

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. CADRE DE L'ETUDE	2
A. L'élevage bovin dans la région d'Alaoatra	2
1. L'Agriculture de l'Alaoatra	2
2. Vocation des cheptels	2
3. Système d'alimentation	2
4. Performance productive des bovins tropicaux	3
B. Les SCV	4
1. Historique	4
2. Objectifs et principes	4
3. Intérêts et inconvénients :	5
C. Caractéristiques d'un fourrage :	5
1. Productivité d'un fourrage	5
2. La valeur alimentaire d'un fourrage	6
3. Facteurs de variation de la productivité et de la qualité d'un fourrage.....	10
D. SPIR.....	11
1. Principes	11
2. Mode opératoire.....	12
3. Détermination des composants chimiques et de la valeur nutritive des fourrages.....	12
4. Calibration.....	13
5. Intérêts et limites du SPIR.....	13
II. MATERIELS ET METHODES.....	15
A. Caractéristiques du milieu d'étude	15
1. Localisation des parcelles.....	15
2. Climat.....	15
3. Sol et végétations.....	16
B. Matériel végétal.....	17
1. Les plantes de couverture vives.....	17
C.	18
1. Les couvertures mortes	20
D. Caractéristiques des parcelles	20
1. Nombre.....	20
2. Systèmes de culture	20
3. Entretiens des parcelles	21
E. Matériels de prélèvements et d'analyse fourragère	21
1. Prélèvement	21
2. Pré-séchage.....	21
3. Détermination de la MS :	22
4. Analyse fourragère :	22
F. Démarches et méthodes de prélèvements et d'analyse fourragère.....	22
1. Prélèvements.....	22
2. Pesée	23
3. Pré-séchage.....	23
4. Broyage	24

5.	Analyse fourragère.....	24
6.	Traitement et analyse des données	25
G.	Avantage et limites du travail.....	27
1.	Dates de coupe, et localisation des parcelles de prélèvement.	27
2.	Effectifs des parcelles	27
3.	Analyse et valeurs fourragères	28
III.	RESULTATS	29
A.	Productivité des plantes de couverture	29
1.	Production de biomasse (tonnes MS/ha).....	29
2.	Vitesse de croissance	30
B.	Composition chimique	33
1.	plantes de couvertures vives.....	33
2.	Pailles de riz et de maïs.....	34
C.	Valeur énergétique.....	34
1.	plantes de couverture	34
2.	pailles de riz et de maïs	34
D.	Valeur azotée.....	35
1.	Plantes de couvertures vives.....	35
2.	Pailles de riz et de maïs.....	35
E.	Digestibilité et ingestibilité.....	35
F.	Variation et interrelation des variables alimentaires	40
1.	Relation entre les facteurs de variation et les variables alimentaires	40
2.	Corrélations entre les principes alimentaires.....	40
G.	Etude typologique des plantes de couverture.....	46
1.	Les fourrages graminéens.....	46
2.	Les légumineuses.....	46
IV.	DISCUSSION ET PROPOSITIONS.....	47
A.	Productivité en MS	47
1.	Brachiaria	47
2.	Stylosanthes.....	47
B.	Valeurs alimentaire.....	48
1.	Plantes de couverture	48
2.	Pailles de riz et de maïs.....	49
C.	Digestibilité et ingestibilité.....	49
D.	Evaluation de la valeur fourragère des plantes de couverture.....	50
E.	Variation et interrelation des variables alimentaires	50
1.	Relation entre les facteurs de variation et les variables alimentaires	50
2.	Relation entre variables alimentaires	51
F.	Typologie des plantes de couverture	51
1.	Fourrages graminéens	51
2.	Les légumineuses.....	51
G.	Propositions.....	52
1.	Les rations de base proposées.....	52
2.	Besoins en surface fourragère	54
3.	Capacité de charge	55
4.	Qualité fourragère.....	56
	Conclusion	57
	BIBLIOGRAPHIE	58
	ANNEXES	62

LISTE DES ABBREVIATIONS

ACP : Analyse en Composante principale
ADF : acid detergent fiber
ADL : acid detergent lignin
AFD : Agence Française de Développement
ANOVA : analysis of variance
AVSF : Agronomes Vétérinaires Sans Frontières
CB : cellulose brute
CI : Capacité d'ingestion
CIRAD : Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CP : Crude Protein
dE : digestibilité de l'énergie
DT : dégradabilité théorique
DMO : Digestibilité de la Matière Organique
DMSauf : Digestibilité enzymatique de la Matière Sèche
E : Est
EB : énergie brute
ED : énergie digestible
EM : énergie métabolisable
EN : énergie nette
ENA : extractif non azoté
ENEV : énergie nette entretien et viande
ENL : énergie nette lait
IngBO250 : ingestibilité d'un jeune bovin
IngVL600 : ingestibilité d'une vache laitière
MAD : matière azotée digestible
MO : matière organique
MOF : Matière Organique fraîche
MOD : Matière Organique Digestible
MS : matière sèche
MSI : quantité de Matière Sèche Ingérée
NA : niveau d'alimentation
NDF : neutral detergent fiber
PDI : protéines digestibles dans l'intestin
PDIA : protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire
PDIE : protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie
PDIME : protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permises par l'énergie

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

PDIN : protéines digestibles dans l'intestin

PV : Poids Vif

UFL : unité fourragère lait

UFV : unité fourragère viande

RP : Riz pluvial

SCV : Système de Culture Sous-couverture Végétale

SPIR : Spectroscopie dans le Proche InfraRouge

TAFa : TAny sy Fampanandrosoana

UBT : Unité Bovin Tropical

UEL : Unité d'Encombrement Lait

UGB : Unité Gros bétail

W : Ouest

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Liste des tableaux

Tableau 1 : besoins en énergie et en MAD d'un bovin de trait en fonction de la durée de travail	3
Tableau 2 : production laitière par type de race	3
Tableau 3 : sol des tanety des deux rives du lac Alaotra.	17
Tableau 4 : Les plantes de couvertures et les résidus de récoltes étudiés : nombre de parcelles, dates et rang de coupe	18
Tableau 5 : caractéristiques des plantes étudiées	19
Tableau 6 : productivité des brachiaria (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)	31
Tableau 7 : Productivité du stylosanthes par ordre de coupe et par rive (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)	31
Tableau 8 : Rendements en biomasse des pailles de riz et maïs (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	31
Tableau 9 : synthèse de la comparaison des plantes de couvertures par rapport aux facteurs de variation	39
Tableau 10 : Matrice de corrélation de la composition chimique des brachiaria	41
Tableau 11 : Matrice de corrélation de la composition chimique du stylosanthes	41
Tableau 12 : Matrice de corrélation : Matrice de corrélation de la composition chimique SPIR des pailles de riz et maïs	41
Tableau 13 : Matrice de corrélation de la composition chimique de la dolique et du niébé	41
Tableau 14 : comparaison de la valeur alimentaire des plantes de couverture légumineuses(Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	44
Tableau 15 : comparaison de la valeur alimentaire des plantes de couverture graminéennes (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)	45
Tableau 16 : historique des parcelles par type de plante	III
Tableau 17 : productivité de <i>B. humidicola</i> (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)...VI	
Tableau 18 : productivité de <i>B. ruziziensis</i> (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)....VI	
Tableau 19 : productivité de <i>S. guianensis</i> (rive Est) (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	VII
Tableau 20: productivité du <i>S. guianensis</i> (rive Ouest) (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	VIII
Tableau 21 : Valeur alimentaire des <i>B. brizantha</i> , <i>B. humidicola</i> , <i>B. ruziziensis</i> suivant le rang de coupe (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	IX
Tableau 22 : composition chimique des plantes de couvertures (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	X
Tableau 23 : composition chimique du <i>S. guianensis</i> (rive Ouest).....	XI
Tableau 24: composition chimique du <i>S. guianensis</i> (rive Est).....	XII
Tableau 25 : composition chimique de <i>B. brizantha</i> suivant l'âge	XIII
Tableau 26 : composition chimique de <i>B. humidicola</i> et <i>ruziziensis</i> suivant l'âge	XIII
Tableau 27 : valeur énergétique des plantes de couverture (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	XIV
Tableau 28 : valeur énergétique de <i>S. guianensis</i> (rive Ouest).....	XV
Tableau 29 : valeur énergétique du <i>S. guianensis</i> (rive Est).....	XVI
Tableau 30: valeur énergétique de <i>B. brizantha</i>	XVII
Tableau 31 : valeur énergétique de <i>B. humidicola</i> et <i>ruziziensis</i>	XVII
Tableau 32 : valeur azotée des plantes de couvertures (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	XVIII
Tableau 33 : valeur azotée du <i>S. guianensis</i> (rive Ouest).....	XIX
Tableau 34: valeur azotée du <i>S. guianensis</i> (rive Est).....	XIX

Tableau 35: valeur azotée de <i>B. humidicola</i> et <i>ruziziensis</i>	XX
Tableau 36 : digestibilité et ingestibilité des plantes de couverture (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes).....	XXI
Tableau 37 : besoins énergétique s et azotées de chaque catégorie d'animal.....	XXIII
Tableau 38 : valeur nutritive des rations proposées à un bœuf de trait.	XXIV
Tableau 39: valeur nutritive des rations proposées à un bœuf à l'engrais.....	XXV
Tableau 40 : tableau des rations pour la vache laitière de race locale.....	XXVI
Tableau 41 : tableau des rations pour la vache laitière « rana »	XXVII
Tableau 42: valeur nutritive des rations proposées pour la race métis.....	XXVIII
Tableau 43 : valeur nutritive des rations proposées à la vache laitière de race pure ..	XXIX
Tableau 44: besoins en surface fourragère suivant la catégorie de l'animal.....	XXX

LISTE DES FIGURES

Figure 1: principe de la spectroscopie	12
Figure 2: courbes ombrothermiques d'Ambatondrazaka (Ambohitsilaozana) et d'Amparafaravola (Morafeno).....	16
Figure 3: Calendrier de prélèvements.....	18
Figure 4 : comparaison de la production en MS du <i>B. brizantha</i> et du <i>Stylosanthes guianensis</i>	30
Figure 5 : Composition chimique des fourrages étudiés (teneurs en MAT et NDF)	32
Figure 6 : Valeur énergétique des fourrages étudiés	36
Figure 7 : Valeur azotée des fourrages étudiés (PDI).....	37
Figure 8 :Valeur d'encombrement des fourrages (UEL).....	38
Figure 9 : typologie des plantes de couverture graminéennes dans le plan (F1 ;F2)	42
Figure 10 : typologie des plantes de couvertures légumineuses dans le plan (F1 ; F2)	43
Figure 11 : Les différentes étapes du travail de recherche de cette étude.	V

photo 1 :localisation des districts	photo 2 : les rives du lac Alaotra	15
photo 3: <i>Stylosanthes guianensis</i>	photo 4: niébé	photo 5 : dolique
photo 6 : <i>B. humidicola</i>	photo 7 : <i>B. ruziziensis</i>	photo 8 : <i>B. brizantha</i> cv marandu
		17

Annexes

Annexe 1 : SCV.....	I
Annexe 2: Productivité des fourrages.....	VI
Annexe 3 : composition chimique des fourrages étudiés	IX
Annexe 4 : valeurs énergétiques en fonction de l'âge	XIV
Annexe 5 : valeurs azotées.....	XVIII
Annexe 6 : ingestibilité des fourrages étudiés	XXI
Annexe 7 : Calculs des différents paramètres de la valeur nutritive des rations	XXII
Annexe 8 : les rations proposées aux différentes catégories d'animaux	XXIV
Annexe 9 : surface fourragère.....	XXX

INTRODUCTION

L'économie de Madagascar, comme la plupart des pays en voie de développement, est basée sur l'Agriculture. Un des piliers de ce secteur est la région d'Alaotra, « le grenier à riz » du pays. Cependant, à chaque saison pluvieuse, les vastes périmètres rizicoles de la région subissent les inondations et ensablement causés par les érosions intenses des « tanety » en amont. Le sol de ces « tanety », et le pâturage naturel à disposition des animaux, s'en trouvent alors très appauvris. Ces faits agissent très négativement sur la productivité agricole et l'élevage bovin de la région. C'est pourquoi, afin de faire face à ces graves problèmes de dégradation du sol, le projet de développement rural « Bv-lac », a été mis en place dans la région d'Alaotra par le gouvernement malgache et l'Agence Française de Développement (AFD), depuis l'année 2003. Le projet a alors proposé aux paysans une nouvelle technique agricole à portée écologique : les Systèmes de Culture sous-Couverture Végétale (SCV). Ils sont basés, entre autres, sur l'intégration des couvertures vives (les plantes de couverture), ou mortes lorsqu'il s'agit des résidus de récolte, dans les cultures vivrières. D'autre part, les bovins de la région, activement utilisés dans la traction animale et la reproduction, sont continuellement confrontés à la sous-alimentation due à la pauvreté du pâturage naturel et à la réticence de la plupart des paysans malgaches aux cultures fourragères. Or, la plupart des plantes de couverture vives utilisées en SCV sont des plantes fourragères, et peuvent donc être exploitées en alimentation bovine.

