt s'améliorer. De même, en lieu et place des pratiques d'écobuage, si l'on fauche régulièrement la prairie et qu'on utilise une partie des herbes à l'alimentation des chèvres en stabulation, cette même prairie devra de plus en plus fournir de meilleurs fourrages. Selon ces procédés, il est possible d'élever aisément des chèvres en stabulation. Toutefois, il faut aussi compléter ces rations de fourrage naturel en y ajoutant, au besoin, une portion de fourrage artificiel (Jansen et al., 2004).

2.4.1. Besoins alimentaires des caprins

Les besoins alimentaires des caprins se répartissent en : les besoins d'entretien, croissance, reproduction, lactation, en eau, en vitamines et en oligo-éléments (INRA, 2007).

✓ Les besoins d'entretien

Dans le cas où les caprins pâturent sans grands déplacements, les besoins d'entretien en énergie, matières azotées digestibles, calcium et phosphore se trouvent dans le tableau 2.

Tableau 2. Besoins d'entretien des chèvres indigènes (locales) en éléments nutritifs par rapport au poids vif

Poids vif (kg)	Énergie Brute (Mcal/Kg MS)	Énergie Métabolisable (Mcal /j)	Quantité ingérée (Kg MS/j)	M.A.D (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)
10	1.91	0.71	0.40	18	1.1	0.7
15	1.91	0.96	0.54	24	1.2	0.9
20	1.91	1.19	0.67	30	1.4	1.0
25	1.91	1.41	0.79	35	1.6	1.2
30	1.91	1.62	0.90	40	1.8	1.3
35	1.91	1.81	1.01	45	1.9	1.5
40	1.91	2.00	1.12	50	2.1	1.6

Source: National Research Council of the National Academies of Sciences, 2007

✓ **Besoins de croissance**

Selon Fehr et Disset, repris par Rivière, les besoins de croissance des caprins se raisonnent suivant des normes bien définies. Ces normes, pour la plupart, (i) cumulent les besoins d'entretien et les besoins de croissance correspondant à un gain moyen quotidien déterminé et (ii) se rapportent aux besoins en énergie, matières azotées digestibles, calcium et phosphore. En général, ces besoins dépendent du poids vif (tableau 3).

Tableau 3. Besoins d'entretien et de croissance des chèvres indigènes (locales) en éléments nutritifs par rapport au poids vif

Poids vif (kg)	GMQ (g/j)	Énergie Brute (Mcal/Kg MS)	Énergie Métabolisable (Mcal /j)	Quantité ingérée (Kg MS/j)	M.A.D (g/j)	Ca (g/j)	P (g/j)
10	25	2.39	0.83	0.34	21	1.6	0.8
	50	2.87	1.18	0.38	29	2.2	1.1
	150	2.87	1.42	0.44	35	4.8	2.1
15	25	2.39	1.08	0.45	27	1.7	1.0
	100	2.39	1.43	0.59	36	3.8	1.9
	150	2.39	1.67	0.53	42	4.9	2.2
20	25	1.91	1.31	0.74	33	2.1	1.4
	100	2.39	1.66	0.69	42	3.9	2.0
	150	2.39	1.90	0.79	47	5.3	2.6

Source: National Research Council of the National Academies of Sciences, 2007.

➤ **Besoins en eau**

Les besoins en eau varient avec la teneur en eau de la ration et les caractéristiques climatiques, aussi en fonction de la finalité de la production, viande ou lait, car la consommation en eau des chèvres laitières est pratiquement plus élevée que celles de chair à cause de la production laitière. En saison des pluies l'herbe est très riche en eau, le degré hygrométrique de l'air est très élevé, les besoins en eau sont faibles. Par contre en saison sèche, l'herbe ne contient que 7 à 10% d'eau, l'air est sec, la température est élevée ce qui augmente le besoins en eau des animaux. Ces besoins pour une chèvre sont de l'ordre de 3 à 8 litres par jour (Agrodok, 2004).

➤ **Besoins en vitamines**

Pour ce qui concerne les vitamines, il en existe deux groupes ; les vitamines liposolubles (A, D, E, K), et les vitamines hydrosolubles (B et C). Heureusement les ruminants ont la capacité de fabriquer les vitamines hydrosolubles (B et C), ce qui fait que les soucis se portent seulement sur les vitamines liposolubles. Ces besoins chez les chèvres varient en fonction du poids vif et le stade physiologique. Ainsi, ils sont de 5000 UI/lb de P.V pour les chèvres en entretien et en croissance, pour la vitamine A, 2000 U.I. /j/lb de P.V pour la vitamine D, et de 20 U.I. /j/lb P.V pour la vitamine E (Steve, 2009).

➤ **Besoins en minéraux et oligo-éléments**

Les besoins en minéraux et oligo-éléments, sont les mêmes pour les ovins et les caprins d'après les normes proposées. Pour les minéraux : les besoins en calcium sont de 3-8g/Kg MS, 2,5-4g/Kg Ms pour le phosphore, 2g/Kg MS pour le sodium, 8-20g/Kg MS pour le potassium. Pour les oligo-éléments les besoins en Cuivre sont de 10, Cobalt 0.3, Zinc 50, Manganèse 50, Sélénium 0.1, Iode 0.5. Ces besoins sont en mg/kg de MS de ration (Steve, 2009).

2.5. Digestion des fourrages chez les ruminants.

L'aptitude à l'ingestion et la digestion des fourrages chez les ruminants résultent de l'intégration de plusieurs phénomènes parmi lesquels la mastication, la régulation du volume du rumen et les caractéristiques physico-chimiques de son contenu, la vitesse de

renouvellement des digesta dans le rumen et l'intensité des activités microbiennes sont les plus importants.

2.5.1. Comminution ou mastication des aliments

Le rôle de la mastication est de réduire les aliments en particules suffisamment fines (phénomène de comminution ou mastication) pour être d'abord digérées puis, pour leur partie indigestible, évacuées vers l'extérieur. Chez le mouton, la taille moyenne des particules fécales est faible, de 0,1 à 0,2 mm (Grenet 1966). L'ordre de grandeur est le même pour les caprins (Uden et Van Soest 1982), ces derniers broyant cependant plus finement les aliments lors de l'ingestion, ce qui pourrait améliorer la vitesse de digestion (Domingue et al 1991).

2.5.2. Durée de rumination

La durée journalière de rumination varie, chez le mouton, entre 300 et 650 min, et augmente avec l'âge des fourrages et surtout leur teneur en parois. Les caprins passent beaucoup moins de temps (- 19 % ; Dulphy *et al.*, 1995) à ruminer par jour que les ovins. Ils effectuent le même nombre de périodes de rumination, chaque période étant plus courte. La durée du cycle de rumination (intervalle entre 2 régurgitations) est un peu plus courte également (Ruckebush et Bost 1963, Geoffroy 1974). Les durées journalières de rumination sont souvent identiques entre bovins et ovins, parfois supérieures pour les bovins (Dulphy et al 1995).

2.5.3. La Salivation

La salivation joue un rôle important en participant à la régulation des conditions physico-chimiques régnant dans le rumen des ruminants, mais aussi probablement dans le tube digestif des équins. La salive contient en effet de l'urée et des minéraux. La plupart des auteurs notent que les caprins boivent moins que les ovins. Par contre, leur production de salive semble plus élevée (Seth et al 1976, Domingue et al 1991). Les bovins, comme les ovins, ont des petites glandes salivaires (Kay, 1989), ce qui est caractéristique chez les ruminants qui pâturent (grazers) (Hoffmann, 1989), et semblent produire des quantités de salive comparables par kg de MS ingérée.

2.5.4. Digestion microbienne

Chez les ruminants les conditions relativement stables régnant dans le réticulo-rumen permettent le développement d'une microflore et d'une microfaune très actives (cf ouvrage de Jouany 1991). La digestion des parois végétales, qui est un processus lent, va résulter d'un compromis entre vitesse de digestion et vitesse de transit des particules dans lesquelles elles sont incluses. Cette digestion est due à l'activité d'une biomasse microbienne importante qui utilise aussi les composés solubles des aliments et qui est évacuée à travers l'orifice réticulo-omasal avec le liquide présent dans le rumen et les petites particules indigestibles (Yang, 1991).

2.5.5. Temps de séjour des digesta dans le tube digestif

Chez les ruminants, un système de ségrégation très efficace permet aux petites particules, dont la digestion est bien avancée, de sortir du rumen alors que les grosses y demeurent pour être ruminées (cf Baumont et Deswysen 1991). La vitesse de transit de la matière sèche hors du rumen est d'ailleurs due avant tout à la vitesse de sortie de ces petites particules (Poppi et al 1981a).

Les éléments solubles ou très digestibles disparaissent rapidement tandis que les parois sont digérées lentement. Les parois indigestibles se retrouvent dans les fèces, et c'est en général leur temps de séjour qui est déterminé. Chez les ovins, ce dernier varie beaucoup d'un aliment à l'autre, et a une valeur moyenne de 50 h pour l'ensemble du tube digestif (Mambrini 1990) : 21 h dans le réticulo-rumen, 2 h dans le feuillet, 2 h dans la caillette, 3 h dans l'intestin grêle, 12 h dans le caecum et 8 h dans le côlon.

Malgré de nombreux résultats contradictoires, il semble que, pour des ingestions comparables, le temps de séjour de la matière sèche dans le rumen des caprins soit plus faible que dans celui des ovins (Van Soest 1982, Masson et al 1986). La mastication plus efficace lors de l'ingestion pourrait expliquer ce transit un peu plus rapide. Le temps de rétention dans la totalité du tube digestif semble par contre plus long chez les caprins. En effet, le temps de séjour est élevé dans le gros intestin, ce qui rejoint les observations citées plus haut, et permettrait, dans certains cas, une digestion un peu plus poussée des parois végétales chez les caprins.

2.5.6. Recyclages

Il existe chez les ruminants un mécanisme original qui consiste à absorber de l'ammoniaque, au niveau du rumen essentiellement, à le transformer en urée dans le foie, et à en recycler une partie dans le tractus digestif par l'intermédiaire de la salive ou par diffusion à travers les parois digestives (Harmeyer et Martens 1980). Chez les caprins Varady et Harmeyer (1972), Gihad (1976), Harmeyer et Martens (1980) et Watson et Norton (1982) n'ont pas observé de différence dans la production ou le pool d'urée dans l'organisme par rapport aux ovins, pour un même apport d'azote alimentaire. Cependant plusieurs auteurs estiment que le recyclage de l'azote est plus intense chez les caprins (El Hag 1976, Louca et al 1982, cité par Alrahmoun et al 1986, Brown et Johnson 1984, Doyle et al 1984, Domingue et al 1991 a et d). Cela expliquerait la meilleure digestibilité des fourrages carencés en azote par les caprins, (Kennedy et Milligan 1980, Masson et al 1986), mais aussi de meilleures rétentions azotées.

2.6. Composition nutritionnelle des résidus de bananiers

Selon Archimède (2011), en termes de biomasse, les feuilles du bananier représentent 21% de la MV et 29% de la MS ; le fruit, 24% de la MV et 32% MS ; la hampe 2% de la MV et 1,3% de la MS ; le stipe (faux tronc) 50%, de la MV et 25% de la MS. Ces plantes sont cultivées dans plusieurs pays tropicaux de climat humide, où il existe actuellement de grandes plantations. Divers résidus, déchets ou sous-produits dont la récupération au profit du bétail présente un intérêt certain sont laissés par cette culture. Le traitement de ces résidus peut entraîner des mordications, surtout dans l'appétence du produit mais également dans une moindre mesure dans sa valeur énergétique pour l'animal. Le fractionnement des résidus favorise mieux l'ingestion. Il doit effectuer en fonction de l'espèce animale en vue de limiter des risques de blocage dans l'œsophage et d'étouffement après ingestion. La forme entière est la plus neutre, l'animal ajustera sa taille de bouchée. Le broyage grossier et les cossettes réduites peuvent permettre d'améliorer sensiblement l'ingestion de la banane fraîche. Les résidus de bananiers sont pour la plupart les stipes, les feuilles, les fruits (verts, murs, pulpes) et les rhizomes.

✓ Feuille de bananiers

La feuille est la partie la plus avantageuse des différentes parties des résidus de bananier pour l'alimentation animale. Elle est riche en eau, plus riche en matière azotée que le stipe et apporte des quantités intéressantes de calcium. Sa valeur énergétique la place au niveau d'excellents fourrages. Elle contient, en outre, des taux élevés de carotène (80 à 90 mg/Kg de M.V.) remarquablement constants tout au long de l'année. La feuille est employée dans l'alimentation des ruminants (zébu, mouton, agneaux, vache, bœuf et caprin), des lapins, des poulets et des porcs. La digestibilité des feuilles du bananier est de 65% et celles-ci sont bien consommées par le bétail. L'indice de consommation est 2,15 kg pour 100 kg de poids vif par jour (Ffoulkes et Preston, 1978, cité par Bouafou *et al.* 2012). L'incorporation de la farine de feuilles de bananier jusqu'à 40% dans la ration de fourrage a montré l'augmentation des gains de poids et de l'efficacité alimentaire des zébus et des moutons (Garcia *et al.* 1973 cité par Bouafou *et al.*, 2012).

En association avec la paille de blé (75%) ensilées avec de la mélasse (25%) et l'urée, les feuilles du bananier pourraient remplacer pour 50%, le maïs vert dans l'alimentation des vaches, sans altérer le rendement en lait (Balotch et al. 1988, cité par Bouafou *et al.* 2012). Le faible apport énergétique des feuilles, est l'une des raisons pour lesquelles (Katougole *et al.* (2008) et Mohapatra (2010), cité par Bouafou *et al.* 2012) suggèrent l'association des feuilles du bananier avec d'autres aliments riches en protéines pour couvrir les besoins nutritionnels des ruminants.

✓ Le stipe ou pseudo-tronc

Le stipe est formé par l'ensemble des pétioles des différentes feuilles. C'est la partie la plus riche en eau (85 à 90 p.100). De ce fait, il est la plus pauvre en éléments nutritifs. La composition varie notablement selon l'origine et la variété, mais c'est toujours un produit de faible valeur alimentaire qui ne peut être considéré que comme un fourrage grossier. La teneur en cellulose de Weende est faible et pourrait laisser supposer que l'on est en présence d'un produit de bonne digestibilité. Mais on trouve également des taux importants de lignine (de l'ordre de 35p.100 de la M.S.). Il est toutefois important de signaler l'avantage que représente la présence abondante d'eau liée à la matière sèche qui en facilite l'assimilation et assure, d'autre part, une meilleure utilisation des aliments secs qui pourrait

être associés au bananier (Rivière,1978). Introduits en association dans l'alimentation des ruminants, la valeur nutritive des pseudo-troncs séchés de banane est comparable à celle des pailles de céréales communes et autres résidus de récolte tels que la paille de riz ou de canne à sucre (Viswanathan *et al.*, 1989, cité par Bouafou *et al.*,2012) (tableau 4).

Tableau 4. Composition chimique des sous-produits de la culture de la banane

Sous-produits	MS (%)	(%MS)				g/Kg		Références Ohlde <i>et al.</i> Cité par Tisserand, 1990
		MAT	MG	MM	CB	Ca	P	
	9.8	8.8	3.2	24.7	31.6	4.5	1.3	
Stipes	10	3.5	-	-	-	-	-	Archimède, 2011
	10	4.5	-	-	-	-	-	INRA-URZ, 2010
	4.92	5.22	-	25.91	30	0.34	1.02	Jean Pierre, 2015
	19.7	10.2	-	-	-	-	-	Geoffroy <i>et al.</i> Cité par Tisserand, 1990
Feuilles	21	11.4	-	-	-	-	-	Archimède, 2011
	13	10	-	-	-	-	-	INRA-URZ, 2010
	17.7	8.37	0.02	14.95	30.72	1.1	1.16	Jean Pierre, 2015

2.7. Effets des traitements thermiques des aliments sur la digestion chez les animaux.

L'utilisation des traitements thermiques sur les aliments destinés à l'alimentation animale, que ce soit, le séchage, la cuisson, extrusion-cuisson etc., restent des techniques très répandues et très importantes vue les nombreux bénéfices qu'ils apportent dans l'alimentation animale (INRA, 1998). Ces dernières confèrent aux aliments un aspect qui leur rendent plus facile à être ingérés et digérés par les animaux. En particulier l'extrusion-cuisson, qui est une technique qui consiste à forcer un produit à s'écouler à travers un orifice de petite dimension, sous l'action de pressions élevées obtenues, dans un conduit cylindrique, grâce à une ou plusieurs vis de type vis sans fin. L'échauffement qui en résulte provoque une cuisson du produit, d'où le terme de « cuisson-extrusion. » L'exploitation prédominante de la fonction de cuisson est surtout développée pour améliorer les propriétés

nutritionnelles et fonctionnelles des produits amylacés et des graines de légumineuses. Le traitement de courte durée à haute température peut en effet permettre : un fractionnement des grosses molécules (amidon, protéines) qui accroît leur digestibilité et modifie la consistance des produits, une dénaturation des facteurs antinutritionnels (ralentissant la croissance de l'animal) et des substances toxiques ou répulsives présentes dans certaines graines, une insolubilisation des protéines (utilisée en alimentation des ruminants pour limiter la dégradation par les micro-organismes du rumen. L'extrusion-cuisson provoque des modifications assez remarquables tant au niveau des aliments eux-mêmes que sur la digestion de ces derniers par les animaux, parmi ces modifications on peut citer :

✓ **Gélatinisation des amidons**

L'élévation de température couplée à l'action de l'eau ajoutée sous forme de vapeur permet l'éclatement des grains d'amidon et leur gélatinisation. Le traitement des céréales, des protéagineux et de leurs sous-produits par cuisson-extrusion améliore la digestibilité des glucides qu'ils contiennent et leur efficacité chez les animaux jeunes et chez les espèces où la production d'amylase est peu développée.

✓ **Destruction des parois cellulaires**

Elle permet la mise à disposition plus facile des nutriments dans l'intestin de l'animal, rendant plus efficace l'action des enzymes digestifs, avec une augmentation de la digestibilité de l'énergie et des protéines.

La meilleure digestibilité des acides aminés des graines oléagineuses (soja) extrudées se traduit par une diminution de l'indigéré dans les caecums et permet une meilleure tenue des litières (dindes).

✓ **Insolubilisation des protéines**

L'extrusion-cuisson provoque l'insolubilisation des protéines natives contenues dans les protéagineux et les oléagineux. Cette transformation est particulièrement intéressante pour l'utilisation de ces matières premières dans l'alimentation des ruminants, car elle diminue la proportion d'azote soluble de ces ingrédients (PDIN) et augmente la teneur en azote non dégradable dans le rumen (PDIA).

✓ **Désactivation des molécules anti-nutritionnelles ou toxiques thermolabiles**

L'extrusion-cuisson à haute température permet la destruction de 90% des facteurs antitrypsiques et de l'uréase contenus dans le soja et les protéagineux. Elle réduit la teneur

en glucosinolates des graines et tourteaux de colza, celle en aflatoxines des tourteaux d'arachides et des ingrédients contaminés par ces moisissures¹.

2.8. Utilisation des résidus de bananiers dans l'alimentation des caprins

Plusieurs études, notamment celle de Joseph en 2013, qui a conduit une expérience sur des chevreaux d'environ 15 kg, alimentés avec des feuilles et stipes de bananiers utilisés pour mesurer l'ingestion, le gain de poids quotidien et la quantité de fumier produite. Les résultats obtenus après analyses statistiques, ont montré que les feuilles ont été mieux consommées et donnent de meilleurs gains de poids que les stipes. Mais en dépit de tout, les feuilles et stipes ont tous donnés des gains de poids faibles (annexe 3).

III. Méthodologie

3.1. Cadre Physique de l'étude

La présente étude a été réalisée sur la ferme de Damien, cette zone se trouve dans la partie irriguée de la plaine du Cul-de-sac, dans la commune de Tabarre, dans le Département de l'Ouest. Elle à une altitude de 20 m au-dessus du niveau de la mer et à environ 9 km au Nord de Port-au-Prince (MARNDR, 2005). Elle a été choisie premièrement, en raison de l'importance de la superficie emblavée en bananiers dont les résidus sont peu utilisés, deuxièmement à cause de son accès facile.

3.1.1. Climat

Les données climatiques ont été collectées sur une période de 20 ans (1992-2011) sur la température, la pluviométrie et l'hygrométrie, et à l'aide de ces données des courbes ont été tracées pour montrer les variations de ces paramètres. Ces courbes permettent d'avoir une idée plus précise sur l'évolution du climat. La zone de la réalisation de l'étude est caractérisée par un climat semi-aride plus ou moins venteux tout au cours de l'année (SNM cité par Joseph, 2013).

¹ Disponible sur le site <http://www.djamel-belaid.fr/fourrages-et-aliment-b%C3%A9tail/cuisson-extrusion/>, consulté le 09 décembre 2017 à 5h12 pm.

3.1.1.1. La température

La température est élevée avec une moyenne annuelle séjournant autour de 27.70 °C. La plaine est caractérisée par une période fraîche qui s'étend de novembre à mars avec une température moyenne aux environs de 25.8 °C. Cette période correspond à la saison sèche de l'année (MARNDR/Ressources en eau, 2017) (Tableau 5).

Tableau 5. Températures moyennes mensuelles de la plaine du cul-de-sac (1992-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Température °C	26.1	26.4	26.9	27.6	28.4	29.3	29.8	29.5	29.0	28.3	25.9	24.3	25.8

(MARNDR/Ressources en eau, 2017)

3.1.1.2.-La pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée sur la ferme de Damien est de 1230.7 mm. Selon la façon dont la précipitation est répartie, on distingue deux saisons pluvieuses : l'une allant d'avril à juin et l'autre d'août à novembre et aussi deux saisons sèches s'étendant de décembre à mars et de juin à juillet (MARNDR/Ressources en eau, 2017) (Tableau 6).

Tableau 6. Pluviométrie moyenne mensuelle de la plaine du cul-de-sac (1992-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
P(mm)	20.9	73.4	89.6	160.7	166.7	87.0	57.8	122.5	153.5	160.8	104.2	33.6

(MARNDR/Ressources en eau, 2017)

3.1.1.3 L'humidité et vent

Selon les données recueillies par la Station Nationale de Météorologie (SNM, 2014), l'humidité moyenne annuelle de Damien est de 73.33%.

Tableau 7. Hygrométrie de la plaine du cul-de-sac (1992-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Humidité (%)	72.4	70.3	71.3	72.8	73.6	69.9	68.3	70.2	74.5	75.9	75.7	73.7	73.33

(SNM, 2014)

La plaine en général est soumise à un régime de vent assez régulier au cours des années avec des prédominances de vent d'Est-Ouest dont la vitesse moyenne mensuelle varie entre 2.2 m/s et 4.9 m/s. La période qui est la moins venteuse est celle allant d'octobre à janvier, et pendant les périodes où la vitesse du vent est maximale.

3.1.2. Durée de l'étude

Cette étude a duré 180 jours, allant du 24 Février au 18 Août 2014, au cours de laquelle il a eu premièrement une phase d'adaptation qui a consisté à suivre l'évolution de l'état sanitaire des chevrettes ainsi que la façon dont elles apprécient les aliments avant d'entamer les mesures ou les phases expérimentales cette phase d'adaptation a été très longue, en raison du fait que certains problèmes d'ordres techniques et sanitaires ont surgis, notamment la contamination par la coccidiose. Cette phase a aussi consisté à habituer les chevrettes avec les nouveaux aliments. Deuxièmement, trois périodes de mesures de 21 jours chacune avec une semaine de transition entre chaque période de mesure. Cette phase de l'étude a consisté à effectuer les différentes mesures, notamment sur l'ingestion et le GMQ des animaux, elle a débuté le 01 juin 2014 pour terminer le 18 Août 2014. Le tableau 8 présente un croquis du déroulement des différentes étapes de l'étude dans le temps.

Tableau 8. Croquis de la durée de l'étude

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Activité							
Adaptation							
Période 1							
Période 2							
Période 3							

3.2. Matériels

3.2.1- Les animaux

Pour la réalisation de cette étude, un nombre de 12 chevrettes créoles âgées de 4 à 6 mois a été utilisé. Leur choix a été fait en fonction de leur âge qui a été déterminé avec l'aide du vendeur. Ces animaux ont été achetés au marché de la Croix-des-Bouquets avec un poids vif se situant autour de 10 à 14.5 kg.

3.2.2- Description du bâtiment d'élevage

Cet essai a été réalisé en stabulation, dans des cages réaménagées dans la clinique vétérinaire de Damien destinées préalablement aux animaux de grand format. Trois cages de dimension de 3m x 3m construites en murs de blocs et ayant des espaces entre les blocs pour faciliter la circulation de l'air ont été utilisées. Ces cages renferment chacune une petite barrière en fer forgé pour assurer la sécurité des animaux. Le plancher est fait de béton avec une légère pente orientée vers l'arrière permettant l'écoulement des eaux usées lors du nettoyage. La toiture est en tôles. À l'intérieur de chacune des cages, un râtelier de forme trapézoïde a été placé pour la distribution des fourrages (figure 1), et deux seaux en plastique pour la distribution de l'eau et du concentré.

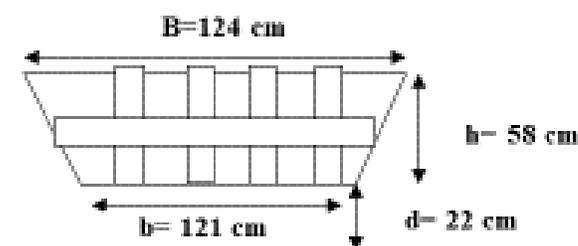


Figure 1. Schéma du râtelier utilisé pour la distribution des fourrages

3.2.3-Les aliments

✓ Les fourrages

Ils ont été constitués de résidus de bananier crus et bouillis, à savoir feuilles et stipes.

✓ Les concentrés

Pour compenser les déficits nutritifs des résidus du bananier en particulier ceux en azote, un aliment concentré composé de 34% de maïs, 60% de tourteau de soja, 4% de biophos, 0.4% de sel de table et de 1.6% de CaCO_3 a été utilisé. La quantité de concentré a été distribuée en fonction de la quantité de fourrage consommée la veille par les chevrettes afin de garder la teneur en PB du régime total à 16 % (tableau 9).