Toutefois, les informations sur la production et la valeur alimentaire réelles de ces plantes, dans la région même, sont encore méconnues.

Or, les plantes de couvertures telles que *B. brizantha* marandu, *B. ruziziensis*, et *B. humidicola*, *Stylosanthes guianensis*, *Dolichos lablab* et *Vigna unguiculata* possèdent de bonne valeur alimentaire, plus adaptée à l'alimentation des bovins, que les résidus de récolte, comme les pailles de riz, couramment offerts aux animaux à partir de la période de moisson du riz.

L'étude consiste alors en la détermination des rendements et de la valeur alimentaire de ces plantes de couverture. Pour ce faire :

L'étude bibliographique va mettre en lumière les éléments concernant l'alimentation bovine et l'étude des fourrages dans un premier temps. En second lieu, les matériels et méthodes mis en jeu pour l'étude des plantes de couverture seront détaillés. Ensuite, les résultats seront exposés pour être discutés et pour pouvoir avancer des propositions dans la dernière partie.

I. CADRE DE L'ETUDE

A. L'élevage bovin dans la région d'Alaotra

1. L'Agriculture de l'Alaotra

En tant que grenier à riz de Madagascar, l'agriculture de la région d'Alaotra est basée sur la riziculture. Et en même temps, les paysans malgaches adeptes de la polyculture pratiquent de nombreuses cultures pluviales sur tanety comme le maïs, les légumineuses alimentaires (haricot, niébé, voandzou etc.) et les tubercules, en vue d'assurer leur sécurité alimentaire. Dans cette région, ils cultivent également des arbres fruitiers (litchis, mangues, bananes etc.).

La riziculture va de pair avec l'élevage bovin extensif de race locale (zébus). En effets, les bovins sont surtout exploités pour leur force de travail. D'un autre côté, le petit élevage de volailles (oie, poules) et de porc subsiste toujours pour faire office de trésorerie. Enfin, la pêche est surtout pratiquée par les paysans immigrés sans terre (Durand et Nave, 2007).

2. Vocation des cheptels

D'après les enquêtes menées par AVSF (2004) dans le bassin versant de l'Imamaba-Vakaka (rive Ouest du lac Alaotra) les bovins ont deux destinées principales : la traction animale et la reproduction incluant la production laitière. Les paysans éleveurs sont alors catégorisés en trois groupes :

- ceux qui divisent leur cheptel en deux : le premier est réservé à la traction, tandis que le second est destiné à la reproduction
- d'autres élèvent seulement des bœufs de trait
- et la troisième catégorie ne fait que de la reproduction.

L'élevage de bovins laitiers de race améliorée semble être une activité récente, apportée par des immigrants venus du triangle laitier et transmise de père en fils dans la région (Samad Houssein, 2008).

Quant à l'embouche bovine, elle est destinée aux animaux réformés et blessés, qui ne sont plus capables de travailler.

3. Système d'alimentation

D'après les enquêtes menées par AVSF (2008), les bovins de race locale s'alimentent essentiellement au pâturage naturel :

- dans les rizières et les bas-fonds dès la fin de la saison de récolte jusqu'en Novembre, lors de la période de préparation des rizières, en début de la saison des pluies. C'est la période de la saison sèche où les fourrages naturels dans les tanety sont vieux et très lignifiés,

alors que la proximité de la nappe phréatique fait apparaître des repousses de végétation dans les bas-fonds et les rizières, en plus de l'abondance des résidus de récolte.

- tandis que du mois de novembre au mois de mai, c'est la saison de pluie, l'offre fourragère se trouve plus intéressante sur les tanety en jachère et dans les « kijana ». C'est au début de cette saison que les feux de brousse sont très pratiqués, dans le but de favoriser les repousses des végétations, très appréciées des bovins, et éliminer l'embroussaillage.

4. Performance productive des bovins tropicaux

a) Force de travail

Les zébus de race locale, de petit format, pèsent en moyenne entre 200 et 300 kg. Quatre bœufs de traits mettent 28 heures de temps pour labourer une superficie de 1ha. Un bœuf de trait effectue 130 heures d'attelage par an (Dubois, 2004).

Ainsi, les besoins alimentaires des bœufs de trait dépendent non seulement de leurs poids, mais aussi de l'intensité du travail ainsi que de la durée du travail.

Tableau 1 : besoins en énergie et en MAD d'un bovin de trait en fonction de la durée de travail

PV (kg)	UFL/jour			MAD (g/jour)		
	4h	6h	+1h	4h	6h	+1h
200	3,0-3,4	3,3-3,9	0,16-0,21	224-256	248-296	13-17
300	4,2-4,8	4,7-5,6	0,25-0,32	312-360	352-424	20-26
400	5,3-6,2	6,0-7,4	0,35-0,46	396-468	452-564	28-37

Source : GRET, *Mémento de l'agronome*, CD-Rom (2002)

b) Productivité laitière

Selon une étude faite par Samad Hussein (2009), quatre races sont utilisées dans la production laitière dans la zone d'Ambatondrazaka : parmi les races améliorées il y a des races pures et des métisses, les Rana et enfin, la race locale. La productivité de la vache varie ainsi selon sa race.

Tableau 2 : production laitière par type de race

Race	Pic de production (litre)	Durée de lactation (jour)	Total production moyenne annuelle par vache (litre)	Moyenne de production journalière par vache (litre)
Race pure	15	330	2 700 – 2 800	8
Métisse	11	300	1 800 – 2 000	7
Rana	6	210	850 - 950	5
Race locale	3	90	250 - 300	3

Source : Samad Houssein, 2009

c) **Reproduction**

Dans les bassins versants de l'Imamba-Vakaka, les zébus femelles vêlent en moyenne 0,75 veau/an avec un intervalle entre vêlages de 18 à 24 mois (Dubois, 2004).

Actuellement, de la concurrence entre l'agriculture et l'élevage dans l'occupation des terres, d'où réduit progressivement les surfaces de pâturage. En plus de la faiblesse de la valeur fourragère du pâturage naturel due à la dégradation du sol. L'introduction et l'adaptation de nouveaux systèmes de culture comme les SCV sont alors réalisées pour faire face aux problèmes de productivité et de durabilité des cultures à Madagascar. Comment les SCV sont-ils, alors, arrivés à Madagascar et quels sont ses caractéristiques ?

B. Les SCV

1. Historique

Les SCV sont basés sur le semis direct, une technique agricole très ancienne, utilisée égyptiens et des indiens d'Amérique. Il a alors parcouru le monde et a évolué au cours du temps, pour aboutir aux SCV, pour la première fois au Brésil, en 1980. Ce sont ces SCV brésiliens qui ont été adoptés à l'agriculture traditionnelle africaine.

Arrivés à Madagascar en 1990, les SCV ont été choisis comme étant des solutions de lutte contre les érosions et la dégradation du sol. (annexe 1).

Cependant, d'après un bilan/ évaluation de la conservation des sols à Madagascar réalisé par RASAMBAINARIVO (1997), dans les années 60-70, plusieurs légumineuses fourragères tropicales ont été introduites à Madagascar, dont le *Stylosanthes guianensis*, une des plantes de couverture de l'étude, en vue d'améliorer la productivité des pâturages. Ainsi, il a été le plus diffusé dans le Moyen Ouest. Et déjà en ce temps là, le stylosanthes a joué son rôle de plante de couverture comme aujourd'hui. En effet, il a été constaté que les rendements des cultures associées à la légumineuse augmentaient et que l'effet du ruissellement sur une parcelle de *S. guianensis* est faible.

2. Objectifs et principes

Le but principal en SCV est la conservation et la restitution de la fertilité du sol.

Pour cela, ils sont basés sur trois principes fondamentaux :

- Le non travail du sol : c'est-à-dire, semis direct.
- Couverture organique permanente, vivante ou morte, du sol par les plantes de couvertures
- Rotation et association de culturale entre les plantes de couverture et les cultures vivrières.

3. Intérêts et inconvénients :

- ❖ Le maintien d'une couverture végétale permanente, vive ou morte, sur une parcelle protège le sol des érosions hydrique et/ou éolienne, surtout au niveau des terrains en pente. Ceci a pour effet de limiter le transfert d'éléments nutritifs du sol d'amont en aval, en d'autres termes de limiter l'appauvrissement des sols situés en pente. Par conséquent, l'ensablement des rizières et des cours d'eau en aval s'en trouve limité. La dégradation de ces plantes de couverture va enrichir le sol en matières organiques et en éléments nutritifs
- ❖ L'association et la succession de cultures interrompent le cycle des maladies spécifiques à certaines cultures d'une part, et d'autre part, permettent de diversifier les produits agricoles.
- ❖ Le « zéro labour » soustrait le sol à l'érosion aratoire, une autre forme d'érosion méconnue. En effet, l'érosion aratoire due au travail du sol, entre autres le labour, conduit également au transfert du sol d'amont en aval, et provoque ainsi les mêmes dégâts que les érosions hydrique et éolienne.
- ❖ La plupart des plantes de couverture utilisées en SCV sont des plantes fourragères. Elles représentent alors une ressource fourragère non négligeable et à exploiter. Leur exploitation est un moyen d'intégrer les paysans au système agriculture/élevage.
- ❖ Cependant, l'utilisation d'herbicides pour tuer les plantes de couverture pour le paillage pollue la nappe phréatique, sur le plan environnemental, mais aussi, coûte cher aux paysans malgaches.
- ❖ Tandis qu'au niveau de l'intégration agriculture/élevage, l'utilisation des plantes de couverture en fourrages pose problème sur la disponibilité de la biomasse pour le paillage du semis direct.

Ainsi donc, les plantes de couverture sont des ressources fourragères intéressantes dans l'amélioration de l'alimentation bovine malgache, et dont la valeur alimentaire réelle dans la région d'Alaoatra reste, alors, à préciser. Quels sont alors les paramètres permettant d'évaluer la valeur fourragère d'une plante ?

C. Caractéristiques d'un fourrage :

La potentialité d'un fourrage s'évalue autant sur sa productivité que sur sa valeur alimentaire.

1. Productivité d'un fourrage

La production fourragère équivaut à la quantité de biomasse produite définie par : « production primaire ». Il s'agit de la biomasse aérienne correspondant à la production primaire aérienne. Il faut intégrer la biomasse racinaire pour pouvoir parler de « Production primaire totale ».

a) **Production primaire potentielle**

C'est la production primaire permise par les conditions non modifiables du milieu, quand les conditions modifiables ne sont pas limitantes dans la croissance de la culture. Ainsi, les deux principaux facteurs non modifiables sont le rayonnement solaire incident et la température.

b) **Production primaire réelle**

C'est la production primaire permise lorsque un ou plusieurs facteurs et conditions du milieu modifiables sont limitantes (Roberge (éd), 1999).