Tableau 9. Formulation et Composition chimique théorique de l'aliment concentré utilisé

Ingrédient	% ingrédient	PB(%) de MS	CB(%) de MS	EM (Kcal)	Ca (g/KgMS)	P (g/KgMS)	Na (g/KgMS)
Maïs :	34	3.06	0.75	1088.8	-	0.09	-
Tourteaux de soja (45) :	60	27.00	2.04	1860.0	0.16	0.41	-
Biophos :	4	-	-	-	0.72	0.84	-
Sel de table :	0.4	-	-	-	-	-	0.14
CaCO₃ :	1.6	-	-	-	0.62	-	-
TOTAL :	100	30.06	2.79	2948.8	1.5	1.34	0.14

Source : INRA, Alimentation Bovins, ovins et caprins, 2007; étiquette Biophos

✓ Les Régimes

Trois régimes, A, B et C de 16 % de protéine chacun, constitué de résidus de bananier comme aliment de base dont, des feuilles crues, des feuilles bouillies et des stipes bouillis et d'herbe et du concentré comme complément protéique, ont été distribués aux animaux. Pour chaque régime, une proportion en fourrages et en concentré a été calculée afin de garder tous les régimes à un taux 16 % de PB (tableau 10).

Tableau 10. Formulation des régimes en pourcentage

Ingrédients	Régime A (% ingrédients)	Régime B (% ingrédients)	Régime C (% ingrédients)
FB	76	-	-
SB	-	36.18	-
Herbe	-	17.82	-
FC	-	-	90
Concentrés	24	46	10
TOTAL	100	100	100

La composition chimique des régimes a été estimée en utilisant les résultats de l'analyse réalisée au labo de chimie de la FAMV pour les PB, et les données des tables de

compositions des aliments de la littérature pour les autres constituants. En fait, les données du National Research Council of the National Academies of Sciences ont été utilisés pour l'énergie métabolisable des feuilles, puis les données de Bafou et al.,(2012) pour l'énergie brute du stipe, les données de Barbara V. (2005) « Farming meat goats breeding production and marketing » pour l'énergie brute de l'herbe yagidi (*sorghum halepense*), et finalement les données de l'INRA (2007) ont été utilisées pour le pourcentage de Cellulose brute, le poids de calcium et celui de phosphore (tableau 11).

Tableau 11. Composition chimique théorique des régimes

Régime	% PB	(Kcal/Kg MS)	% CB	Ca (g/Kg)	P (g/Kg)
A	16.18	2383.5*	27.27	1.09	1.19
B	16.11	3097.9**	18.34	6.82	4.15
C	15.95	2280.0*	31.78	1.01	1.17

3.3. Méthodes

3.3.1-Le traitement des résidus de bananiers

Pour les régimes renfermant les stipes et feuilles de bananier bouillis, le traitement à la chaleur a été réalisé de la façon suivante : chaque matin ou après-midi après récolte, les résidus ont été hachés en petits morceaux d'environ 12 cm de long et 5 cm de large, puis portés à la cuisson pendant une quinzaine de minutes à la température d'ébullition (100 °C et plus) dans des drums remplis d'eau de manière à ce que les résidus soient bien immergés. Après la cuisson, les résidus ont été enlevés pour l'égouttage et le refroidissement pendant 10 à 15 minutes, puis la distribution. Du sel de table a été également ajouté à une proportion de 10g/Kg de MS pour améliorer le goût (Bien-Aimé, 2013, comm. pers).

3.3.2- Constitution des lots

Trois lots ont été constitués avec un effectif de 5 chevrettes par lot, mais après la phase d'adaptation l'effectif a été réduit à 12 chevrettes à raison de 4 animaux par lot. Les choix des animaux ont été faits de façon à avoir un poids moyen plus ou moins homogène autour de 12Kg (tableau 12).

Tableau 12. Poids moyen des lots avant les mesures

Lot	Poids individuels (Kg)	Poids moyen des lots (Kg)
1	10.4	11.8
	10.5	
	13.1	
	12.8	
2	12.5	12.0
	13.5	
	11.1	
	10.9	
3	9.4	11.95
	11.9	
	14.9	
	11.6	

3.3.3-Répartition des lots à l'intérieur des bâtiments

Pour éviter les variations dues à l'humidité et la chaleur, la répartition des lots à l'intérieur du bâtiment a été faite d'un seul côté, du côté Sud (Figure 2).

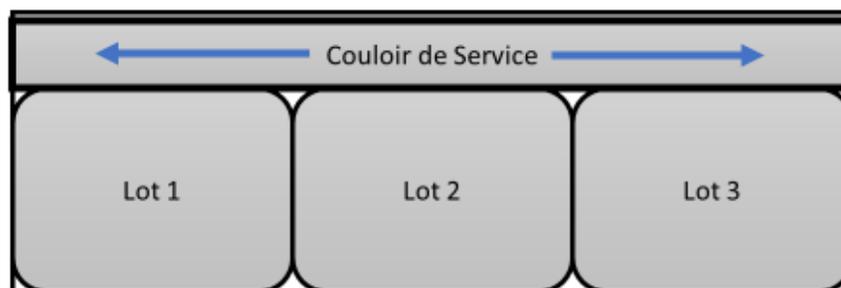


Figure 2. Schéma de la distribution des lots dans le bâtiment expérimental

3.3.4-Distribution des aliments

Les 3 régimes ont été distribués pendant 3 périodes et ont été consommés par les trois lots. Cette distribution a été faite de manière à ce que les trois lots consomment toutes les rations à base de feuilles crues, de feuilles bouillies et de stipes bouillis, chacune à des périodes différentes. Les résidus verts ont été récoltés sur la ferme de Damien avant ou après récolte du fruit pour les feuilles, et après récolte du fruit pour les stipes. La récolte des résidus a été faite ou bien le matin à 8 heures, ou bien l'après-midi à 4 heures. Pour les résidus bouillis, la cuisson a été faite tous les matins avant les distributions.

La formule utilisée pour la distribution du concentré (inspirée du carré de Pearson) est la suivante :

$$\% C = \frac{\text{Protéine Brute totale Ration-Protéine Brute totale Ration de Base}}{\text{Protéine Brute totale Concentré-Protéine Brute Totale Ration de Base}} \times 100$$

3.4. Le Schéma expérimental

Le dispositif qui a été utilisé est un carré latin comportant 3 traitements pendant 3 périodes ou répétitions formant ainsi 9 unités expérimentales (DCL). Le tableau 13 présente ce dispositif en question.

Tableau 13. Dispositif expérimental utilisé

Lots Périodes	1	2	3
	I	FB	FC
II	FC	SB+H	FB
II	SB+H	FB	FC

Le modèle expérimental

Le modèle expérimental décrit par George et WILLIAM, (1984) pour le carré latin a été utilisé pour l'ingestion des résidus et la croissance des chevreaux.

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$; avec :

μ : La moyenne générale

α_i : L'effet des résidus

β_j : L'effet des périodes

γ_k : L'effet individuel

ε_{ij} : L'erreur expérimentale

3.5. La conduite des animaux

3.5.1. Conduite alimentaire

Les chevrettes une fois arrivées sur la ferme, ont été pesées puis mis en lots et réparties dans les différentes cages. Dans un premier temps, elles ont été alimentées avec des fourrages

disponibles sur la ferme, principalement d'herbe « madan michèl » (*Themeda quadrivalvis*.) et Yagidi (*Shorgum halepense*). Ensuite, des feuilles vertes de bananiers leur ont été offertes graduellement. Le matin et l'après-midi, après avoir nettoyé les mangeoires et abreuvoirs des cages, les aliments ont été apportés aux chevrettes. L'aliment concentré a été servi seulement le matin dans un récipient en plastique et les résidus deux fois par jour, matin et après-midi dans un râtelier afin de limiter le gaspillage. L'eau et les résidus ont été distribués ad libitum. Ce mode de distribution d'aliments et de l'eau a été adopté pendant toute l'étude.

3.5.2 Conduite sanitaire

Avant d'introduire les chevrettes dans les cages expérimentales, ces cages ont été nettoyées à fond et désinfectées correctement et un vide sanitaire de 8 jours a été observé. Pendant cette période, les chevrettes ont été mises en quarantaine dans la clinique vétérinaire de Damien, déparasitées et vaccinées contre le charbon bactérien. Puis, au cours de la phase d'adaptation, elles ont été déparasitées contre une infestation prononcée de coccidies. Elles ont également reçu des doses de vitamine AD₃E tout au long de l'expérience (annexe. 2)

3.6. Les mesures, calculs et analyses

Les mesures réalisées ont été portées sur les quantités d'aliments offertes et refusées, le poids des chevreaux et la quantité de fumier produite.

3.6.1. La pesée des animaux

La pesée des animaux a été effectuée à différents moments tout au long de l'expérience, pour cela l'utilisation d'une balance person à ressort de 25Kg de précision 1/10 de Kg a été faite en utilisant des codes comme support (Annexe 26. Figure 7). Ces pesées ont été réalisées :

- Après l'achat des animaux ;
- Au début et à la fin de la phase d'adaptation ;
- Au début et à la fin de chaque période expérimentale.

3.6.2. La pesée des aliments et refus

Les aliments offerts ont été pesés avant chaque repas et les refus chaque matin avant une nouvelle distribution. Une balance de 25 Kg a été également utilisée pour effectuer ces pesés. Des codes ont été utilisés pour amarrés les aliments, et des sacs ont été utilisés pour peser les refus.

3.6.3. La quantité de fumier produite

La pesée de la quantité de fumier produite a été réalisée immédiatement après l'expérience. Cette mesure a été effectuée dans le but d'évaluer la production de fumier par lot d'animaux. Les fèces ont été constitués uniquement des matières de déjection, puisque les aliments refusés ont été enlevés et pesés chaque matin.

3.6.4. L'analyse chimique des résidus de bananier

Les analyses de composition chimique ont été réalisées pour les résidus verts de la variété de bananier « miske bwa blan ».

Pour effectuer ses analyses, des échantillons ont été prélevés sur des plantes à maturité de récolte sur la ferme de Damien sur des feuilles (limbe et nervures), des stipes et des rhizomes. Les spécimens de feuilles ont été prélevés dans toutes les parties de la plante puis mélangées de manière à avoir un échantillon homogène, de même, les échantillons des stipes ont été prélevés à la fois aux deux extrémités de la plante, inférieur et supérieur, et aussi dans la partie milieu. Puis, ces différentes parties ont été mélangées pour tirer l'échantillon final.

Les parties suivantes ont été analysées séparément :

- Le limbe
- La nervure principale
- Le stipe
- Le rhizome

Ces parties ont été analysées au laboratoire de chimie de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire. Ces analyses ont été faites conformément à la méthode AOAC (Horwitz, 1975) afin de déterminer leur teneur en matière sèche (MS), matière minérale (MM), protéine brute (PB), matière grasse (MG) (annexe 27), en cellulose brute (CB), en calcium (Ca) et en phosphore (P). La teneur en matière sèche des résidus (offerts et refusés) a été également déterminée.

3.6.5. Les calculs

Les calculs ont été effectués pour la quantité de matière sèche de résidus de bananiers volontairement ingérée (MSVI) et le gain moyen quotidien (GMQ).

MSVI = Quantité de matière sèche offerte – quantité de matière sèche refusée ;

GMQ = (Poids final-Poids initial) / Nombre de jour de la période;

EMI= Qté fourrage ingérée*EM (kg de MS de fourrage) +Qté de concentré ingérée*EM (Kg MS de concentré);

EBI=Qté fourrage ingérée*EB (Kg de MS de fourrage) +Qté de concentré ingérée*EB (Kg de MS de concentré).

Efficiencce alimentaire= Quantité ingérée/GMQ

3.7. Les observations

Les observations ont été faites sur le comportement alimentaire, le comportement social et l'état sanitaire des animaux.

3.8. Les traitements et analyses statistiques

Les traitements et analyses statistiques ont été faits pour les paramètres suivants : la quantité de résidus ingérée en g/j/tête et le Gain Moyen Quotidien (GMQ) en g/j. L'utilisation de ces données a été faite dans les calculs de paramètres de tendance centrale (moyenne) et les paramètres de dispersion (écart-type et variance). Les moyennes ont été soumises à des analyses de variance (ANOVA) dans le but de tester la significativité de leur différence. Suivant l'hypothèse d'égalité des variances, l'utilisation du test de *t* de Student (*LinearModel.1*) a été faite pour comparer les moyennes. Les logiciels office Excel 2016 et R (*version 2.13.2*) ont été utilisés pour mieux analyser les résultats obtenus.

IV. Résultats et discussion

Dans cette partie du document, les résultats présentés se portent sur la composition chimique des résidus (limbe, nervure, stipe et rhizome) du bananier ‘*miske bwa blan*’, puis sur l’ingestion des feuilles crues, feuilles bouillies et stipes bouillies de bananiers accompagnés d’herbe Yagidi (*Shorgum halepense*). Ensuite, le gain moyen quotidien (GMQ) et la quantité de fumier produite. Enfin, l’observation faite sur le comportement alimentaire, social et l’état sanitaire des chevrettes en stabulation.

4.1 Composition chimique des résidus de récolte du bananier, variété « miske bwa blan »

Les résultats obtenus pour la composition chimique du bananier ‘*miske bwa blan*’ ont montré que la teneur en matière sèche est plus élevée pour le limbe (21.97 %), et plus faible pour le stipe et le rhizome (4.98% et 4.89%, respectivement) ; celle de la nervure étant de 9.71%.

Pour la teneur en protéine brute, celle du limbe est de 12.76%, suivi du rhizome (6.42%) puis du stipe (3.11%) et enfin de la nervure (2.54%). Les teneurs en matière minérale du limbe, de la nervure, du stipe et du rhizome ont été de 13.22 %, 14.22 %, 19.53 % et 23.60 % respectivement.

Les teneurs en cellulose brute sont de 22.33%, 42.61%, 32.51%, 15.61% respectivement pour le limbe, la nervure, le stipe et le rhizome.