La production d'une culture fourragère est exprimée en quantité de matière verte par unité de surface. Et comme, les plantes possèdent des teneurs variables en matière sèche (MS), liées à leur composition propre, aussi, raisonner en termes de quantité de tonnes de MS/ha s'avère plus adéquat (GRET, 2002).

c) **Vitesse de croissance**

C'est également un paramètre permettant d'évaluer la productivité d'une espèce fourragère donnée. Elle permet de déterminer le temps de repos idéal, c'est-à-dire, le meilleur compromis entre la qualité et la quantité du fourrage. Elle est généralement exprimée en kg de MS/ha/jour mais aussi en g/m²/jour.

2. **La valeur alimentaire d'un fourrage**

La valeur alimentaire d'un fourrage permet de déterminer l'apport du fourrage dans la satisfaction des besoins nutritionnels de l'animal. En effet, les besoins d'un animal se divisent en deux catégories bien distinctes :

- Les besoins d'entretien : définis par les activités physiologiques pour le maintien de la survie (respiration, métabolisme basal, etc.)
- Les besoins de production, dont les divers produits sont le lait, la force de travail, la viande, la gestation et la constitution de réserves.

Il existe alors quatre méthodes de détermination de la valeur alimentaire d'un fourrage : les méthodes analytiques, les méthodes biologiques, les méthodes *in vivo* et les méthodes enzymatiques. Celle utilisée dans cette étude appartient aux méthodes analytiques : il s'agit d'une méthode relativement nouvelle basée sur la SPIR. Elle vient donc s'ajouter aux deux autres méthodes couramment utilisées : celles de Wende et de Van Soest.

a) **Composition chimique**

Les méthodes d'analyse de Wende et de Van Soest sont les plus couramment utilisées.

La méthode de Weende consiste à doser la matière azotée totale (MAT) ou protéines brutes (PB), la matière grasse ou ether extract (EE) et l'extractif non azoté (ENA). Tandis que celles Van Soest identifient les fibres totales ou neutral detergent fiber (NDF) composés de substances pectiques, d'hémicellulose, de la cellulose et de la lignine ainsi que la fraction lignocellulosique ou acid detergent fiber (ADF).

La spectrométrie dans la proche infrarouge ou SPIR, nouvelle méthode utilisée dans cette étude, pour l'analyse, fourragère sera développée dans un paragraphe ultérieur.

b) Prévision de la valeur nutritive des fourrages

Les valeurs énergétiques et azotées des fourrages sont exprimées dans le système français UFL-PDI.

➤ Digestibilité

Il existe trois méthodes d'estimation de la digestibilité de la MS et de la MO (INRA, 1999), citées par ordre de priorité dans leur utilisation :

- ❖ à partir de la digestibilité pepsine-cellulase : basée sur la technique de solubilisation enzymatique de la MS par la pepsine et la cellulase. L'estimation de la DMO est plus précise par rapport aux autres méthodes. Elle est applicable sur les fourrages verts, les foin, le maïs.
- ❖ à partir de la composition chimique du fourrage : Matières Minérales, CB et MAT. Dans ce cas, la digestibilité du fourrage dépend de l'espèce végétale et du cycle de végétation. Ces équations sont applicables sur l'ensemble des fourrages classiques
- ❖ à partir de l'âge du fourrage : valable uniquement pour les fourrages verts.

➤ Ingestibilité

L'ingestibilité d'un fourrage est décrite par l'unité d'encombrement (UE), qui est sa fonction inverse. En effet, un aliment est d'autant plus ingestible que son pouvoir rassasiant (physique et métabolique) est faible (Demarcquilly et al, 1996). UEL est l'unité d'encombrement correspondant aux vaches laitières.

La quantité de MS ingérée (MSI) par le bovin peut alors être définie par la formule suivante :

$$MSI = CI / UEL$$

CI étant la Capacité d'Ingestion, dans ce cas, de la vache laitière.

➤ Valeur énergétique

L'énergie finalement disponible pour l'entretien et ou la production d'un aliment donné est déterminée par étapes successives, en partant de l'Energie brute (EB).

- EB

EB (Kcal/kg MO) = 4543 + 2,0113 x MAT (g/kg MO) d'après l'INRA. (Hiep, 2008)

- Énergie digestible (ED)

L'EB extraite de l'Energie des fèces donne l'ED, équivalant à 40 à 80% de l'EB.

$$ED \text{ (Mcal/kg MS)} = EB \text{ (Mcal/kg MS)} \times dE$$

dE est la digestibilité de l'énergie et elle est calculée en fonction de DMO selon l'équation suivante de l'INRA :

Pour les fourrages verts, ensilage, foin :

$$dE = (1,0087 - dMO) - 0,377$$

L'équation DMO varie suivant le type d'aliment :

- Pour l'herbe naturelle :

$$dMO = [161,1809 - (1,5641 \times NDF)]/100$$

- Pour les légumineuses :

$$dMO = (91,5 - 0,0874 \times g \text{ CB})/100 \text{ (FB : g/kg MS)}$$

- Pour les concentrés :

$$DE = dMO - 0,013 \text{ où } dMO = [90,69 - (0,1076 \times FB)]. \text{ (Hiep, 2008)}$$

- Énergie métabolisable (EM)

Obtenue après dégagement de l'énergie des gaz et l'énergie urinaire, représente 35 à 70% de l'EB.

$$EM = ED \times EM/ED$$

EM/ED étant, le facteur de transformation de l'ED en EM, est égal à :

$$ME/DE = 0,8417 - (0,000099 \times CB) - 0,000196 \times MAT + (0,221 \times NA)$$

où NA = 0,7 à 2,7 selon types d'aliments

- EN (valeur UFL-UFV)

Elle est enfin obtenue après dégagement de l'extra-chaleur. Elle dépend de la nature de la production du bovin : du lait ou de la viande.

- **ENL** (énergie nette pour la lactation)

$$ENL \text{ (UFL/kg MS)} = EM \times kl / 1700$$

kl est le rendement de la transformation de l'EM en énergie de lactation (ENL). Il varie selon la densité de la ration :

$$Kl = 0,463 + [0,24 \times (EM/EB)]$$

- **ENV** (L'énergie nette pour l'entretien et la production de viande)

$$ENV \text{ (UFL/kg MS)} = EM \times kmf / 1820$$

Avec $kmf = \frac{km \times kf \times 1,5}{Kf + 0,5 km}$

$$= \frac{0,3358 \times q^2 + 0,6508 \times q + 0,005}{0,9235 \times q + 0,283}$$

Avec $q = EM/EB$

➤ **Valeur azotée :**

Elle est calculée selon les normes du système français : le système PDI (Protéines Digestibles Intestinales).

$$PDI = PDIA + PDIM$$

PDIA : protéines digestibles intestinales d'origine alimentaire

PDIM : protéines digestibles intestinales d'origine microbienne

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr \text{ g/kg MS}$$

1,11 : facteur de conversion entre la mesure de dégradabilité mesurée en sachet et celle mesurée *in vivo*.

DT : dégradabilité théorique de l'aliment, égal à 0,53 pour les fourrages tropicaux

dr : digestibilité réelle des acides aminés (aa) dans l'intestin, fixé à 0,7

D'où $PDIA = 0,365 \times MAT$. (Lecomte, 1998 ; Hiep, 2008)

$$PDIM = PDIME + PDIMN$$

PDIME : protéines digestibles intestinales d'origine microbienne permise par l'énergie

PDIMN : protéines digestibles intestinales d'origine microbienne permise par l'azote

$$PDIME = MOF \times \text{efficacité} \times dr$$

MOF est la matière organique dans le rumen et utilisable par les microorganismes pour se multiplier et produire des aa, obtenue comme suit :

$$MOF = MOD - MGB - MAT (1 - DT)$$

MOD: la matière organique digestible

MGB : matière grasse brute, fixée à 18,5 g/kg MS

Efficacité : production potentielle de protéines microbiennes, égale à 145 g/ kg MOF

D'où $PDIME = MOF \times 0,093$ (Lecomte, 1995)

ou

$$\text{PDIME} = 0,093 [\text{MOD-CP} \times (1-\text{DT})-\text{MGB}] \text{ (Hiep, 2008)}$$

$$\text{PDIMN} = \text{MAT} \times (1 - (1,11) \times (1 - \text{DT})) \times \text{drm} \times \text{AAm}$$

AAm : taux d'aa dans les matières azotées d'origine microbienne, égal à 0,8

drm : digestibilité réelle des aa microbiens, égal à 0,8

Soit $\text{PDIMN} = 0,2752 \times \text{MAT}$ (Lecomte, 1995) ou

$$\text{PDIMN} = 0,64 \text{ MAT (DT-0,1) (Hiep, 2008)}$$

La valeur PDI finale est alors exprimée selon que les protéines microbiennes soient permises par l'azote ou par l'énergie.

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

PDIE : les protéines digestibles intestinales permises par l'énergie

PDIN : les protéines digestibles intestinales permises par l'azote.

La valeur azotée d'un aliment est également exprimée en termes de MAD, à partir des équations établies par :

$$\text{Chenost (1975): MAD} = (0,916 \times \text{MAT}) - 28,95 \text{ g/kg MS}$$

Ou encore plus récemment par Dieng (1992) :

$$\text{MAT} = (0,9939 \times \text{MAD}) + 40,28 \text{ g/ kg MS}$$

Mais la valeur alimentaire d'un fourrage varie suivant certains paramètres ou facteurs.

3. Facteurs de variation de la productivité et de la qualité d'un fourrage

La valeur alimentaire d'un fourrage dépend de son type (génétique), de son stade de développement, des caractéristiques pédo-climatiques du milieu et de la fertilisation.

a) Types de fourrage

Les fourrages peuvent être catégorisés en deux, d'après le premier produit issu de la carboxylation lors de la photosynthèse :

- l'acide 3-phosphoglycérique, un acide formé par 3 atomes de carbone pour les plantes en C3
- et l'oxaloacétate, un sel à 4 atomes de C pour les plantes en C4.

L'activité photosynthétique des plantes en C4 est supérieure à celle des plantes en C3, elles ont alors une productivité potentielle plus élevée que les plantes en C3 et sont en général les

graminées tropicale. Cependant, les plantes en C4 possèdent aussi une plus faible teneur en protéine et des teneurs en fibres plus élevées, contrairement aux plantes en C3.

b) Stade de développement du fourrage

Le vieillissement (maturité) d'une plante s'accompagne d'une baisse de la teneur en MAT et de l'accroissement des teneurs en fibres, soldant par la baisse de la digestibilité de la plante.

c) Caractéristiques pédo-climatiques

➤ La lumière

Elle est indispensable pour la photosynthèse, avec la température, elle contribue à la croissance et à la maturité de la plante.

➤ Température

Une forte température accélère la croissance et la maturité des plantes et réduit le ratio feuille/tige

➤ La précipitation

Elle affecte autant la croissance que la composition chimique de la plante : la valeur alimentaire du *Pennisetum pedicellatum* diminue progressivement au cours de la saison sèche d'après Guérin (Roberge (éd), 1999).

➤ Fertilisation

Elle influe sur la teneur en protéines, mais peu sur celles des fibres, sur la digestibilité, la croissance et la production des plantes.

De nombreuses formules et équations ne cessent alors d'être développées par de nombreux chercheurs afin d'améliorer continuellement la précision des résultats des analyses, ainsi que de rendre plus rapide leur obtention. Pour ce faire, une technique assez récente, appelée Spectroscopie dans le Proche InfraRouge (SPIR), est actuellement utilisée pour l'analyse de nombreux produits, y compris les fourrages.