Compte tenu des résultats trouvés pour la composition chimique des différentes parties analysées du bananier ‘*miske bwa blan*’, le limbe est plus riche en matière sèche et en protéine brute que les autres parties tandis que, le stipe et le rhizome sont surtout riches en matière minérale. La nervure et le stipe contiennent surtout de la cellulose brute (Tableau 14).

Ces résultats sont assez proches de ceux obtenus par Ohlde *et al.*, (1987) cité par Tisserand (1990) pour la banane et par Archimède (2011) pour le plantain, et Jean Pierre (2015) pour le bananier plantain de variété « mike bwa nwa ». Ces chercheurs ont trouvé des teneurs en PB variant de 8.4 à 11.4% pour les feuilles et 3.5 à 8.8% pour les stipes. Des teneurs en matière sèche variant de 13 à 21% pour les feuilles, et 4.92 à 10% pour les stipes.

Tableau 14. Composition chimique du limbe, de la nervure, du stipe et du rhizome de bananiers ‘miske bwa blan’ à maturité de récolte

Test	(%) MS	MM (%MS)	PB (%MS)	CB (%MS)	MG (%MS)	Ca (g/kg) (%MS)	P (g/kg) (%MS)
Résidus							
Limbe	21.97	13.22	12.76	23.33	0.073	1.40	1.46
Nervure	9.71	14.22	2.5	46.61	0.0006	0.52	0.83
Stipe	4.98	19.53	3.11	32.51	0.0015	0.11	0.98
Rhizome	4.89	23.6	6.42	15.61	0.0003	0.07	0.96

4.2. Quantité de matière sèche ingérée

Les résultats obtenus pendant l'adaptation ont permis d'avoir une idée sur la variation de l'appétit des chevrettes avec le temps et ne sont pas présentés dans ce document. Mais, ceux de la phase expérimentale proprement dite ont montré les quantités réellement ingérées pour les feuilles crues, feuilles bouillies et stipes bouillis.

4.2.1 Quantité de matière sèche de résidus ingérée pendant la phase expérimentale

La quantité de matière sèche ingérée par les animaux durant la période expérimentale a varié en fonction du type de résidus (Feuilles ou Stipes), et aussi suivant la forme de présentation (crus ou cuis). En ce sens, la quantité de matière sèche ingérée a été de 537.67 ± 139.10 g/j pour les feuilles crues, 449.67 ± 7.48 g/j pour les feuilles bouillies et 31.43 ± 1.57 g/j pour les stipes bouillis. Au seuil de ($P < 0.05$), l'analyse de variance de l'ingestion des chevrettes a montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les feuilles bouillies et crues. Cependant, la consommation du stipe bouillis se révèle significativement différente à celle des feuilles, que ce soit bouillies ou crues (Tableau 15).

En ce qui concerne les quantités totales de matières sèche ingérées, elles sont significativement les mêmes pour les trois régimes distribués, 591.67 ± 16.58 g/j pour le régime à base de feuilles bouillies, 595.74 ± 151.72 g/j pour le régime à base de feuilles crues et 551.84 ± 225.67 g/j pour le régime à base de stipes bouillis et d'herbe.

Dans le cadre de cette étude, les résultats obtenus pour les quantités ingérées des feuilles bouillies comparés aux résultats obtenus par Joseph en 2013 pour des feuilles crues (700.85 ± 81.2 g/j) lors de son essai d'alimentation des chevreaux à base de résidus de bananier crus, sont plutôt semblables. De même, les résultats obtenus par Jean Pierre en 2015 pour les quantités ingérées des feuilles (362.69 ± 13.9 g/j) comparés aux feuilles

bouillies, le sont aussi. Alors que, ceux observés par Joseph en 2013 pour les stipes bouillis comparés aux stipes crues ($270 \pm 38.8 \text{ g/j}$) ne sont pas proches, ainsi que les résultats obtenus par Jean Pierre en 2015 pour les quantités ingérées des stipes ($281.25 \pm 20 \text{ g/j}$) comparés aux quantités ingérées des stipes bouillis. Alors, il faut noter que de nombreux facteurs comme ; les modes de traitement de ces résidus ; les chevreaux, et tant d'autres peuvent faire varier les consommations. Toutefois, il faut souligner que ce sont des résultats plus faibles que ceux trouvés par Fehr et Duborgel, (1974) repris par Jarrige (1980) sur la capacité d'ingestion des chevrettes qui varie de 1000 à 1300 g par jour pour des fourrages de bonne qualité.

Tableau 15. Quantité de matière sèche en g/j ingérée pendant la phase expérimentale

Fourrages	Quantité ingérée	Qté concentrée	% concentrée	Total MS
FB	449.67± 7.48 a	142.00 ±11.16	24%	591.67± 16.58 a
SB	31.43±1.57 b	253.85± 103.81	46 %	551.84±225.67 a
Herbe	346.54± 200.59			
FC	537.67±139.10 a	58.08±12.63	10%	595.75±151.72 a

4.2.2 Quantité d'énergie ingérée par régime

La quantité d'énergie ingérée au cours de cette étude a été mesurée pour chaque régime distribué aux animaux. Elle a été de 853.98 Kcal/j pour le régime à base de feuilles bouillis (A), 1002.73 Kcal/Kg MS (EB) pour le régime à base de stipe bouillis et Herbe (B) et 1084.2 Kcal/j pour le régime à base de feuilles crues(C). Selon le National Research Council of the National Academies of Sciences (2007), les besoins en énergie métabolisable d'une chèvre en croissance de poids vif séjournant autour de 15Kg, et ayant un GMQ de 25g, sont de 1080 Kcal/j, et l'énergie brute; 2390 Kcal/Kg Ms. Donc, comparativement à ces données, les quantités d'énergie apportées par les régimes à base de feuilles bouillies et stipes bouillis sont en dessous des besoins de croissance et d'entretien des animaux, et c'est forcément ce qui explique cette perte de poids pour ces régimes (tableau 16).

Tableau 16. Quantité d'énergie ingérée en moyenne par régime et par période

Période	Période 1	Période 2	Période 3	Moyenne
Régime	(Kcal/j)	(Kcal/j)	(Kcal/j)	(Kcal/j)
Régime A	874.44±3.5	839.5±7.2	848.47±5.7	854.09±5.5*
Régime B	1152.73±6.4	1107.85±8.7	747.54±12.5	1002.71±9.2 **
Régime C	869.45±34.5	1400.53±20.4	982.41±12.6	1084.13±22.5*

N.B : *=EM, et **=EB.

4.2.3 Quantité de matière sèche de résidus ingérée par période

La consommation des résidus par période a été de 305.9±239.28 g/j pour la première, 389.60±334.57 g/j pour la deuxième et 323.53±252.18 g/j pour la troisième. Selon les analyses statistiques, l'ingestion des résidus par période n'a pas été révélée significativement différente. Donc, la période n'a pas influencé la consommation des chevrettes (tableau 17)

Tableau 17. Quantité de matière sèche de résidus ingérée en g/j par période

Période	Résidus	Ingestion (g/j)	Consommation moyenne par période (g/j)
I	Feuilles Crues	431	305.9±239.28 a
	Feuilles Bouillies	456.7	
	Stipes Bouillis	30	
II	Feuilles Crues	695	389.60±334.57 a
	Feuilles Bouillies	441.8	
	Stipes Bouillis	32	
III	Feuilles Crues	487	323.53±252.18 a
	Feuilles Bouillies	450.5	
	Stipes Bouillis	33.1	

4.2.4 Quantité totale de matière sèche ingérée en g/j par lot

La quantité totale de matière sèche ingérée a été calculée pour chaque lot. Elle a été de 561.90±34.70 g/j pour le lot 3, 543.05±56.88 g/j pour le lot 2 et 498.44±308.97 g/j pour le lot 1. Les analyses statistiques faites ont montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les quantités totales ingérées par les différents lots au seuil (de P<0.05), tableau 15.

Tableau 18. Quantité totale de matière ingérée par lot

Lot	Quantité Ingérée (g/j)
1	498.44±308.97 a
2	543.05±56.88 a
3	561.90±34.70 a

4.3 Gain moyen quotidien des chevrettes

Le gain moyen quotidien des chevrettes a été mesuré pour chaque type de fourrage utilisé. Les résultats concernent seulement la phase expérimentale.

4.3.1 Gain moyen quotidien des chevrettes pendant la phase expérimentale

Le gain moyen quotidien généré a été de 38.33±5.38 g pour le régime à base de feuilles crues (B), -2.86±18.60 g pour le régime à base de feuilles bouillies (A) et -13.57±9.9 g pour le régime à base de stipes bouillis et d'herbe (C) (tableau 19). L'analyse statistique a révélé qu'il existe des différences significatives entre le gain moyen quotidien généré par les différents régimes (A, B et C) comparés entre eux (Tableau 18). Les résultats ont également montré que le gain moyen quotidien obtenu avec les résidus non traités par la cuisson a été plus élevé que ceux traités. En effet, la ration à base de stipe bouilli a été moins consommée que celle à base de feuilles vertes ou bouillies et a entraîné des pertes de poids sévère chez les chevrettes ; ce qui est tout à fait logique puisque les quantités d'énergie brute ingérées pour ce régime ont été en deçà des besoins d'entretien qui est de 1910 Kcal/Kg de MS. De même, la ration à base de feuilles bouillies a été moins consommée que celle à base de feuilles vertes. Ceci permet de dire que la cuisson n'a pas permis d'améliorer l'ingestion des résidus.

Les gains de poids mesurés au cours de ce travail sont très proches de ceux trouvés par Joseph (2013) lorsqu'il a alimenté ses chevreaux avec des feuilles et de stipes verts de bananier soit -9.9 à 37.7 g par jour, respectivement pour les stipe frais et stipe frais +fourrages. Ces résultats sont aussi proches de ceux obtenus par Jean Pierre (2015) lors de son étude sur l'influence du traitement à l'urée sur l'ingestion et la croissance des chevreaux recevant des résidus de bananier séchés, qui varient de 5.35 g/j pour les stipes séchés et traités à l'Urée, à 17.26 g/j pour les feuilles séchées.

Tableau 19. Le gain moyen quotidien en g/j généré par les régimes pendant la phase expérimentale

Régimes	GMQ
Régime A (FB)	-2.86 ±18.60 b
Régime B (SB+H)	-13.57± 9.9 c
Régime C (FC)	38.33±5.38 a

4.3.2. Mesure de l'efficacité Alimentaire

Au cours de cette étude l'efficacité alimentaire a été mesurée en vue d'avoir une idée sur l'efficacité des différents résidus. Cependant, les résultats obtenus pour ce paramètre concernent les quantités totales ingérées pour chaque régime, alors que cela devrait concerner seulement les résidus à savoir : stipes bouillis, feuilles bouillies et feuilles crues. Elle a été de -207 pour le régime A, -41 pour le régime B et 16 pour le régime C (Tableau 20)

Tableau 20. Efficacité Alimentaire des différents régimes

Régime	Efficacité alimentaire
Régime A	-207
Régime B	-41
Régime C	16

4.3.3 Gain de poids généré par lot

Le gain de poids des chevrettes a été mesuré par lot au cours de l'expérimentation. Il a été de 16.43±25.27 g/j pour le lot 1, 8.33±39.42 pour le lot 3 et -2.88± 16.24 g/j pour le lot 2. Les analyses statistiques au seuil de (P<0.05), n'ont pas révélé de différence significative entre le gain de poids mesuré par lot (tableau 21).

Tableau 21. Gain de poids généré par lot

Lot	GMQ (g/j)
1	16.43±25.27 a
2	-2.88± 16.24 a
3	8.33±39.42 a

4.3.4 Gain de poids par période

Le gain de poids des chevrettes a été mesuré pour chaque période. Ces poids ont été de : 20.32 ± 20.47 g/j, 0.1 ± 37.38 g/j, 1.51 ± 26.87 g/j, respectivement pour le lot 1, 2 et 3. Les analyses statistiques au seuil de ($P < 0.05$), n'ont pas révélé de différence significative entre le gain de poids mesuré par période (tableau 22).

Tableau 22. Gain de poids par période

Période	GMQ (g/j)
1	20.32 ± 20.47 a
2	0.1 ± 37.38 a
3	1.51 ± 26.87 a

4.4. Quantité de fumier produite

A la fin de cette expérience la quantité de fumier produite a été de 158kg pour le lot1, 171kg pour le lot2 et 195kg pour le lot3. Cette quantité en kg par tête/lot a été de 39.5kg pour le lot1, 42.7 kg pour le lot2 et 48.8 kg pour le lot3 (tableau 23).

Tableau 23. Quantité de fumier produite

Lot	1	2	3	Moyenne
Quantité produite (Kg)	158	171	195	174
Nombre de tête par lot	4	4	4	-
Quantité par tête (Kg)	39.5	42.7	48.8	43.6

4.5 Comportement alimentaire des chevrettes

Selon les observations et les mesures portées sur le comportement alimentaire des caprins, on a pu remarquer une différence pour les quantités refusées par les animaux. Ainsi, les animaux ayant reçu le régime à base de feuilles crues ont laissé moins de refus que ceux recevant le régime à base de feuilles bouillies. En effet, pour les chevrettes qui ont été alimentées avec le régime à base de stipes bouillis, des refus de l'ordre de 90% de la quantité offerte ont été enregistrés contre 45% environ dans le cas des feuilles crues et 55% dans le cas des feuilles bouillies. Il faut aussi signaler que pour les feuilles distribuées crues ou bouillies, les animaux ont seulement consommé le limbe, laissant de côté les nervures. Cela porte à croire que la faible valeur alimentaire des nervures de la feuille du bananier est le

principal facteur responsable de ce comportement. Alors, la cuisson n'a pas pu augmenter l'ingestion des feuilles, ni inciter l'appétit des animaux pour les nervures. Les observations faites sur le comportement alimentaire dans cette étude sont comparables à ceux trouvés par Joseph (2013) qui avait observé que les caprins ne consomment pas les nervures crues.