D. SPIR

1. Principes

C'est une technique analytique basée sur le principe d'absorption des rayonnements infrarouges par la matière organique. La mesure de l'absorption de la lumière par les constituants organiques d'un échantillon permet d'estimer leurs teneurs et, d'arriver ainsi à l'établissement de la composition chimique de l'échantillon (cirad-emvt, nd). Ainsi, un faisceau lumineux d'une source proche IR va traverser un disperseur (réseau ou prisme) qui fournit le spectre de cette lumière. Le spectre lumineux va irradier l'échantillon à analyser. Ensuite, deux cas se présentent : le faisceau

incident se réfléchit (cas d'un spectromètre à réflexion) ou traverse l'échantillon (cas d'un spectromètre à transmission). Des capteurs reçoivent, par la suite, le faisceau réfléchi ou transmis qui va être converti en signal, les spectres SPIR sont alors obtenus.

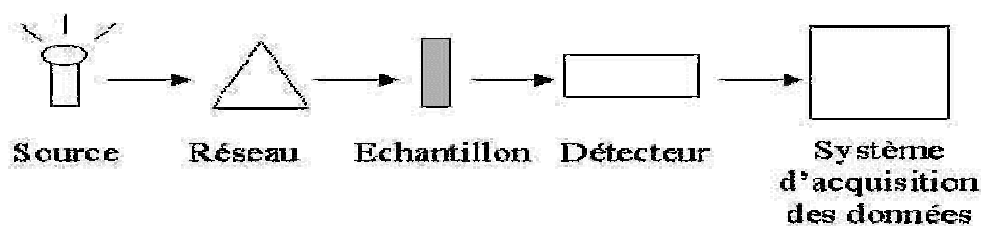


Figure 1: principe de la spectroscopie

Source : (<http://membres.multimania.fr/nirspectroscopy/principal/materiel.htm>).

2. Mode opératoire

L'analyse au spectromètre se procède de la manière suivante : deux prises de l'échantillon broyé passent par un rayonnement infrarouge à différentes longueurs d'onde variant de 1100nm à 2498nm, par pas de 2nm. Le spectromètre enregistre les rayons réfléchis par l'échantillon et le logarithme de l'inverse de la réflexion donne figure au spectre (1/R).

3. Détermination des composants chimiques et de la valeur nutritive des fourrages

La SPIR ne dose pas directement les composants organiques de l'échantillon mais identifie plutôt le nombre de certaines liaisons chimiques spécifiques au constituant. Ainsi, d'après Shenk et al ainsi que Bertrand (Hiep, 2009), les bandes d'absorption correspondant à chaque constituant chimique ont pu être déterminées :

a) MAT ou PB

La liaison –N-H des protéines absorbe fortement la lumière dans la région SPIR. Ses bandes d'absorption sont à 1523, 1600, 2050 et 2180 nm.

b) Glucides

Ce sont des hydrates de carbone dont les groupements –O-H et C=O ont une bande d'absorption située entre 2070 et 2110nm. (Bertrand, 2002)

c) Fibres (CB, NDF et ADF)

La cellulose, l'hémicellulose et la lignine, composants principaux des fibres et qui sont aussi des glucides, permettent d'estimer la CB, NDF et ADF, grâce à la variation des liaisons –OH et –C-H. (Bertrand, 2002 et Hiep, 2008)

d) Digestibilité

La détermination à la SPIR de la digestibilité des fourrages est calibré, la plupart, sur des analyses de références issues de méthodes indirectes telles que la digestibilité enzymatique

(pepsine-cellulase) (celle utilisée dans cette étude), la digestibilité *in vitro* ou encore la digestibilité *in situ*. (Bertrand, 2002). Des chercheurs tels que Castro, Naydenava et al, ou encore Decruyenaere ont pu établir des équations de prédiction de la MS et de la MO fiables. (Hiep, 2009)

e) **Ingestibilité : Matière sèche ingérée (MSI), UFL et PDI**

De nombreux chercheurs ont commencé, assez récemment, à établir des équations de prédiction de la MSI à partir des spectres fécaux qui renseignent plus sur l'utilisation des aliments par le bovin. Plus récemment, Hiep et al ont développés des équations de prédiction de la MSI, UFL et PDI basées sur les spectres fécaux et des facteurs liés à l'animal tels que le poids, le rang de lactation, la durée de lactation et la quantité de Matière Grasse (MG) du lait. Ces dernières apparaissent comme étant les plus fiables et précises (Hiep, 2009)

. **Remarque : SPIR fécale**

La valeur alimentaire des aliments ingérés par l'animal peut être évaluée à partir de ses fèces, en effet, les caractéristiques de ces derniers dépendent des premiers. Ainsi, les fèces passent également au scan et les spectres obtenus permettent, comme ceux des échantillons de fourrage, de prédire divers paramètres alimentaires, voire la valeur nutritive.

4. **Calibration**

En parallèle, les échantillons passent par des analyses classiques. La mise en relation entre les résultats obtenus par le SPIR et par les analyses classiques va conduire à l'établissement d'une équation de calibration.

La calibration est une régression linéaire entre les caractéristiques des échantillons (teneurs en constituants chimiques issus des analyses classiques etc.) et l'information obtenue de la SPIR (valeurs de l'absorbance de la lumière à différentes longueurs d'onde) (CIRAD-EMVT, nd).

Ainsi l'équation de calibration s'écrit comme suit :

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_Px_P \text{ (Lecomte, 1995)}$$

Y : est le composant chimique à étalonner

b₀ : la constante

b₁...b_P les coefficients caractéristiques à chacune des longueurs d'onde.

x₁...x_P : les longueurs d'onde.

Mais avant son utilisation, chaque équation de calibration, spécifique d'un paramètre chimique d'un fourrage donné doit être validée. La validation consiste à évaluer la précision de l'équation, c'est-à-dire son aptitude en tant qu'équation préétablie à mesurer de nouveaux échantillons.

5. **Intérêts et limites du SPIR**

Bref, la SPIR est une méthode d'analyse :

- Rapide : le scan des échantillons et le traitement des spectres obtenus sur ordinateur prennent moins de temps que les analyses au laboratoire.
- non destructive : L'échantillon reste intact après le scan et peut être réutilisé.
- peu coûteuse : pas besoin de réactifs chimiques. De plus une faible quantité, 8 à 10g d'échantillon suffit pour faire le scan.

Toutefois, Il faut faire une calibration pour chaque produit, donc passer des échantillons par les analyses classiques.

D'autre part, la mesure spectrale est sensible aux conditions de mesure (température, lumière, puissance de l'appareil, système optique, etc.), et à l'état de surface de l'échantillon.

Conclusion partielle

Les besoins animaux augmentent avec leur intensité de production. Pour atteindre leur véritable performance productive, ils ont besoin d'une alimentation suffisante, à valeur nutritive équilibrée. Besoins que le pâturage naturel ne peut satisfaire de manière adéquate, d'autant plus que la disponibilité de ce dernier varie en fonction des périodes culturales.

Grâce aux SCV, les plantes de couverture, dont le rôle principal est la contribution à la restitution de la fertilité du sol en SCV, s'avèrent être également de bons fourrages.

Il est alors nécessaire de connaître leurs valeurs alimentaires pour confirmer.

II. MATERIELS ET METHODES

A. Caractéristiques du milieu d'étude

1. Localisation des parcelles

L'étude a été menée dans la région de l'Alaotra, sur les rives Est et Ouest du lac Alaotra : dans les districts d'Ambatondrazaka et d'Amparafaravola.

Les prélèvements de biomasse fourragère ont été effectués sur les parcelles de paysans encadrés par AVSF et BRL, ONG partenaires du projet BV-lac dans le cadre de la diffusion du SCV dans la région de l'Alaotra.

La zone d'intervention d'AVSF se situe sur la rive Ouest du lac, dans le district d'Amparafaravola, au sein des communes d'Amparafaravola et de Sahamamy : de latitude 17°26'S et de longitude 48°35'E. La plupart des parcelles sont éparpillées au niveau de plusieurs fokontany d'Amparafaravola : Ambohimanjaka, Maritampona, Morafeno, Analamiranga et Sahamamy.

Quant à BRL, ses interventions sont dirigées sur la rive Est du lac, district d'Ambatondrazaka, et les parcelles de prélèvements sont situés dans les Communes d'Amparihintsokatra, d'Imerimandroso et d'Antanandava : de latitude 17° 35'S et de longitude 48°13'E.