4.6 Etat sanitaire et comportement social des chevrettes

Cette expérience menée en stabulation sur des chevrettes a permis de remarquer des cas de bagarres répétés dans chacune des cages et surtout au moment où on va faire la distribution des aliments dans la matinée. Cela a été beaucoup plus violent quand il s'agissait de la distribution du concentré. Certains animaux, pour pallier ce problème d'agressivité et aussi faciliter leur consommation alimentaire ont passé la majeure partie de leur temps à l'intérieur du râtelier où le fourrage a été distribué. Ces chevrettes n'ont laissé cet endroit de refuge généralement que pour abreuver et consommer l'aliment concentré. Cela a été dû au fait que certains d'entre eux avaient des poids plus importants que d'autres dans le même lot. Par ailleurs, le temps passé dans le râtelier a permis qu'une partie de l'aliment offert a été parfois souillée par les déjections. Certains de ces animaux de poids non compétitifs dans les lots à force de recevoir des coups des autres, ont perdu du poids au cours de l'expérience a force de ne pas trop bien manger.

En autres, cinq des chevrettes ont été atteintes de diarrhée au moment de leur adaptation, et trois sont morts. Les cas de diarrhée ont été causés par les coccidies, diagnostic précisé par le laboratoire de microbiologie de la FAMV. Pour remédier à ce problème, la sulfamidothérapie a été réalisées et les vitamines AD₃E ont été administrées.

V. Conclusion et recommandations

Ce travail de recherche a montré qu'à maturité de récolte, la teneur en matière sèche du limbe et de la nervure du bananier « *miske bwa blan* » (21.97% et 9.71 %) a été plus élevée que celle du stipe et du rhizome (4.98% et 4.89%). De plus, de toutes les parties, le limbe renferme plus de protéine, plus de calcium, plus de phosphore, plus de matière grasse. Cependant pour d'autres tests comme la teneur en matière minérale, le stipe est en tête alors que la nervure contient plus de cellulose brute. En ce sens, la composition chimique du limbe prouve qu'il est plus riche en éléments nutritifs que la nervure, le stipe et le rhizome du bananier « *miske bwa blan* ». En ce qui a trait à l'ingestion, les feuilles crues et bouillies n'ont pas été révélées significativement différentes, tandis que l'ingestion du stipe bouillis a été révélée significativement différente par rapport aux deux autres.

Le gain moyen quotidien a été de -2.86 ± 18.60 g/j pour le régime A, -13.57 ± 9.9 g/j pour le régime B et 38.33 ± 5.38 g/j pour le régime C. Ces résultats nous laissent croire que le traitement à la chaleur ne contribue pas à augmenter le niveau d'ingestion des résidus et ainsi n'augmente pas le gain moyen quotidien pour ces animaux.

En considérant l'alimentation comme un facteur limitant redoutable qui affecte la production d'élevage en milieu tropical et subtropical, certains résidus de récolte, tels que les résidus de bananiers peuvent être utilisés dans l'alimentation animale. La consommation des feuilles crues donne de meilleurs résultats en termes de GMQ que celle des résidus bouillis. Ainsi, les observations faites au cours de cette étude, permettent de conclure que les résidus de bananiers traités par la chaleur ne peuvent pas être utilisés seuls dans l'alimentation des caprins. Car, les résultats ont montré que la consommation des résidus traités est dans la pratique plus basse que celle des résidus non traités. Alors, il est nécessaire de mener de nouvelles recherches sur ce fourrage sous-utilisé afin de promouvoir une meilleure valorisation de ces résidus.

Enfin, pour une utilisation plus pragmatique, rationnelle et économique des résidus de bananiers dans l'alimentation des caprins, les recommandations suivantes ont été formulées :

- Approfondir des travaux de recherche sur les facteurs antinutritionnels que peuvent contenir ces résidus, tels que les saponines, et autres éléments qui pourraient empêcher une bonne ingestion de ces résidus ;
- Utiliser une forme de stabulation entravée, dans le cas où les animaux ont de poids différents afin d'éviter les bagarres ;
- Formuler des aliments concentrés pouvant répondre non seulement aux besoins en protéines de chacun des résidus, mais également aux besoins énergétiques ;
- Garantir un état sanitaire stable des animaux venant des élevages traditionnels en prenant des mesures préventives afin de limiter le plus que possible les problèmes liés aux germes de maladie surtout les coccidies ;
- Etudier la digestibilité et le niveau d'inclusion des résidus de bananiers crus ou cuits dans les régimes alimentaires.

VI. Références bibliographiques

1. **Agrodo7.**, 2004. Elevage des chèvres dans les zones tropicales, 100p.
2. **Alrahmoun W.**, Masson C., Tisserand J.L., 1986. Etude comparée de l'activité microbienne dans le rumen chez les caprins et les ovins. II. Effet du niveau azoté et de la nature de la source azotée. Ann. Zootech., 35, 109-120.
3. **Archimède H.** et **Renaudeaud.**, 2013. Le bananier et ses coproduits en alimentation animale, 41p.
4. **Archimède H.**, **Gourdine J.-L.**, **Fanchone A.**, **Alexandre G.**, **Marie Magdeleine C.**, **Calif E.**, **Fleury J.**, **Anais C.**, **Renaudeaud** (2011). Le bananier et ses produits dans l'alimentation animale. Innovations Agronomiques, INRA, Unité de Recherches Zootechniques et INRA, Plateforme Tropicale d'Expérimentation Animale, Petit-Bourg, Guadeloupe, 181-192p.
5. **Barbara V.**, 2005, Farming meat goats breeding production and marketing .112p
6. **Bouafou K. G. M.**, **Konan B. A.**, **Kouame K. G.** et **Kati-coulibally S.** (2012). Les produits et sous-produits du bananier dans l'alimentation animale, International Journal of Biological Chemical Sciences 6(4) : 1810-1818.
7. **Domingue B.M.F.**, Dellow D.W., Wilson P R., Barry T.N., 1991c. Comparative digestion in deer, goats and sheep. N. Z. J. Agric. Res., 34, 45-53.
8. **Dulphy J.P.**, Balch C.C., Doreau M., 1995. Adaptation des espèces domestiques à la digestion des aliments lignocellulosiques. In : R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.H. Farce et M. Journet (eds), Nutrition des ruminants domestiques - Ingestion et digestion, 759-803. INRA Editions, Paris.
9. **François R.** (1990). Influence du mode de présentation de la canne à sucre et de la complémentation avec des feuilles de **Leucaena leucocephala** sur les performances biologiques des porcs en croissance et à l'engraissement. Mémoire présenté à la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), pour l'obtention du titre d'Ingénieur-Agronome. 108p.
10. **GASPARD R.**, 1986. Comparaison de deux génotypes de chèvres pour la production du lait sur la ferme de Papaye. Mémoire présenté à la Faculté

d'agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), pour l'obtention du titre d'Ingénieur-Agronome, 68 p.

- 11. Geoffroy F. (1980).** Valeur alimentaire et utilisation de la banane par les ruminants en milieu tropical. PhD Dissertation, Claude Bernard University, Lyon, France
- 12. Grenet E., 1970.** Taille et structure des particules végétales au niveau du feuillet et des fèces chez les bovins. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys., 10, 643- 657.
- 13. Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques (GRET) (1990).** Les systèmes d'élevage. Manuel d'agronomie tropicale appliquée à l'agriculture haïtienne. p393-411
- 14. Harmeyer J., Martens H., 1980.** Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. J. Dairy Sci., 63, 1707-1728.
- 15. Horwitz. W. (1975).** Official Method of Analysis. (vol. 222). Washington DC. Association of Official Analysis Chemists.
- 16. IICA. (2012).** Haïti : Etude de la filière banane.47p
- 17. INRA. (1980).** Particularités nutritionnelles des caprins. 17p.
- 18. INRA-URZ (2010).** Le bananier et ses produits dans l'alimentation animale. Centre Antilles Guyane
- 19. Jansen, C., Van Den Burg, K. (2004)** *L'élevage de chèvres dans les zones tropicales.* Agromisa, série Agrodok No. 7. Wageningen, Pays-Bas. 104p
- 20. Jarrige. R (1980).** Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, Paris, 476 p.
- 21. Jean Pierre E., 2015,** Influence du traitement à l'urée sur le comportement alimentaire, l'ingestion et la croissance des chevreaux recevant des résidus de bananiers séchés. Mémoire présenté à la Faculté d'agronomie et de Médecine Vétérinaire(FAMV), pour l'obtention du titre d'Ingénieur-Agronome (FAMV) ,35p.
- 22. Joseph E. (2013).** Essai d'alimentation à base de résidus de bananiers dans un élevage de caprins en stabulation afin de lutter contre la dégradation de l'environnement. Mémoire présenté à la Faculté d'Agronomie et Médecine vétérinaire(FAMV), pour l'obtention du titre d'ingénieur-Agronome.49p

23. Jouany J.P. (ed), 1991. Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions, Paris, 374 pp.
24. Kay R.N.B., Staines B.W., 1989. The nutrition of the red deer (*Cervus Elaphus*). *Nutr. Abst. and Rev.*, 51, 601-622.
25. **Lhoste P., Dolle V., Rousseau J., Soltner D. (1993)**. Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevages, Ministère de coopération, Paris, France, 288p.
26. **Marie M.**, 2010, performance de croissance des moutons alimentés avec des résidus de bananier. 37p.
27. **MARNDR. (2005)**. *Premier rapport sur la situation des ressources zoo génétiques d'Haïti*. p58
28. **MARNDR. (2005)**. *Identification de créneaux dans les filières rurales Haïtiennes, HA-T1008/ATN-FC-9052. Filière élevage : Caprins, Lapins, Ovins, Bovins, Porcins, Volailles, Abeilles*.
29. **MARNDR. (2011)**. *Politique de développement agricole 2010-2025*. 28p.
30. **MARNDR. (2013)**. *Plans stratégique et programmatique 2014 - 2019 pour la modernisation des services de protection zoo-phytosanitaire et d'innocuité des aliments*. 132 p
31. **Masson C., Alrahmoun W., Tisserand J.L.**, 1986. Etude comparée de la quantité ingérée, de la digestibilité, de l'utilisation de l'azote, du temps moyen de rétention et du comportement alimentaire chez les jeunes caprins et ovins recevant différents régimes. *Ann. Zootech*, 35, 49-60.
32. **Mathieu, M. et Arquet R., Coppry O., Alexandre G., Franchone A., Naves M., Boval M., Mandonnet N., Fleury J., Archimède H., 2011**. Des techniques intégrées pour un élevage de ruminants productif et durable aux Antilles-Guyane. INRA, Innovations agronomiques.
33. NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, 2007, Nutrient requirements of small ruminants. The national academies press. 363p.

- 34. Naves M., Alexandre G., Leimbacher F., Mandonnet N., Menendez B.A. (2001).**
Les ruminants domestiques de la Caraïbe, le point sur les ressources génétiques leurs exploitations, INRA production Animale, Paris, France, 14,184-192.
- 35. OCCÉ M.,** 2009. Contribution à l'étude des caractéristiques morphologiques des Bovins dans la Plaine des Anglais. 37p
- 36. P. D'Aquino P. Lhoste A. Le Masson.** (1995). Systèmes de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zones humide et subhumide d'Afrique.90p
- 37. Philoné D.,** 2016, Influence du niveau de complémentation énergétique sur l'ingestion et la croissance des chevrettes recevant des résidus de bananiers bouillis. Mémoire présenté à la Faculté d'agronomie et de Médecine Vétérinaire(FAMV), pour l'obtention du titre d'Ingénieur-Agronome (FAMV) ,38p.
- 38. Rivière, R.,** 1978. Manuel d'Alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays tropicaux, Paris, France 527p.
- 39. Roger. M.M. (1986).** Elevage de chèvres intégrés à l'agriculture écologique. Edition ERA. 147p
- 40. Ruckebusch Y.,** 1984. Motricité digestive chez les équidés. In : R. Jarrige et W. Martin-Rosset (eds), Le cheval : reproduction, sélection, alimentation, exploitation, 173-188. INRA Editions, Paris.
- 41. Seth O.N., Rai G.S., Yadov P.C., Pandey M.D.,** 1976. A note on the rate of secretion and chemical composition of parotid saliva in sheep and goats. Ind. J. Anim. Sci., 46, 660-663.
- 42. Sévère, J.J. (2006).** Diagnostic de l'élevage caprin dans le Haut Plateau Central et perspectives d'amélioration. Mémoire présenté à la Faculté d'agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), pour l'obtention du titre d'Ingénieur-Agronome. 60p
- 43. Steve H. (2000).** Université de Langston. Programmes de recherche et de vulgarisation agricole. « *Introduction à la nutrition des chèvres.* 33p
- 44. Tisserand J. L (1990).** Les ressources alimentaires pour le bétail. Les systèmes agricoles oasiens, Montpellier, France

- 45.Uden P.**, Rounsaville T.R., Wiggans G.R., Van Soest P.J., 1982. The measurement of liquid and solid digesta retention in ruminants, equines and rabbits given timothy (*Phleum pratense*) hay. *Br. J. Nutr.*, 48, 329-339.

ANNEXES

Annexe 1. Composition chimiques théoriques des différents régimes

		<i>Composées chimiques</i>				
Régime A		% PB	EM (Kcal/Kg MS)	% CB	Ca (g/Kg)	P (g/Kg)
A	Feuilles Bouillies	8.74	1675.8	26.6	0.73	0.87
	Concentré	7.44	708	0.67	0.36	0.32
	Total	16.18	2383.5	27.27	1.09	1.19
Régime B		% PB	EB (Kcal/KgMS)	% CB	Ca (g/Kg)	P (g/Kg)
	Stipes Bouillis et Herbe	2.31	1742.45	17	6.1	3.51
	Concentré	13.8	1355.45	1.34	0.72	0.64
	Total	16.11	3097.9	18.34	6.82	4.15
Régime C		% PB	EB (Kcal/KgMS)	% CB	Ca (g/Kg)	P (g/Kg)
	Feuilles Crues	12.82	1984.5	31.5	0.86	1.04
	Concentré	3.1	295.0	0.28	0.15	0.13
	Total	15.95	2280.0	31.78	1.01	1.17

Annexe 2. Interventions et opérations sanitaires effectuées au cours de l'expérience

Date	Intervention sanitaire	Produit utilisé	Dose utilisée
14-01-2014	Désinfection du local	Yodol	5ml/l d'eau
29-01-2014	Déparasitage des chevreaux	Ivermectine 1%	0.5ml/chevreau
04-02-2014	Vaccination contre charbon	Prondithrax	0.5ml/chevreau
11 au 15-03-2014	Traitement Contre la coccidiose	Trimetroprimsulfa	3ml/chevreau
11-03-2014	AD3E	Vitamine AD3E	2ml/chevreau
15-04-2014	AD3E	Vitamine AD3E	2ml/chevreau
17-05-2014	AD3E	Vitamine AD3E	2ml/chevreau
18-06-2014	AD3E	Vitamine AD3E	2ml/chevreau
04-08-2014	AD3E	Vitamine AD3E	2ml/chevreau

Annexe 3. Utilisation des résidus du bananiers dans l'alimentation des caprins

Espèces	Quantités consommées (g/j)		GMQ (g/j)	Réf.	
	Résidus	Concentré			
Chevreaux mâles et femelles de poids 15Kg/race créole	Stipes	134.9±6.1	28.2±6	Joseph, 2013	
	1 ^{ere} Période		-9.9±6.9		
	Stipe et fourrages	425.1±71.5	242.2±29.4		37.7±12.2
	2 ^e Période				
	Feuilles 1 ^{ere} Période	407.6±27.1	55.2±7.5	7.6±7.4	
	Feuilles 2 ^e Période	994.1±90.9	257.9±29.4	16.7±10.1	
Moutons black belly mâles (17.3kg)	Feuilles	353	287	96	Marie-Madeleine, 2010
	Stipes	380	285	98	

Chevreaux mâles et femelles de poids 12.5kg/race créole	Feuilles séchées	369.97± 4.29	-	17.26± 1.03	Jean Pierre, 2015
	Feuilles séchées et traitées à l'urée	355.41±23.51	-	10.71 ±3.97	
	Stipes séchés	270.74 ± 27.35	-	9.82±3.41	
	Stipes séchés et traités à l'urée	291.76±12.66	-	5.35± 3.13	
<i>Chevrettes de poids moyen 14kg</i>	<i>Régime A</i>	276.25±21.52	16.51±1.29	21.21±17.79	<i>Philoné, 2016</i>
	<i>Régime B</i>	268.125±36.07	58.91±7.97	26.79±14.46	
	<i>Régime C</i>	259.375±42.76	107.28±17.47	17.86±10.93	
	<i>Régime D</i>	241.875±42.55	161.19±28.57	16.74±12.28	

Annexe 4. Teneur en matière sèche des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Échantillons	Code	Pds sachets	Poids Avant étuve	Pds 1 après étuve	Pds 2 après étuve	Pds 3 après étuve	P4 après étuve	% Humidité	% MS	Moy
Limbe (A)	A ₁	12.0	200.00	56.77	55.00	54.57	54.57	77.23	22.77	22.16
	A ₂	13.0	200.03	58.54	57.78	57.70	57.70	77.65	22.35	
	A ₃	12.3	200.06	78.52	57.55	55.04	55.04	78.63	21.37	
Nervure (B)	B ₁	13.0	200.15	33.34	32.89	32.86	32.86	90.07	9.93	9.72
	B ₂	12.1	200.08	31.81	31.65	31.37	31.37	90.37	9.63	
	B ₃	12.1	200.08	31.78	31.62	31.33	31.33	90.39	9.61	
Stipe (C)	C ₁	12.0	201.87	23.25	23.20	22.83	22.83	94.63	5.37	5.94
	C ₂	12.9	201.03	22.89	22.86	22.55	22.55	95.20	4.80	
	C ₃	12.0	201.57	22.26	22.14	21.88	21.88	92.35	7.65	
Rhizome (D)	D ₁	12.6	204.17	28.27	23.54	23.29	23.29	94.76	5.24	4.90
	D ₂	13.0	209.47	23.29	23.21	23.01	23.01	95.22	4.78	
	D ₃	12.2	206.69	22.10	21.94	21.93	21.93	95.30	4.70	

Formule utilisée :

$$\% \text{ Humidité} = \frac{\text{Poids échantillon frais} - (\text{poids sachets et échantillon} - \text{poids sachets})}{\text{Poids échantillon frais}} \quad \text{et } \% \text{ MS} = 100 - \% \text{ H}$$

Annexe 5. Teneur en cendre des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Echantillon	Code	Poids creuset sec (P ₀)	Poids échantillon (P ₁)	Poids après étuve (P ₂)	Poids après four	%Humidité	% MS	Poids échantillon. sec	% Cendre	Moy
Limbe (A)	A ₁	17.2597	5.0017	22.0945	17.8999	3.34	96.66	4.8348	13.24	13.22
	A ₂	18.0556	5.0043	22.9017	18.6953	3.16	96.84	4.8461	13.20	
Nervure (B)	B ₁	17.9521	5.0035	22.7404	18.6328	4.30	95.70	4.7883	14.22	14.215
	B ₂	18.6912	5.0021	23.4956	19.3741	4.03	95.97	4.8044	14.21	
Stipe (C)	C ₁	18.353	5.0071	23.1382	19.2858	5.64	94.36	4.7852	19.49	19.53
	C ₂	18.8766	5.0170	23.6687	19.8101	4.44	95.56	4.7921	19.56	
Rhizome (D)	D ₁	18.0224	5.0001	22.8453	19.1552	3.54	96.46	4.8229	23.49	23.60
	D ₂	50.4495	5.0027	55.2665	51.5918	3.71	96.29	4.8170	23.71	

Formule utilisée :

$$\% \text{ Cendre} = \frac{\text{Poids creuset et échantillon} - \text{Poids creuset}}{\text{Poids échantillon sec}} \times 100$$

Annexe 6. Teneur en protéine des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Échantillon	Code	Poids sec creuset	Pds avant étuve	Pds après étuve	Pds échantillon	Volume versé	% Humidité	% MS	Pds sec	% Protéine	%Moy
Limbe (A)	A ₁	17.2597	2.0062	19.2083	1.9486	14.45	2.8711	97.1289	1.8927	12.63	12.76
	A ₂	18.0556	2.0015	20.0045	1.9489	14.65	2.8280	97.3720	1.8977	12.88	
Nervure (B)	B ₁	17.9521	2.0041	19.8898	1.9377	2.80	3.3132	96.6868	1.8735	2.45	2.54
	B ₂	17.9521	2.0051	20.6000	1.9088	3.00	4.8476	95.1523	1.8163	2.63	
Stipe (C)	C ₁	18.3530	2.0045	20.2609	1.9079	3.60	4.8192	95.1808	1.8159	3.16	3.11
	C ₂	18.8766	2.0060	20.7775	1.9009	3.50	5.2393	94.7607	1.8013	3.06	
Rhizome (D)	D ₁	18.0224	2.0084	19.9332	1.9108	7.60	4.8596	95.1404	1.8179	6.66	6.42
	D ₂	50.4495	2.0001	52.3556	1.9061	7.05	4.6998	95.3002	1.8165	6.17	

Formule utilisée :

$$\% \text{ PB} = \frac{0.014 * T * V * 6.25}{\text{---}} * 100$$

Poids échantillon

Annexe 7. Teneur en cellulose brute des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Echantillon	Code	Poids sec creuset	Poids ech frais	Poids ech sec	Poids ech sec prélevé	% H	% MS	Poids papier (F)	Poids ech +Papier+ Creuset (P1)	Poids après four(P2)	% CB	MOY
Limbe (A)	A ₁	17.2588	2.6852	2.5357	1.0046	5.57	94.43	0.5373	18.0264	17.2616	22.63	22.33
	A ₂	18.0577	2.4691	2.3336	1.0096	5.49	94.51	0.5243	18.8060	18.0612	22.00	
Nervure (B)	B ₁	17.9552	2.6361	2.4650	1.0007	6.40	93.60	0.5367	27.8314	26.8663	42.81	42.61
	B ₂	18.6956	2.5338	2.3627	1.0020			0.5208	27.2673	26.3217	42.40	
Stipe (C)	C ₁	18.3574	2.0413	1.9474	1.0017	4.60	95.40	0.5376	19.2288	18.3614	32.92	32.51
	C ₂	18.8797	1.5021	1.4270	1.0032	5.00	95.00	0.5235	19.7308	18.8853	32.10	
Rhizome (D)	D ₁	18.0243	1.0056	0.9260	0.9214	7.92	92.08	0.5199	18.6869	18.0265	15.25	15.61
	D ₂	18.5118	1.0825	0.9420	0.9081	6.03	93.97	0.5243	19.1829	18.5138	15.96	

Formule utilisée :

$$\% \text{ CB} = \frac{\text{Poids échantillon et papier et creuset}(P_1) - \text{poids après four}(P_2) - \text{poids papier}(F)}{\text{Poids sec échantillon}} \times \% \text{ MS}$$

Annexe 8. Teneur en matière grasse des sous- produits de bananier « miske bwa blan »

Echantillon	Code	Poids creuset	Pds echant. Frais	Poids ech.apres etuve	Poids cartouche dégraissé (P ₁)	% MS	%H ^o	Poids sec ech. aliment	Poids échantillon+ Cartouche avant étuve	Poids après étuve (P ₂)	Poids échantillon dégraissé (P ₃)	%MG	Moy
Limbe (A)	A ₁	17.2595	2.3835	19.5082	1.1365	94.34	5.66	0.7384	1.8749	1.8314	1.7739	0.0182	0.0173
	A ₂	18.5480	2.0523	20.4880	1.0170	94.53	5.47	0.7596	1.7766	1.7249	1.6722	0.0164	
Nervure (B)	B ₁	17.9561	2.1094	19.9197	1.0604	93.08	6.92	0.4915	1.5519	1.5155	1.5125	0.0006	0.0006
	B ₂	18.6962	2.1402	20.6873	1.0676	93.03	6.97	0.4892	1.5568	1.5164	1.5164	0.0006	
Stipe (C)	C ₁	11.6727	2.2613	13.8850	1.2452	98.83	1.17	0.7713	2.0155	1.9767	1.9538	0.0016	0.0015
	C ₂	10.6065	2.2332	12.7887	0.9733	97.71	2.29	0.7812	1.7545	1.7064	1.6875	0.0016	
Rhizome (D)	D ₁	10.3154	2.0934	12.3769	1.1345	98.48	1.52	0.9846	2.1191	2.0506	2.0476	0.0002	0.0003
	D ₂	9.8133	2.0254	11.8026	1.0425	98.22	1.78	0.9825	2.0225	1.9619	1.9546	0.0004	

Formule utilisée :

$$\% \text{ MG} = \frac{\text{P2-P3}}{\text{P2-P1}} * \% \text{ MS}$$

Annexe 9. Teneur en Calcium des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Échantillons	Code	poids creuset	Poids avant étuve	Poids après étuve	%Humidité	% MS	Volume versé (ml)	Poids de Ca (mg)	Moyenne
Limbe (A)	A ₁	17.2595	5.8114	22.6990	6.40	93.60	6.9	1380.0	1370.0
	A ₁	18.0576	5.3193	23.0381	6.40	93.60	6.8	1360.0	
Nervure (B)	B ₁	17.9561	5.2171	22.7912	7.32	92.68	2.9	580.0	520.0
	B ₂	18.6964	5.0535	23.3809	7.30	92.70	2.3	460.0	
Stipe (C)	C ₁	18.6981	5.0053	22.9004	16.00	84.00	0.5	100.0	110.0
	C ₂	17.9770	5.4270	22.5893	15.00	85.00	0.6	120.0	

Formule utilisée :

$$\text{Poids ca (mg)} = \frac{20 * N * V * 250}{\text{Volume préleve}} * \frac{100}{\text{poids echantillon incree}}$$

Annexe 10. Teneur en Phosphore des sous-produits de bananiers « miske bwa blan »

Échantillons	Code	Poids creusets	Poids Avant étuve	Poids Après étuve	% Humidité	% MS	Poids ech. sec	Lecture	Poids P en µg	Moy
Limbe (A)	A ₁	17.5650	2.8010	20.1404	8.06	91.94	2.5752	0.162	1.4646	1.4595
	A ₂	17.9804	2.8375	20.5896	8.05	91.95	2.6092	0.160	1.4544	
Nervure (B)	B ₁	16.8349	2.6973	19.3867	5.39	94.61	2.5518	0.035	0.8133	0.8313
	B ₂	17.2590	2.6064	19.2741	5.69	94.31	2.0151	0.042	0.8492	
Stipe (C)	C ₁	18.3589	2.8319	20.9375	8.94	91.06	2.6161	0.067	0.9774	0.9800
	C ₂	18.7007	2.8247	21.2741	8.90	91.10	2.5734	0.068	0.9826	