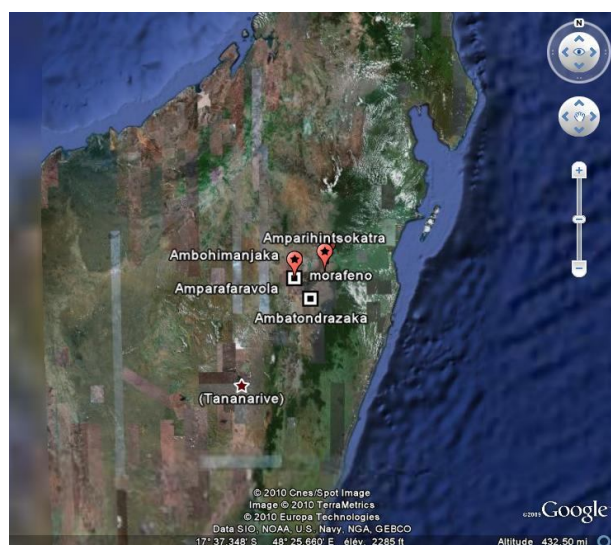


photo 1 :localisation des districts

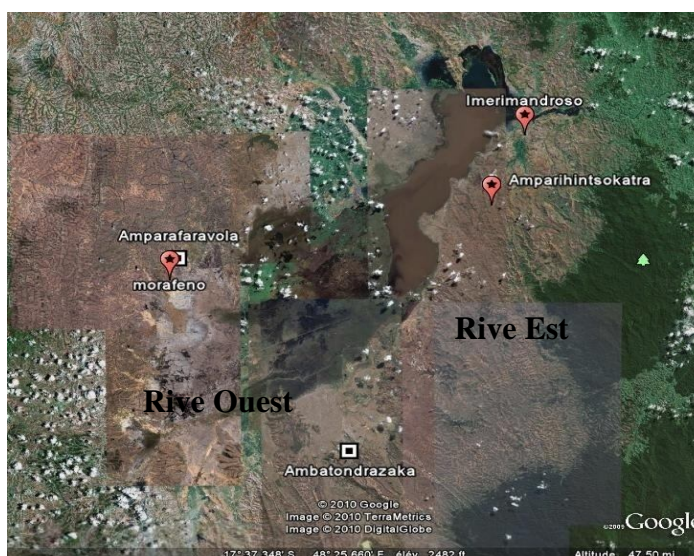


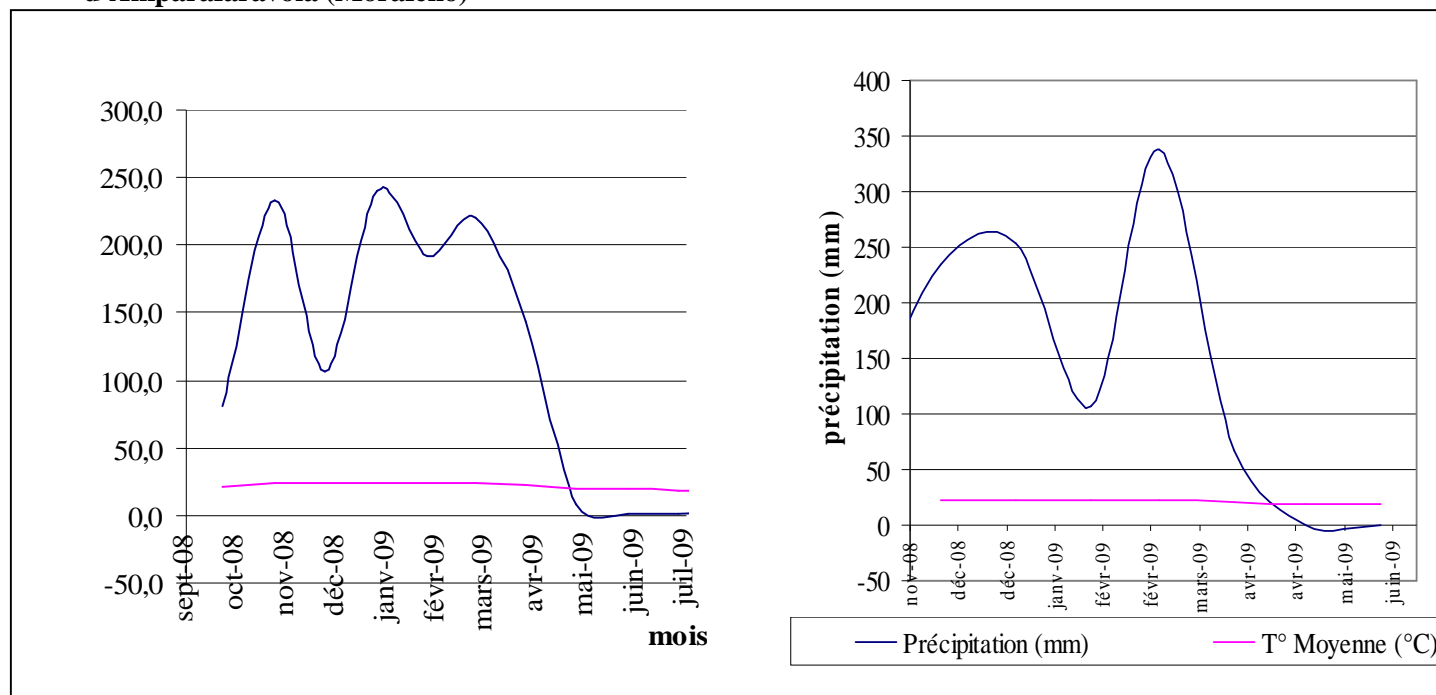
photo 2 : les rives du lac Alaotra

2. Climat

L'Alaotra possède un climat tropical subhumide de moyenne altitude, caractérisé par deux saisons bien distinctes : la saison sèche (environ 7mois), alternée d'une saison pluvieuse allant du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril. La déforestation et les feux de brousses, dénudant les flancs des collines et des montagnes, aggravent toujours les effets de l'érosion sur un relief caractérisé par une succession de montagnes et de vallées plus ou moins étroites. Il existe alors des

microclimats au sein même d'une même délimitation géographique, en plus de la variation annuelle des précipitations, tant sur la quantité que sur la répartition.

Figure 2: courbes ombrothermiques d'Ambatondrazaka (Ambohitsilaozana) et d'Amparafaravola (Morafeno)



3. Sol et végétations

Le sol des tanety du rive ouest du lac Alaotra sont de type ferralitique, formé sur des matériaux acides (granites, migmatites) et sont divisés en deux sous-types suivant la couleur et la texture du sol. Contrairement au sol du rive Est, formé par des matériaux basiques (gneiss à amphibole, basalte, etc.) (Tableau 3).

Sur les tanety, l'omniprésence des formations graminéennes telles que *Aristida multicaulis* témoignent de la pauvreté du sol. Celui-ci domine sur les plateaux et les pentes et constitue une formation herbeuse mono-spécifique sur des sols très dégradés. Cependant, dans les endroits moins soumis aux feux de brousse subsistent des espèces comme *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*. Les espèces telles que *Cynodon dactylon* et *Imperata cylindrica* apparaissent en touffes dans les lieux environnant les parcelles de cultures.

Dans les colluvions et les bas de pente, la végétation est composée d'espèces comme *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Leersia hexandra* et *Digitaria humberti*, alors que les rizières laissées en jachère laissent pousser les cynodon, les cyperus et les leersia.

B. Matériel végétal

Les plantes étudiées sont catégorisées en deux groupes : les plantes de couverture vives et les plantes de couverture morte.

1. Les plantes de couverture vives

Elles sont composées de graminées et de légumineuses. Les graminées sont des brachiaria dont *B. brizantha*, *B. ruziziensis* et *B. humidicola*. Les légumineuses sont constituées par le *Stylosanthes guianensis*, *Vigna unguiculata* et *Dolichos lablab*. Les caractéristiques de chaque plante sont détaillées dans le tableau 5.



photo 3: *Stylosanthes guianensis*



photo 4: niébé



photo 5 : dolique



photo 6 : *B. humidicola*



photo 7 : *B. ruziziensis*



photo 8 : *B. brizantha*
cv marandu

Tableau 3 : sol des tanety des deux rives du lac Alaotra.

Rive	Type de sol	Texture	caractéristiques	sources
Ouest	Ferralitiques rouges	Limono-sableux	Riches en Phosphore total, peu de MO et bonne structure	-Raunet cité dans la synthèse de projet, AVSF, 2008
	Ferralitiques jaunes	Sablo-limoneux	Acides, carencés en bases et en P2O5, taux de MO et d'Al relativement élevés.	-TAFACIRAD, rapport de stage de formation, 2004 -Raunet cité dans la synthèse de projet, AVSF, 2008
Est	Ferralitique rouge, brun-rouge ou chocolat	argileux	Peu acide (pH=5,5 à 6), bonne structure	- Raunet cité dans la synthèse de projet, AVSF, 2008 -Cirad et al, Manuel de pratique du semis direct à Madagascar, 2008

Tableau 4 : Les plantes de couvertures et les résidus de récoltes étudiés : nombre de parcelles, dates et rang de coupe

Type fourrage	Nom fourrage	Rive	Nombre parcelle	Rang coupe	Age moyenne	variété
Plantes de couverture	<i>B. brizantha</i>	Est	8	1	1 à 5 mois	marandu
		Ouest	5	1		
	B.humidicola	Ouest	2	1	3 mois	-
				2	59 jours	
	<i>B. ruziziensis</i>	Ouest	2	1	3 mois	-
				2	55 jours	
	<i>S. guianensis</i>	Ouest	7	1	>1an	CIAT 184
			5	2	83 jours	
		Est	11	1	>1an	
			10	2	70	
			8	3	53	
	Dolique	est	8	-	-	marron
		ouest	3	-	-	blanche
	niébé	est	10	-	-	SPLF2 et SPLM1
		ouest	3	-	-	Zakaria, david
Résidus de récolte	Pailles riz	Est	19	-	-	2366, Tsemaka, Irat112, Primavera
	Pailles maïs	est	9	-	-	l'Irat 200, le Cirad 242, et l'oc 202
		Ouest	6	-	-	-

Figure 3: Calendrier de prélèvements

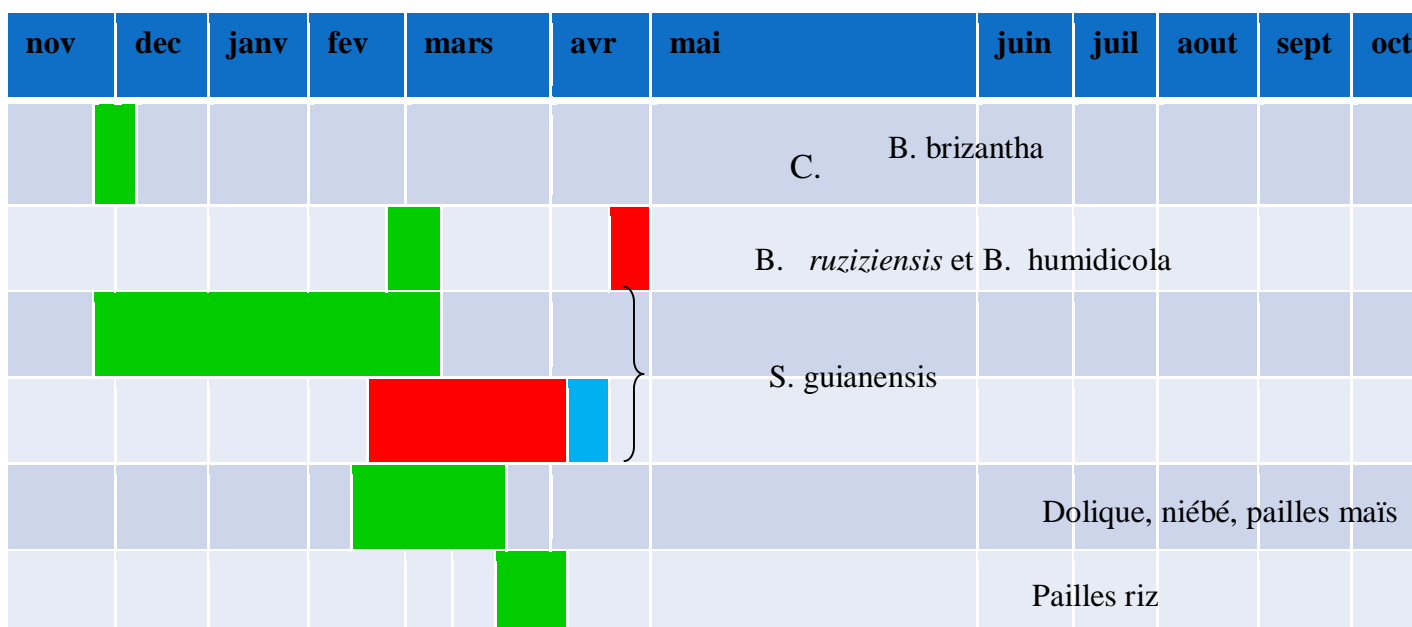


Tableau 5 : caractéristiques des plantes étudiées

Espèces	Type de plante	Écologie	Utilisations	sources
<i>Stylosanthes guianensis</i> ciat 184 (Stylo)	- herbacée pérenne - érigée à semi-érigée, subligneuse - croissance lente en première année de l'implantation - résistant à l'anthracnose	- altitude : 0 à 1600m - précipitation : >500mm - température optimale : 18-28°C - bien adapté sur sol acide ferrallitique, mais se développe peu sur sols à Montmorillonites	- plante de couverture en SCV. - prairie permanente - fourrage vert - farine de feuilles déshydratées pour l'alimentation animale (monogastrique)	- (Cirad et al, 2008) -(GSDM, TAFA et Fifamanor, 2008) - (Chakraborty (éd), 2004).
<i>B. brizantha</i> cv marandu	- herbacée pérenne, stolonifère - érigé en touffes un peu étalé - bon état sanitaire durant tout leur cycle	- altitude : jusqu'à 1600m - adapté à une faible précipitation (<800mm) - adapté aux sols acides et tolère une forte concentration en Al	- plante de couverture en SCV - pâturage et foin	- (Cirad et al, 2008) -(GSDM, TAFA et Fifamanor, 2008) - Roberge (éd), 1999
<i>B. ruziziensis</i>	- herbacée pérenne stolonifère - en touffes étalées - bon état sanitaire durant tout leur cycle	- altitude : <1500m - précipitation annuelle: >800 mm - s'adapte aux zones côtières - adapté aux sols acides et tolère une forte concentration en Al	- plante de couverture en SCV - fourrage vert	- (Cirad et al, 2008) -(GSDM, TAFA et Fifamanor, 2008) -(Tropical forages, 2005)
<i>B. humidicola</i>	- herbacée pérenne stolonifère - érigé - bon état sanitaire durant tout leur cycle	- altitude : <1500m - adapté à une faible précipitation annuelle <800mm - adapté aux sols acides et - tolère une forte concentration en Al		- (Cirad et al, 2008) -(GSDM, TAFA et Fifamanor, 2008) -(Tropical forages, 2005)
<i>Dolique</i> (Dolichos lablab)	- herbacée annuelle - port grimpant, mesurant 3 à 6m de long. - tiges robustes - croissance rapide	- résistante à la sécheresse : pousse à moins de 500mm de précipitation - adaptée aux sols pauvres - héliophile - tolérante au froid : à une température moins de 3°C. - intolérante au feu	- plante de décoration - graines réduites en pâtes et en farines. - plante de couverture - engrais vert	- (http://nature.jardin.free.fr/1103/nmauric_dolichos_lablab.html) -(Tropical forages, 2005)
Niébé (<i>Vigna unguiculata</i>)	- herbacée annuelle rampante, grimpante ou érigée à semi-érigée. - 15 à 80cm de hauteur	- adaptée aux sols pauvres et très acides (pH= 4). - précipitation annuelle : <400mm - très sensible au froid - non tolérante au feu	- en alimentation humaine - fourrage - engrais vert	- (http://nature.jardin.free.fr/1103/nmauric_dolichos_lablab.html) -(Tropical forages, 2005)

1. Les couvertures mortes

Ce sont les résidus de récolte laissés après récolte des grains, il s'agit des organes végétatifs de la plante (tiges et feuilles), entre autres les pailles de riz et de maïs.