Rhizome (D)	D ₁	18.0273	2.8655	20.6167	10.30	89.70	2.5924	0.064	0.9621	0.9595
	D ₂	18.2898	2.8732	20.8725	10.11	89.89	2.5827	0.063	0.9569	

Équation de la droite utilisée :

$$Y = 0.195X - 0.1236$$

Avec $R^2 = 0.987$

Annexe 11. Fiche de collecte de donnée sur la matière sèche offerte

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1		O ₁ L ₁								
			O ₂ L ₁								
			O ₃ L ₁								
	2		O ₁ L ₂								
			O ₂ L ₂								
			O ₃ L ₂								
	3		O ₁ L ₃								
			O ₂ L ₃								

			O ₃ L ₃									
--	--	--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 12. Fiche de collecte de données sur la matière sèche refusée

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy	
						P ₁	P ₂	P ₃				
	1		R ₁ L ₁									
			R ₂ L ₁									
			R ₃ L ₁									
	2		R ₁ L ₂									
			R ₂ L ₂									
			R ₃ L ₂									
	3		R ₁ L ₃									
			R ₂ L ₃									
			R ₃ L ₃									

Annexe 13. Fiche de collecte de données sur la consommation des chevrettes

Date	Lot										
	Résidus					Concentré					Total
	Offerts		Qté Ingerée	Refus		Offerts		Qté Ingerée	Refus		
	MV	MS	MS	MV	MS	MV	MS	MS	MV	MS	MS ingerées

Annexe 15. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la première période expérimentale

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Feuilles Bouillies	O ₁ L ₁	12.0	106.2	28.6	28.5	28.5	84.74	15.53	16.73
			O ₂ L ₁	11.9	105.7	30.6	30.5	30.5	82.41	17.59	
			O ₃ L ₁	11.9	127.0	33.7	33.6	33.6	83.00	17.80	
	2	Feuilles Crues	O ₁ L ₂	11.6	100.5	30.5	30.5	30.5	81.20	18.80	18.40
			O ₂ L ₂	11.9	103.0	29.3	29.0	29.0	83.40	16.60	
			O ₃ L ₂	12.2	103.3	32.3	32.0	32.0	80.83	19.17	
	3	Stipes Bouillis	O ₁ L ₃	11.9	122.0	20.4	18.1	18.1	93.00	7.00	5.73
			O ₂ L ₃	11.7	103.8	21.4	19.3	19.3	95.00	5.00	
			O ₃ L ₃	11.6	103.7	19.3	17.0	17.0	94.80	5.20	

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Feuilles Bouillies	R ₁ L ₁	11.7	115.3	26.1	26.0	26.0	89.60	10.40	10.70
			R ₂ L ₁	12.0	115.2	22.9	22.8	22.8	90.60	9.40	
			R ₃ L ₁	10.4	100.4	20.7	20.6	20.6	89.84	10.16	
	2	Feuilles Crues	R ₁ L ₂	12.2	101.3	30.6	29.0	29.0	83.42	16.58	16.71
			R ₂ L ₂	11.5	107.9	31.1	30.1	30.1	82.77	17.23	
			R ₃ L ₂	12.0	104.7	30.1	29.1	29.1	83.67	16.33	
	3	Stipes Bouillis	R ₁ L ₃	11.9	116.0	20.7	19.5	19.5	93.50	6.50	6.50
			R ₂ L ₃	11.8	112.5	20.9	19.7	19.7	93.00	7.00	
			R ₃ L ₃	11.8	115.1	22.9	18.8	18.8	94.00	6.00	

Annexe 16. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la première période expérimentale

Annexe 17. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la deuxième période expérimentale

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Feuilles Crues	O ₁ L ₁	11.9	105.3	40.9	35.5	35.5	77.15	22.85	22.38
			O ₂ L ₁	12	102.1	39.5	34.5	34.5	77.71	22.29	
			O ₃ L ₁	11.8	115.3	39.3	34	34	78.00	22.00	

2	Stipes Bouillis	O ₁ L ₂	11.9	103.3	20.5	18	18	94	6	6.15
		O ₂ L ₂	11.7	102.3	18.9	18.5	18.5	93.35	6.65	
		O ₃ L ₂	12.1	100.1	18	17.9	17.9	94.2	5.8	
3	Feuilles Bouillis	O ₁ L ₃	12.1	107.9	39.5	32.5	32.5	81.1	18.9	18.45
		O ₂ L ₃	11.6	110.8	34.9	30.9	30.9	82.58	17.42	
		O ₃ L ₃	11.7	103.5	32.7	31.4	31.4	80.97	19.03	

Annexe 18. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la deuxième période expérimentale

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Feuilles Crues	R ₁ L ₁	11.5	115.2	35.9	30.9	30.9	83.16	16.84	15.53
			R ₂ L ₁	12.3	109.1	37.8	28.9	28.9	84.6	15.4	
			R ₃ L ₁	12.1	105.2	32.5	27.2	27.2	84.6	15.4	
	2	Stipes Bouillis	R ₁ L ₂	12	116.3	21.9	19.5	19.5	93.55	6.45	6.6
			R ₂ L ₂	11.9	110.9	20.4	19.3	19.3	93.33	6.67	
			R ₃ L ₂	11.4	100.8	19.3	18.1	18.1	93.35	6.65	
	3	Feuilles Bouillies	R ₁ L ₃	10.9	112.3	34.7	30.1	30.1	82.91	17.09	16.26
			R ₂ L ₃	11	107.5	30.2	28.3	28.3	83.91	16.09	
			R ₃ L ₃	11.2	100.9	30	26.9	26.9	84.4	15.6	

Annexe 19. Réalisation de la matière sèche offerte pendant la troisième période expérimentale

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Stipes Bouillis	O ₁ L ₁	12.0	121	20.4	18.1	18.1	69.5	30.5	5.77
			O ₂ L ₁	11.7	104.5	21.4	19.3	19.3	92.72	7.28	
			O ₃ L ₁	11.7	103.7	19.3	17	17	95	5	
	2	Feuilles Bouillies	O ₁ L ₂	11.8	108.2	28.6	29.7	29.7	83.46	16.54	16.15
			O ₂ L ₂	11.0	104.7	30.6	28.7	28.7	83.10	16.9	
			O ₃ L ₂	11.9	125.7	33.7	30.5	30.5	85.00	15.00	
	3	Feuilles Crues	O ₁ L ₃	11.6	100.5	30.5	29.2	29.2	82.4	17.6	17.31
			O ₂ L ₃	11.9	103	29.3	28.5	28.5	83.4	16.6	

			O ₃ L ₃	12.2	103.3	32.3	30.5	30.5	82.28	17.72	
--	--	--	-------------------------------	------	-------	------	------	------	-------	-------	--

Annexe 20. Réalisation de la matière sèche refusée pendant la troisième période expérimentale

Date / Semaine	Lots	Type Echantillons	Codes	Poids sachet	Poids échantillons frais	Poids après étuve			% Humidité	%MS	%MS en Moy
						P ₁	P ₂	P ₃			
	1	Stipes Bouillis	R ₁ L ₁	11.8	116	20.7	18.2	18.2	94.49	5.51	5.56
			R ₂ L ₁	11.9	112.5	20.9	19	19	94.49	5.51	
			R ₃ L ₁	11.4	115.1	22.9	17	17	95.14	4.86	
	2	Feuilles Bouillies	R ₁ L ₂	11.7	115.3	26.1	26	26	87.6	12.4	10.7
			R ₂ L ₂	12	115.2	22.9	22.9	22.9	90.6	9.4	
			R ₃ L ₂	10.4	100.4	20.7	20.7	20.7	89.84	10.16	
	3	Feuilles Crues	R ₁ L ₃	12	100.1	30.6	30.6	30.6	84.52	15.48	15.32
			R ₂ L ₃	12.5	108.5	31.1	31.1	31.1	83.87	16.13	
			R ₃ L ₃	11.9	105.2	30.1	30.1	30.1	85.65	14.35	

Annexe 21. Pesée des animaux

		28/01/14	06/02/14	28/03/14	01/06/14	22/06/14	21/07/14	19/08/14	15/09/14
Lot	Numéro	Pesée 1	Pesée 2	Pesée 3	Pesée 4	Pesée 5	Pesée 6	Pesée 7	Pesée 8
1	01	9.5	9.4	-	-	-	-	-	-
	02	13.2	14.5	10.8	10.4	12.2	12.1	12.8	12.4
	03	12.0	12.3	9.5	10.9	11.8	12.6	14.0	13.0
	04	11.8	11.0	12.0	13.1	14.4	14.4	15.5	16.0
	05	11.6	11.8	11.7	12.8	13.7	14.5	15.6	15.5
	Moyenne	11.6	11.9	11.0	11.8	13.0	13.4	14.5	14.2
2	06	13.7	14.2	12.1	12.5	13.8	14.6	13.3	13.1
	07	9.8	9.8	9.4	-	-	-	-	-
	08	12.0	12.4	12.2	13.5	13.2	15.2	14.5	13.5
	09	11.5	11.0	11.0	11.1	14.4	12.9	12.7	12.0
	10	12.0	11.5	12.6	10.9	10.0	10.1	8.9	-
	Moyenne	11.8	11.8	11.46	12.0	12.1	12.7	12.0	13.0
	11	14.2	13.4	13.3	9.4	10.6	10.8	11.0	11.5

3	12	10.2	9.8	11.0	11.9	11.8	11.8	11.2	11.5
	13	11.5	12.5	13.3	14.9	15.2	15.0	14.8	15.5
	14	11.3	10.0	11.7	11.6	11.8	11.9	11.8	13.0
	15	10.0	12.0	9.8	-	-	-	-	-
	Moyenne	11.4	11.5	11.82	11.95	12.35	12.4	12.2	13.0

III. Différentes analyses effectuées sur R

I. Analyse des données (Quantité ingérée Résidus)

1.1 Consommation par Période

```
> Dataset <- read.table("C:/Users/JouJou/Documents/joly final.txt",  
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec="," , strip.white=TRUE)  
> LinearModel.1 <- lm(Ing..g.jr ~ Periode + Regime, data=Dataset)  
> summary(LinearModel.1)
```

Call:

```
lm(formula = Ing..g.jr ~ Periode + Regime, data = Dataset)
```

Residuals:

```
 1    2    3    4    5    6    7    8    9  
40.81 -72.89 32.08 107.41 -49.62 -57.79 17.54 16.98 -34.52
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) 415.89 61.39 6.775 0.00248 **  
Periode[T.II] 83.70 67.25 1.245 0.28121  
Periode[T.III] 17.63 67.25 0.262 0.80611  
Regime[T.FC] 88.00 67.25 1.309 0.26080  
Regime[T.SB] -417.97 67.25 -6.215 0.00341 **
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 82.36 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9431, Adjusted R-squared: 0.8863

F-statistic: 16.59 on 4 and 4 DF, p-value: 0.00933

```
> anova(LinearModel.1)
```

Analysis of Variance Table

Response: Ing..g.jr

```

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Periode  2 11681   5841  0.861 0.488676
Regime   2 438442 219221 32.317 0.003397 **
Residuals 4  27134   6784
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```
> LSD.test(LinearModel.1,"Periode","Regime")
```

Study:

LSD t Test for Ing..g.jr

Mean Square Error: 6783.556

Periode, means and individual (95 %) CI

	Ing..g.jr	std.err	replication	LCL	UCL
I	305.9000	138.1494	3	-77.66409	689.4641
II	389.6000	193.1630	3	-146.70658	925.9066
III	323.5333	145.5984	3	-80.71270	727.7794

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 186.712

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	II	389.6
a	III	323.5333
a	I	305.9

1.2 Consommation par régime

```
> LSD.test(LinearModel.1,"Regime","Periode")
```

Study:

LSD t Test for Ing..g.jr

Mean Square Error: 6783.556

Regime, means and individual (95 %) CI

Ing..g.jr	std.err	replication	LCL	UCL
FB	449.6667	4.3213938	3 437.66855	461.66478
FC	537.6667	80.3105085	3 314.68895	760.64438
SB	31.7000	0.9073772	3 29.18072	34.21928

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 186.712

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	FC	537.6667
a	FB	449.6667
b	SB	31.7

1.2.1 Ecart-Type : Periode et Regime

```
> tapply(Dataset$Ing..g.jr, list(Periode=Dataset$Periode), sd, na.rm=TRUE)
```

Periode (ecart-type)

I	II	III
239.2817	334.5682	252.1839

```
> tapply(Dataset$Ing..g.jr, list(Regime=Dataset$Regime), sd, na.rm=TRUE)
```

Regime (Ecart-type)

FB FC SB

7.484874 139.101881 1.571623

1.3. Consommation Concentré

```
> Dataset <- read.table("C:/Users/JouJou/Documents/joly final2.txt",
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
> LinearModel.3 <- lm(Conc. ~ Periode + Regime, data=Dataset)
> summary(LinearModel.3)
```

Call:

```
lm(formula = Conc. ~ Periode + Regime, data = Dataset)
```

Residuals:

```
 1    2    3    4    5    6    7    8
12.0622 -10.2044 -1.8578  9.9656 -3.5878 -6.3778  5.4456 -5.6844
 9 0.2389
```

Coefficients:

```
          Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  142.038    8.062  17.618 6.1e-05 ***
Periode[T.II]   4.140    8.831   0.469 0.663634
Periode[T.III] -4.253    8.831  -0.482 0.655244
Regime[T.FC]  -83.923    8.831  -9.503 0.000684 ***
Regime[T.SB] -112.680    8.831 -12.759 0.000217 **
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 10.82 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9779, Adjusted R-squared: 0.9557

F-statistic: 44.18 on 4 and 4 DF, p-value: 0.001448

```
> anova(LinearModel.3)
```

Analysis of Variance Table

Response: Conc.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Periode	2	105.7	52.8	0.4517	0.6654910
Regime	2	20566.9	10283.4	87.8993	0.0004949 ***
Residuals	4	468.0	117.0		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> LSD.test(LinearModel.3,"Periode","Regime")

Study:

LSD t Test for Conc.

Mean Square Error: 116.9909

Periode, means and individual (95 %) CI

	Conc.	std.err	replication	LCL	UCL
I	76.50333	39.24315	3	-32.453113	185.4598
II	80.64333	32.00087	3	-8.205331	169.4920
III	72.25000	30.68750	3	-12.952152	157.4522

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Par Periode

Least Significant Difference 24.51995

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	II	80.64333
a	I	76.50333
a	III	72.25

> LSD.test(LinearModel.3,"Regime","Periode")

Study:

LSD t Test for Conc.

Mean Square Error: 116.9909

Regime, means and individual (95 %) CI

Par Regime

Conc.	std.err	replication	LCL	UCL
FB	107.92000	6.4454118	3 124.10467	159.89533
FC	58.07667	7.2939343	3 37.82546	78.32787
SB	29.32000	0.9285652	3 26.74189	31.89811

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 24.51995

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	FB	107.92
b	FC	58.07667
c	SB	29.32

> tapply(Dataset\$Conc., list(Periode=Dataset\$Periode), sd, na.rm=TRUE)

Periode

I	II	III
67.97113	55.42714	53.15230

> tapply(Dataset\$Conc., list(Regime=Dataset\$Regime), sd, na.rm=TRUE)

Regime

FB	FC	SB
11.163781	12.633465	1.608322

II. Consommation totale résidus et Concentré

Consommation totale (Residus+concentre)

```
> Dataset <- read.table("C:/Users/JouJou/Documents/joly final 3.txt",  
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)  
> LinearModel.4 <- lm(TOTAL ~ Periode + Regime, data=Dataset)  
> summary(LinearModel.4)
```

Call:

```
lm(formula = TOTAL ~ Periode + Regime, data = Dataset)
```

Residuals:

```
 1   2   3   4   5   6   7   8   9  
52.87 -83.09 30.22 117.38 -53.21 -64.17 22.99 11.29 -34.28
```

Coefficients:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept)  557.927    67.875   8.220 0.00119 **  
Periode[T.II]  87.840    74.354   1.181 0.30289  
Periode[T.III] 13.380    74.354   0.180 0.86594  
Regime[T.FC]   4.077    74.354   0.055 0.95890  
Regime[T.SB] -530.647    74.354 -7.137 0.00204 *  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 91.06 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.946, Adjusted R-squared: 0.892

F-statistic: 17.51 on 4 and 4 DF, p-value: 0.008437

```
> anova(LinearModel.5)
```

Analysis of Variance Table

Response: TOTAL

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Periode	2	13439	6720	0.8103	0.506470
Regime	2	567532	283766	34.2188	0.003049 **
Residuals	4	33171	8293		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> LSD.test(LinearModel.5,"Periode","Regime")

Study:

LSD t Test for TOTAL

Mean Square Error: 8292.678

Periode, means and individual (95 %) CI

	TOTAL	std.err	replication	LCL	UCL
I	382.4033	166.8536	3	-80.85654	845.6632
II	470.2433	211.0812	3	-115.81194	1056.2986
III	395.7833	166.4982	3	-66.48985	858.0565

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 206.4386

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a II 470.2433

a III 395.7833

a I 382.4033

> LSD.test(LinearModel.5,"Regime","Periode")

Study:

LSD t Test for TOTAL

Mean Square Error: 8292.678

Regime, means and individual (95 %) CI

	TOTAL	std.err	replication	LCL	UCL
FB	591.6667	9.571021	3	565.09325	618.24008
FC	595.7433	87.597725	3	352.53306	838.95361
SB	61.0200	1.830273	3	55.93835	66.10165

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 206.4386

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a FC 595.7433

a FB 591.6667

```
b      SB      61.02
```

```
> library(abind, pos=4)
```

```
> library(e1071, pos=4)
```

```
> tapply(Dataset$TOTAL, list(Periode=Dataset$Periode), sd, na.rm=TRUE)
```

```
Periode
```

```
  I    II   III
```

```
288.9989 365.6033 288.3834
```

```
> tapply(Dataset$TOTAL, list(Regime=Dataset$Regime), sd, na.rm=TRUE)
```

```
Regime
```

```
  FB    FC    SB
```

```
16.577495 151.723711  3.170126
```

```
MAtiere seche totale
```

```
> Dataset <- read.table("C:/Users/JOLY Jean Claude/Desktop/dj.txt",
```

```
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
```

```
> LinearModel.1 <- lm(TOTAL ~ Regime + Fourrages, data=Dataset)
```

```
> summary(LinearModel.1)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = TOTAL ~ Regime + Fourrages, data = Dataset)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-289.183	-54.643	5.313	137.287	171.477

Coefficients: (2 not defined because of singularities)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	557.59	97.73	5.705	0.00125 **
Regime[T.B]	38.16	138.22	0.276	0.79176
Regime[T.C]	-107.52	138.22	-0.778	0.46616
Fourrages[T.FC]	NA	NA	NA	NA
Fourrages[T.SB+H]	NA	NA	NA	NA

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 169.3 on 6 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1661, Adjusted R-squared: -0.1119

F-statistic: 0.5974 on 2 and 6 DF, p-value: 0.5799

> anova(LinearModel.1)

Analysis of Variance Table

Response: TOTAL

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Regime	2	34240	17120	0.5974	0.5799
Residuals	6	171932	28655		

```
> LSD.test(LinearModel.1,"Regime","Fourrages")
```

Study:

LSD t Test for TOTAL

Mean Square Error: 28655.31

Regime, means and individual (95 %) CI

	TOTAL	std.err	replication	LCL	UCL
A	557.5867	7.576669	3	539.04723	576.1261
B	595.7433	87.597725	3	381.39942	810.0872
C	491.3633	144.653164	3	96.10979	804.0169

alpha: 0.05 ; Df Error: 6

Critical Value of t: 2.446912

Least Significant Difference 338.2013

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	B	595.7433
a	A	557.5867

a C 491.3633

```
> tapply(Dataset$TOTAL, list(Regime=Dataset$Regime), sd, na.rm=TRUE)
```

Regime

A B C

13.12318 151.72371 250.54663

Analyses GMQ de chevrettes

```
> Dataset <- read.table("C:/Users/JOLY Jean Claude/Desktop/GMQ periode.txt",
```

```
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
```

```
> LinearModel.1 <- lm(GMQ ~ Periode + REGIME, data=Dataset)
```

```
> summary(LinearModel.1)
```

Call:

```
lm(formula = GMQ ~ Periode + REGIME, data = Dataset)
```

Residuals:

1 2 3 4 5 6 7 8

7.6984 -9.4445 1.7461 9.8413 -11.5873 1.7460 9.8413 -9.4444 9

-0.3968

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) 10.159 8.912 1.140 0.3180

Periode[T.II] -20.238 9.763 -2.073 0.1069

Periode[T.III] -18.810 9.763 -1.927 0.1263

REGIME[T.FC] 41.190 9.763 4.219 0.0135 *

REGIME[T.SB+H] -10.714 9.763 -1.097 0.3341

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 11.96 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9021, Adjusted R-squared: 0.8042

F-statistic: 9.217 on 4 and 4 DF, p-value: 0.02686

> anova(LinearModel.1)

Analysis of Variance Table

Response: GMQ

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Periode	2	765.4	382.71	2.6768	0.18288
REGIME	2	4505.6	2252.78	15.7569	0.01269 *
Residuals	4	571.9	142.97		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> LSD.test(LinearModel.1,"REGIME","Periode")

Study:

LSD t Test for GMQ

Mean Square Error: 142.9706

REGIME, means and individual (95 %) CI

	GMQ	std.err	replication	LCL	UCL
FB	-2.85713	10.733658	3	-32.65854	26.94428
FC	38.33334	3.107414	3	29.70578	46.96091
SB+H	-13.57144	9.900312	3	-41.05912	13.91623

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 27.10609

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	FC	38.33334
b	FB	-2.85713
b	SB+H	-13.57144

> LSD.test(LinearModel.1,"Periode","REGIME")

Study:

LSD t Test for GMQ

Mean Square Error: 142.9706

Periode, means and individual (95 %) CI

GMQ	std.err	replication	LCL	UCL
I	20.317459	11.81740	3 -12.49291	53.12783
II	0.079350	21.58337	3 -59.84570	60.00440
III	1.507959	15.51603	3 -41.57144	44.58736

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 27.10609

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	I	20.31746
---	---	----------

```
a      III      1.507959
a      II       0.07935
```

QMQ en Fonction du lot

```
> Dataset <-
+ read.table("C:/Users/JOLY Jean Claude/Desktop/Ana RGMQ par Lot.txt",
+ header=TRUE, sep="\t", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
> LinearModel.1 <- lm(GMQ ~ LOT + REGIME, data=Dataset)
> summary(LinearModel.1)
```

Call:

```
lm(formula = GMQ ~ LOT + REGIME, data = Dataset)
```

Residuals:

```
 1    2    3    4    5    6    7    8    9
11.587 13.730 13.730 -6.508 -8.651 -6.508 -5.079 -5.079 -7.222
```

Coefficients:

```
          Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   6.270    10.372   0.604  0.5781
LOT[T.II]    -19.286    11.362  -1.697  0.1649
LOT[T.III]    -8.095    11.362  -0.712  0.5155
REGIME[T.FC]  41.190    11.362   3.625  0.0223 *
REGIME[T.SB+H] -10.714    11.362  -0.943  0.3991
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 13.92 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8674, Adjusted R-squared: 0.7349

F-statistic: 6.543 on 4 and 4 DF, p-value: 0.04807

```
> anova(LinearModel.1)
```

Analysis of Variance Table

Response: GMQ

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
LOT	2	562.7	281.35	1.4529	0.33551
REGIME	2	4505.6	2252.78	11.6332	0.02152 *
Residuals	4	774.6	193.65		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> LSD.test(LinearModel.1,"LOT","REIME")
```

Study:

LSD t Test for GMQ

Mean Square Error: 193.6508

LOT, means and individual (95 %) CI

	GMQ	std.err	replication	LCL	UCL
I	16.428570	14.58872	3	-24.07620	56.93334
II	-2.857147	22.75773	3	-66.04272	60.32843
III	8.333344	12.21811	3	-25.58956	42.25625

alpha: 0.05 ; Df Error: 4

Critical Value of t: 2.776445

Least Significant Difference 31.54664

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	1	16.42857
a	3	8.333344
a	2	-2.857147

```
> tapply(Dataset$GMQ, list(LOT=Dataset$LOT), sd, na.rm=TRUE)
```

Ecart-type pour les lots

LOT

	1	2	3
	25.26840	39.41754	21.16238

Quelques Photos prises pendant l'expérimentation



Annexe 22. Figure 3. Photo des chevrettes en train de manger Annexe 23. Figure 4. Photo Pesée refus



Annexe 24. Figure 5. Photo des échantillons de résidus offert et refus en Etuve pour MS



Annexe 25. Figure 6. Photo de l'analyse de Cellulose Brute



Annexe 25. Figure 7. Photos de la Pesée des chevrettes

Annexe 26. Mode opératoire Matière Grasse.

Vol. prise essai

Joly

FACULTE D' AGRONOMIE ET DE MEDECINE VETERINAIRE

ALIMENTS POUR ANIMAUX

MATIERES GRASSES BRUTES

Extraction à l'éther

Principe Les matières grasses sont extraites à l'éther diéthylique dans un Soxhlet

Réactif Ether diéthylique anhydre exempt de peroxyde

Avant utilisation, laver l'éther avec de petites portions d'eau

Puis ajouter NaOH ou KOH en pastilles et laisser jusqu'à ce que les traces d'eau soient éliminées.

Décanner dans un flacon brun sec . Ajouter un morceau de Na métallique et laisser au repos jusqu'à ce que le dégagement de H cesse.

Conserver l'éther dans un flacon bien fermé à l'abri de la lumière

Matériel Appareil de Soxhlet

Cartouches d'extraction

Mode opératoire

Introduire environ 2 g, exactement pesés, d'aliment sec dans une cartouche

à extraction

Placer dans le Soxhlet

Extraire durant 4 à 16 heures

Sécher ensuite la cartouche une nuit à 105°C.

Refroidir et peser

Récapitulation des opérations

1 - Peser la cartouche dégraissée et séchée en étuve P1

2 - Remplir avec l'aliment aux 3/4 (environ 0,5 g)

3 - Fermer avec un peu de coton préalablement dégraissé

4 - Mettre une nuit à l'étuve

5 - Peser la cartouche remplie P2

6 - Procéder à l'extraction dans l'appareil

7 - Sécher la cartouche avec l'aliment dégraissé durant une nuit à 105°C

8 - Peser cartouche et produit dégraissé et sec P3

Matières grasses pour 100g de PB = $(P2 - P3) \times MS / P2 - P1$

0,0041
0,4743