Les pailles de riz prélevées pour cette étude appartiennent à des variétés locales dont 2366, B22, Tsemaka, Irat112, Primavera.

Les variétés des résidus de récoltes de maïs analysés sur la rive Est sont l'Irat 200, le Cirad 242, et l'oc 202, celles de la rive Est sont inconnues.

D. Caractéristiques des parcelles

1. Nombre

Les parcelles sont éparpillées sur les deux rives du lac Alaotra. Leur nombre varie suivant le type de plante, la rive, voire le rang de coupe chez le stylosanthes (tableau 4).

2. Systèmes de culture

Les systèmes de culture de l'étude peuvent être résumés en deux types :

a) **Culture vivrière + plante de couverture // plante de couverture // plante de couverture + culture vivrière.**

- Installation de la plante de couverture : le brachiaria et/ou le stylosanthes sont mis en place avec une culture vivrière telle que le riz, le maïs, le pois de terre ou encore, le manioc pour compenser leur coût d'installation.

- Jachère améliorée : à la récolte de la culture vivrière, le stylosanthes et le brachiaria vont être laissés en jachère pendant un à trois ans car ils substituent à la jachère naturelle afin de restituer plus rapidement la fertilité du sol. Ces soles fourragères font l'objet de pâturage des bovins passant aux environs de ces parcelles.

- remise en culture : enfin, le brachiaria et le stylosanthes vont être déracinés pour servir de paillage à la culture vivrière suivante. Ainsi, les parcelles de stylosanthes vont être reprises en riz et les brachiaria en légumineuse (soja, arachide, niébé, haricot).

Remarque : il se peut que le paysan décide de laisser la parcelle en fourrage, surtout s'il possède des bovins laitiers.

b) **Riz pluvial (RP) // maïs + légumineuse**

C'est un système de culture permettant de produire du riz une année sur deux sur une parcelle. La rotation du riz avec du maïs associé permet d'obtenir de la biomasse apportée par la dolique ou le niébé, servant de paillage au riz pour le semis direct de l'année suivante.

3. Entretien des parcelles

a) Brachiaria sp et stylos

Les parcelles de prélèvement de brachiaria et de stylos n'ont fait l'objet d'aucun traitement : ni fertilisation, ni traitement phytosanitaire (mécanique ou chimique), malgré les exportations des bovins en divagation sur les parcelles en jachère, ou les coupes régulières ou non sur les parcelles fourragères.

b) RP + stylo

Quant au RP associés aux stylos sur labour de la rive Ouest, les parcelles ne sont sarclées qu'une fois, avant la mise en place du stylo, et ont reçues du fumier de parc et de la dolomie.

c) RP et Maïs + légumineuse

Les RP de la rive Est, les grains sont avant tout traités au gauchio, un produit chimique qui tue les larves d'insectes terricoles, avant le semis direct sur paillage. En effet, ces larves dessèchent les pousses de riz. Les parcelles font l'objet de deux sarclages à l'angady durant tout le cycle. Le riz bénéficie comme fumure organique du fumier de parc, tandis que 6 parcelles sur 9 ont reçu du NPK et quatre parcelles sur les 9 de l'urée.

Quant aux maïs associés, ils sont fertilisés au fumier de parc et la plupart de ces parcelles ne sont sarclées qu'une seule fois. 6 sur 25 parcelles bénéficient d'un second sarclage et l'herbicide a été utilisé seulement sur trois parcelles.

E. Matériels de prélèvements et d'analyse fourragère

1. Prélèvement

- Placettes mobiles : formée de quatre tuyaux pvc emboîtés les uns aux autres et forme un carré de 1m de côté. Elles sont utilisées pour la mise en place des carrés de prélèvement dans chaque parcelle.
- Faucille : de fabrication locale, elle est utilisée pour la coupe de la biomasse fourragère
- Sacs plastiques de grande taille pour la pesée des prélèvements
- Peson électronique, dont la portée est limitée à 5kg, avec une précision de 5g.

2. Pré-séchage

Sacs en toiles moustiquaires : pour le transport des échantillons à pré-sécher et à analyser ultérieurement. La toile moustiquaire permet une bonne aération de l'échantillon qui ne sort plus du sac durant son séchage et sa conservation

3. Détermination de la MS :

a) MS des fourrages pré-séchés

- peson électronique de 5 kg de portée pour une précision à 5g près : pour la pesée quotidienne des échantillons pré-séchés.

b) MS à l'étuve

- Broyeur : avec 1 tamis de 1mm de diamètre
- étuve
- récipients en aluminium
- une balance électronique de 5kg de portée ; 0,01g de précision.
- une balance numérique 0,0001g de précision pour une portée de 1kg.
- sachets plastics : la plus petite taille.

4. Analyse fourragère :

- microbroyeur analytique
- coupelles à fenêtre de quartz.
- spectromètre dans le proche infrarouge

F. Démarches et méthodes de prélèvements et d'analyse fourragère

1. Prélèvements

a) Nombre et âge de coupe

Dans l'ensemble, les âges de coupe des plantes de couvertures pérennes (brachiaria et stylosanthes) sont différents les uns des autres, quelque soit le rang de coupe.

En première coupe, leurs âges n'ont pas pu être déterminées car les dates des derniers pâturages des diverses parcelles sont inconnues et différentes les unes des autres

.

- *B. brizantha*

Ils n'ont subi qu'une seule coupe sur les deux rives du lac vers la fin de l'année 2008, début de la saison de pluie. Il peut alors être supposé que leurs âges correspondent relativement à la durée de la saison sèche : donc relativement 4 à 5 mois ; alors que quelques autres peuvent déjà être des repousses en début de saison de pluie comme ceux âgés de 39 jours (tableau 4).

- *B. humidicola* et *B. ruzizensis*

Deux coupes ont pu être faites sur ces deux espèces de brachiaria. Leurs âges en première coupe ne sont pas précis car ils ont été estimés à partir des renseignements provenant des ouvriers des parcelles. C'est pourquoi ils sont exprimés en mois (tableau 4).

b) Stylosanthes

Sur la rive Ouest, deux coupes ont pu être effectuées contre trois sur la rive Est (tableau 4):

En première coupe, les âges en « année » des stylosanthes ont été estimés à partir de l'année de semis, tout en sachant que les stylos n'ont pas été pâturés jusque là.

Remarque : le nombre de parcelle n'est pas le même pour chaque rang de coupe (tableau 4).

c) RP et maïs associés à la dolique et au niébé

Les prélèvements de biomasse sur ces parcelles sont effectués après la récolte de la culture principale. Les doliques étaient alors, généralement, en début floraison, tandis que les niébés ont été pris entre stade de maturité des graines.

Les stylos associés au riz poussent à peine, ainsi ils n'ont pas été prélevés.

d) Dispositif

Cinq placettes sont disposées selon la figure, dans chaque parcelle. Chaque placette est délimitée par quatre piquets marquant le coin de chaque carré.

La dimension des carrés est de :

- 1×1m pour les parcelles de stylo, de brachiaria sp et de riz associés ou non.
- 2,5 × 1m pour les maïs associés

A chaque prélèvement, la placette mobile de 1m² est placée sur chaque carré, à chaque prélèvement pour bien délimiter la surface de coupe. Ainsi, toute la biomasse se trouvant à l'intérieur de chaque placette est coupée à une certaine hauteur :

- ✓ suivant la hauteur des tiges lignifiées pour le Stylosanthes (à partir de 20cm du sol)
- ✓ À 5cm du sol pour les Brachiaria.

2. Pesée

La biomasse fraîche récoltée au niveau de chaque placette, pour une parcelle, est mise chacune dans un sac en toile moustiquaire et pesée avec un peson électronique et le rendement en matière verte (MV) est ainsi obtenu. Ensuite, l'ensemble de toute la biomasse obtenue des 5 placettes est mélangé afin de prélever un échantillon de 1kg, tout de suite placé dans un sac en toile moustiquaire.

Les pailles de maïs et les plantes de légumineuses ont été prélevées et pesées séparément.

3. Pré-séchage

Les échantillons sont ramenés au bureau d'AVSF pour être séchés à l'ombre et pesés régulièrement jusqu'à ce qu'ils arrivent à un poids constant. Les échantillons ainsi conservés vont servir à la détermination de la valeur fourragère de chaque type de plante.

4. Broyage

Arrivés au laboratoire de nutrition animale de l'ESSA, les échantillons sont broyés et divisés en deux par la suite : une partie destinée aux analyses SPIR, et le reste est utilisé pour la détermination de la MS.

La partie destinée à l'analyse SPIR est encore rebroyée une fois de plus par un microbroyeur analytique avant de passer sous les rayons infrarouges.

5. Analyse fourragère

a) Détermination de la matière sèche (MS) :

Un échantillon broyé d'environ 5g est pesé avant et après passage à l'étuve pendant 3h à une température de 105°C selon la technique de Fischer K. (AOAC, 2002). La teneur en eau résiduelle ainsi obtenue, combinée avec la teneur en eau relevée après pré-séchage donne la teneur en MS de chaque type de plante. Elle est exprimée en pourcentage de matière verte ou fraîche (MV).

b) Analyse à la Spectroscopie dans le Proche InfraRouge (SPIR)

Les échantillons pré-séchés ont été, alors, envoyés au CIRAD La Réunion et les analyses ont été faites par un doctorant.

La composition chimique de chaque échantillon a été déterminée par SPIR, les principes alimentaires concernés sont la MM, MAT, NDF, ADF, ADL et la CB, ainsi que la DMSauf. De leurs valeurs sont déduites.

DMSauf est la digestibilité enzymatique (pepsine-cellulase) du fourrage, déduite à la SPIR

c) Valeur nutritive

➤ UFL et PDI

Les EB, ED et EM sont estimées à partir de la composition chimique du fourrage, par l'intermédiaire des méthodes classiques de l'INRA, pour arriver enfin aux énergies nettes et à la valeur azotée dans le système UFL-PDI. Les équations et formules d'estimation de tous ces paramètres nutritives sont déjà contenues dans un micro-ordinateur, qui se charge alors de faire les calculs. Les résultats sont alors obtenus très rapidement. (chap I-C-2)

➤ DMO et l'ingestibilité des fourrages sont également prédites de la même manière que les énergies et les PDI.

IngBO250 correspond à l'ingestibilité d'un jeune bovin de 250 kg ; IngVL600 kg correspond à celle d'une vache laitière de 600 kg.

6. Traitement et analyse des données

Les données brutes ont été saisies directement sur Excel pour faciliter les calculs et les opérations statistiques simples ainsi que le regroupement des données. Tandis que les analyses de variance, les régressions et l'analyse en composante principale ou ACP ont été effectuées avec le logiciel XLSTAT.

a) Calcul des rendements

- Rendement en tonnes de matière verte/ha (t MV/ha)

Les masses de MV obtenues au niveau de chaque carré de prélèvement de 1m² ont été ramenées à l'hectare.

$$\text{Teneur en matière sèche} = \left(\frac{\text{poids frais (fourrage)}}{\text{poids sec (fourrage)}} \right)_{\text{pré-séchage}} \times \left(\frac{\text{poids frais (échantillon)}}{\text{poids frais (échantillon)}} \right)_{\text{étuve}}$$

Le passage de chaque type de fourrage par le pré-séchage avant le séchage à l'étuve décompose la teneur en matière sèche en deux : la teneur en matière sèche du fourrage pré-séché et la teneur en matière sèche du fourrage à l'étuve.

- Rendement en matière sèche (t/ha) = rendement en MV (t/ha) × teneur en MS

b) Box-plot

Le box-plot ou « boîte à moustaches » est un graphique qui donne une vue synthétique, à la fois globale et locale des données. Elle représente cinq valeurs :

- la moyenne : en trait rouge dans tous les graphiques ;
- les trois quartiles :
 - le 1^{er} quartile, correspondant à 25% des effectifs. C'est le bord inférieur de la boîte
 - le 2nd quartile, la médiane : la limite supérieure des valeurs correspondant à 50 % des effectifs ;
 - le 3^{ème} quartile : correspondant au bord supérieur de la boîte et qui est à 75 % des effectifs.
- les valeurs adjacentes : ce sont les deux moustaches de la boîte, les traits verticaux qui partent des bords supérieur et inférieur de la boîte. Elles sont calculées à partir de l'écart interquartile (3^{ème} quartile-1^{er} quartile) ;
- et enfin, les valeurs atypiques, situées au-delà des valeurs adjacentes et matérialisées ainsi par des points.

Il visualise la différence entre les groupes ou échantillons, facilitant ainsi la comparaison entre eux et conduisant facilement aux analyses de variances. Elle a été utilisée dans la représentation de la productivité et la valeur alimentaire des espèces étudiées.

c) **Analyse de variance**

Elle permet de constater si les variations au sein d'un ou de plusieurs variables dépendantes (correspondant aux données chiffrées) sont apparentés à des variables explicatives ou facteurs.

Ces derniers sont aussi dites variables catégorielles, qualitatives ou nominales.

Elle a surtout été utilisée pour voir la relation entre les facteurs exogènes (milieu et espèces) sur les composants chimiques des fourrages.

Ainsi, deux facteurs sont relevés comme variables explicatives de la variation au niveau des divers paramètres alimentaires de chaque type de plante de couverture : la rive et le rang de coupe.

- ✓ Le facteur « rive » : distingue deux milieux distincts des prélèvements : la rive Est et la rive Ouest.

Pour la dolique, le niébé, et les pailles de maïs, ce facteur est aussi apparenté aux variétés de ces plantes, différentes suivant la rive.

- ✓ Le facteur « rang de coupe » est lié à l'âge des plantes, car les fourrages en première coupe sont plus vieux que ceux de la deuxième coupe.

d) **Corrélation**

Le coefficient de corrélation permet de mesurer l'intensité de la relation entre deux variables : la relation est conséquente si la valeur du coefficient est proche de -1 ou 1. Lorsque la corrélation est moyenne ou forte entre deux variables une équation peut être établie. La matrice de corrélation de plusieurs variables est à la base de l'ACP.

Il s'agit de l'étude de corrélations des composants chimiques déterminés directement à la SPIR qui sont : MM, MAT, NDF, ADF, ADL, CB et DMSauf.

Les corrélations ont été déterminées pour chaque type de plante : brachiaria, stylosanthes, dolique et niébé et pailles de riz et de maïs.

e) **ACP**

Elle étudie la répartition des individus et des variables dans un plan formé de deux axes. Elle permet aussi de voir les corrélations des variables entre elles. Elle est alors utilisée pour réaliser une typologie des plantes de couvertures étudiées.

Elle se procède de la manière suivante :

- ✓ Le choix des axes : porté sur la somme de la valeur des inerties des deux axes du plan.
Les axes choisis sont ceux dont l'inertie équivalente est la plus élevée. La diagonalisation de la matrice de corrélation des variables mis en jeu donne les valeurs propres des axes, parmi lesquels il faut choisir pour que le plan puisse bien montrer les relations entre les variables et les individus. Ensuite, les variables vont être représentées dans le plan afin de

déterminer à quel axe elles sont apparentées. Ainsi, lorsque le cosinus carré de la variable avec un axe est proche de 1, la variable correspond donc à cet axe. Les variables vont se placer selon leurs coordonnées suivant le cercle de corrélation lié aux deux axes.

- ✓ Par la suite, les individus vont être regroupés, à leur tour, suivant leurs positions par rapport aux variables et aux axes, d'où l'apparition de nuages de points.

Les nuages de points, affectés de variables, caractérisent et expliquent les groupements d'individus formés.

Il y a 7 variables mis en jeu : MM, MAT, NDF, DMSauf, UFL, UEL et IngVL600.

L'ACP a été faite par famille des plantes, c'est-à-dire graminée et légumineuse regroupant chacune, dans l'ordre, 58 et 65 échantillons.

G. Avantage et limites du travail

1. Dates de coupe, et localisation des parcelles de prélèvement.

Les dates de coupes des fourrages sont largement étalées dans le temps car les parcelles de prélèvement sélectionnées ont été abandonnées au fil du temps. Il a alors fallu les remplacer et donc recommencer par les premières coupes.

En effet, il a été prévu, au début, que les parcelles d'étude devaient être regroupées dans un ou deux fokontany tout au plus, afin de faciliter le suivi et le travail sur les parcelles d'une part, et d'autre part de réduire les facteurs de variabilité caractérisant les parcelles. Cependant, la plupart des premières parcelles proposées et choisies sont sujettes aux divagations, et cela malgré les panneaux d'interdiction, et même les piquets de marquage des carrés de prélèvement ont été volés. C'est pourquoi la grande majorité des parcelles de *B. brizantha* n'a bénéficié que d'une seule coupe. Elles ont dû être abandonnées et la recherche des parcelles mieux sécurisées a conduit sur plusieurs fokontany éloignés les uns des autres.

Comme il s'agit de récolter une quantité optimale de biomasse et de couper les fourrages à une hauteur convenable pour permettre aux repousses de bien redémarrer, la date de coupe est alors fixée suivant la hauteur des fourrages, évaluée de visu, à environ plus de 20cm du sol. Les coupes alors prévues mensuelles, au préalable, sont tout de suite remises au mois suivant si la hauteur est jugée insuffisante.

2. Effectifs des parcelles

La divagation a fait qu'il n'y avait plus de parcelles de *B. brizantha* pour la deuxième coupe, étant donné que les repousses ont été prélevées par les bovins.

Sur des parcelles de maïs + dolique, certains propriétaires n'ont pas donné leur accord pour le prélèvement des doliques en pleine croissance.

Sur des parcelles éloignées de riz, les propriétaires n'ont pas pu prévenir à temps le moment de récolte, parfois décidé de façon hâtive à cause des voleurs. D'autres ont été victimes de vandalisme, où le riz encore sur pieds a été coupé pendant la nuit.

Sur les parcelles de stylosanthes de la rive Ouest, le développement des repousses était très lent leur hauteur n'était pas suffisante pour permettre une deuxième coupe.

3. Analyse et valeurs fourragères

La prédiction des teneurs en constituants chimiques des fourrages étudiés au SPIR ont été réalisée à partir d'équations déjà préétablies. Les analyses ont donc été effectuées rapidement par rapport aux analyses classiques de référence.

D'autre part, comme les fourrages ont été conservés quelques temps avant d'être passés aux analyses, il y a donc eu des pertes de valeur alimentaire par rapport aux fourrages verts malgré une bonne conservation.

Conclusion partielle

Différentes types de plantes de couvertures ont été prélevées sur diverses parcelles paysannes pour la mesure de leur productivité.

Ensuite, leurs échantillons ont été analysés à la SPIR pour la détermination de leur valeur alimentaire.

Les résultats obtenus ont fait l'objet de comparaisons et d'analyses statistiques afin de pouvoir expliquer les variations des valeurs et la différence entre ces différents types de plantes.

III. RESULTATS

A. Productivité des plantes de couverture

1. Production de biomasse (tonnes MS/ha)

a) Plantes de couverture vives

Comme l'âge de coupe des différents types de plantes est varié, les résultats sur la productivité et la valeur fourragère sont regroupées par coupe.

➤ *Brachiaria*

En première coupe, le *B. ruziziensis* est le plus productif des trois espèces de brachiaria avec 4,11t/ha de MS de biomasse. Viennent ensuite *B. humidicola* et en dernier le *B. brizantha* dont les productions des deux rives sont proches.

Le rendement moyen de biomasse du *B. ruziziensis* est également supérieur à celui de *B. humidicola* à la deuxième coupe avec 1,9t/ha contre 1,2 t/ha. En effet, *B. ruziziensis* pousse plus vite que *B. humidicola* d'après la vitesse de croissance.

A cause du nombre réduit des échantillons de *B. humidicola* et *B. ruzensis*, seule la production de *B. brizantha* est comparée avec les autres types de plantes.

A la fin de la saison sèche, la biomasse sèche obtenue en première coupe des *B. brizantha* sur les deux rives du lac Alaotra varie de 1,2 à 5,5 t/ha de MS. Quant au stylosanthes, la production minimale est de 0,6 t/ha sur la rive Est, contre 1, 3 t/ha pour la rive Ouest, alors que le maximum atteint 9,2 t/ha de MS sur la rive Est. Cependant, la différence entre les moyennes des deux rives, 2,79t/ha et 3,80 t/ha, n'est pas significative ($p=0,101$)(cf. tableau 6).

➤ *Stylosanthes*

Tandis qu'en deuxième coupe, les stylosanthes, de 70 jours d'âge moyen, de la rive Est a produit en moyenne plus de biomasse que ceux de la rive Ouest âgé de 83 jours : 4,6 t/ha contre 2,5 t/ha ($p<0,001$). Les productions de biomasse en 2^{ème} et troisième coupe sont presque identiques sur la rive Est avec les moyennes de 4,6 et 4,6 t/ha de MS alors que les stylos en 3^{ème} coupe sont plus jeunes (53 jours) (figure 5).

Par rapport aux deux genres, les rendements en MS de *B. brizantha* et du stylosanthes sont comparables.

b) Pailles de riz et de maïs

Les résultats obtenus sur le maïs sont issus de la rive Ouest et ceux du riz, de la rive Est. Le riz est deux fois plus productif tant en grains qu'en biomasse par rapport au maïs d'après le tableau 10.

2. Vitesse de croissance

Dans le cas du stylosanthes, les repousses de la deuxième croissent plus vite sur la rive Est avec une vitesse moyenne de 73,62 kg/ha/jour, contre 32,85 kg/ha/jour pour la rive Ouest. Et la vitesse de croissance augmente encore à la troisième coupe sur la rive Est avec une moyenne de 85,53kg/ha/jour pour la rive Est. (Tableau 7)

Comparés au *B. ruziziensis* et au *B. humidicola*, la vitesse de croissance du stylosanthes de la rive Est est deux fois plus rapide, tandis que celle de la rive Est leur est comparable.

Figure 4 : production de biomasse (t MS/ha) des brachiaria et du *S. guianensis*

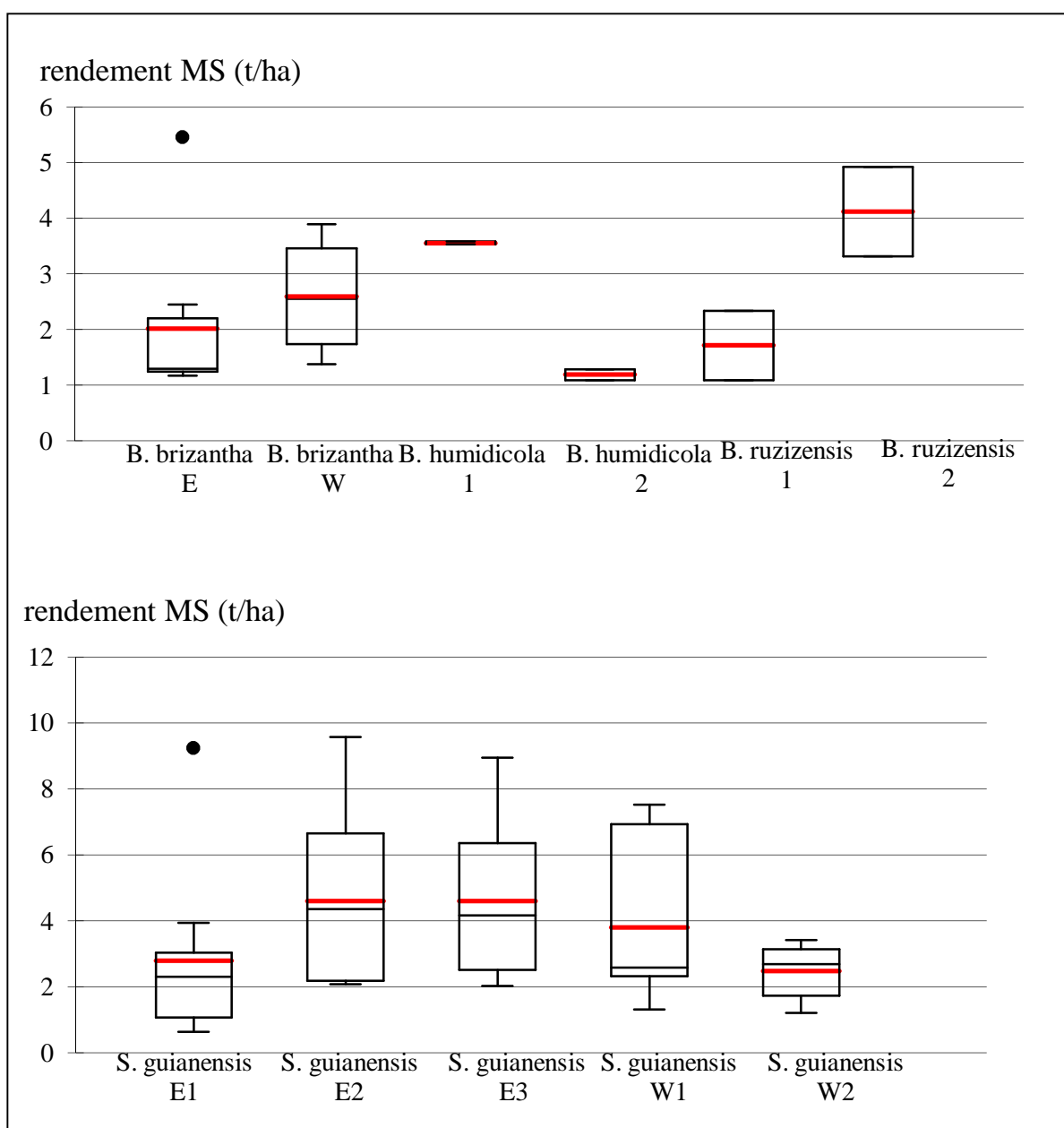


Tableau 6 : productivité des brachiaria (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Données	ordre de la coupe	rive Est	rive Ouest		
		<i>B. brizantha</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>B. humidicola</i>	<i>B. ruzizensis</i>
MS (t/ha) des deux coupes	(1)+(2)			4,8 \pm 0,92 6,5-3,6	6,0 \pm 2,19 10,9-3,9
Vitesse de croissance (kg/ha/jour)	2			21,55 \pm 5,28 28,50-12,26	32,52 \pm 8,50 45,01-17,89

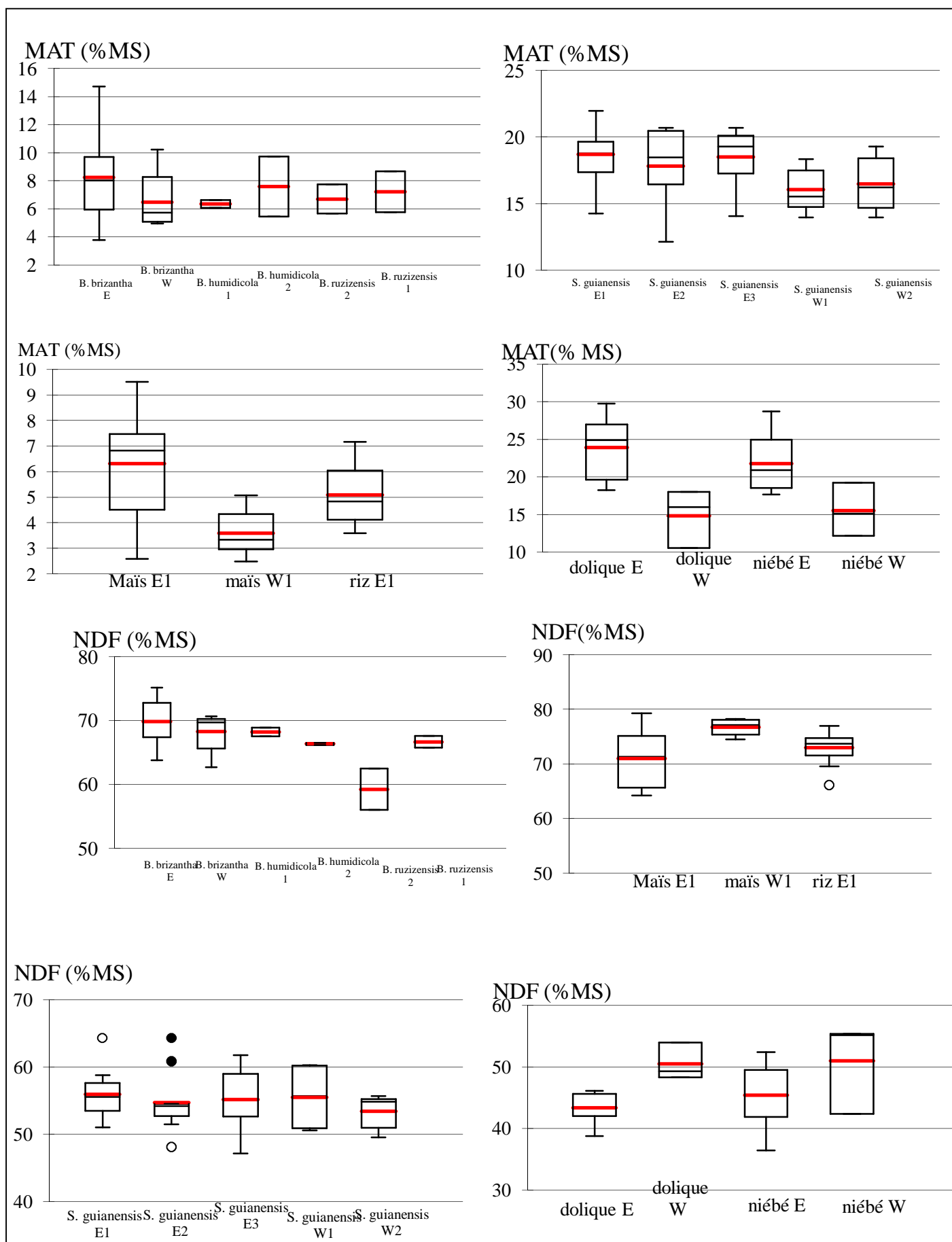
Tableau 7 : Productivité du *S. guianensis* par ordre de coupe et par rive (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Type plante	stylosanthes E	stylosanthes E	stylosanthes E	stylosanthes W	stylosanthes W
Rang coupe	1	2	3	1	2
MS (t/ha) 2 coupes	7,7 \pm 4,65 23,0-1,8			5,8 \pm 2,01 8,7-2,2	
MS (t/ha) 3 coupes		11,0 \pm 3,65 25,6-4,8		-	
Vitesse croissance (t/ha/jour)	-	73,62 \pm 53,34 206,25-14,60	85,53 \pm 41,10 192,23-25,02	-	32,85 \pm 28,85 166,18-13,16

Tableau 8 : Rendements en biomasse des pailles de riz et maïs (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Culture vivrière	rive	Rendement en grains (t/ha)	Biomasse (t MS/ha)
Maïs N=6	Ouest	1,8 \pm 1,21 3,2-0,6	3,6 \pm 1,57 5,8-1,6
Riz N=9	Est	3,12 \pm 1,07 5,5-2,2	7,06 \pm 2,88 11,8-4,4

Figure 5 : Composition chimique des fourrages étudiés (teneurs en MAT et NDF)



B. Composition chimique

1. Plantes de couvertures vives

a) *brachiaria*

En première coupe, les teneurs en principes alimentaires des trois espèces de *brachiaria* sont comparables : la teneur moyenne en MAT du *B. brizantha* de la rive Est est la plus élevée avec 8,2% de la MS, et en dernier celle de *B. humidicola* avec 6,3 % de la MS (figure 5). Leurs teneurs en fibres (NDF, ADF et ADL) sont très proches et varient de 62,7 à 75,2% de la MS.

En deuxième coupe, les compositions chimiques de *B. humidicola* et *B. ruziziensis* restent également comparables avec : 7,6 % pour le premier et 6,40 % de MS pour le second pour les teneurs en MAT. Cette teneur a donc augmenté en deuxième coupe pour *B. humidicola* mais de manière non significative, et diminué pour *B. ruziziensis*. Les teneurs en fibres ont diminué par rapport à la première coupe : elles sont de 56 % à 66,5 % de la MS mais l'écart est non significatif (figure 5). Ainsi donc, il n'y a pas de différence conséquente entre les compositions chimiques des 3 espèces de *brachiaria* ni au niveau du rang de coupe, ni entre les trois espèces. Mais comme le nombre d'échantillons de *B. ruziziensis* et *B. humidicola* est trop faible, les résultats des comparaisons faites précédemment doivent encore être confirmées. C'est pourquoi, seule *B. brizantha* a été le seul à être comparé aux autres espèces fourragères.

b) *stylosanthes*

Comme les *brachiaria*, la teneur moyenne en MAT des *stylosanthes* de la rive Est est supérieure à celle de la rive Ouest, en première qu'en deuxième coupe, cependant leurs valeurs restent comparables. Le reste des principes alimentaires ont des teneurs relativement proches autant au niveau des rives qu'à celui du rang de coupe. Ainsi, les teneurs en MAT de l'ensemble des *stylos* varient de 12,1 à 21,9% de la MS, les teneurs en fibres totaux de 47,1 à 64,4 % de la MS et les teneurs en lignine de 8,3 à 15,2% de la MS (figure 5). Les teneurs en lignine et en ADF du *stylosanthes* sont plus élevées que celles des *brachiaria* sp : avec successivement 11,1 % et 6,1 % de la MS, la teneur en lignine des *stylosanthes* équivaut presque à deux fois celles des *brachiaria* (annexe 3 tableau 22). Quant aux fibres, les *brachiaria* en première coupe sont ceux qui détiennent les teneurs les plus élevées : 70,1 et 68 % de la MS (figure 5).

c) *dolique et niébé*

La *dolique* et le *niébé* issus de la même rive ont des compositions chimiques proches, mais celles de la rive Est sont plus élevées que celles de leurs paires de la rive Ouest. Sur la rive Est, les teneurs en MAT de la *dolique* sont comprises entre 18,2 et 29,8 % de la MS, alors que sur la rive Ouest l'intervalle est comprise entre 10,5 et 18,0 % ; tandis que les teneurs en fibres moyennes sont, respectivement, de 43,4 et 50,5 % de la MS. Quant au *niébé* ses teneurs en MAT varient de 12,2 à 28,7 % de la MS et NDF de 36,4 à 55,3 % de la MS pour la rive Est ; pour la rive Ouest,

les premières sont comprises entre 12,2 et 19,2 % et NDF de 42,4 à 55,3 % de la MS (figure 5). Ainsi, la dolique possède une teneur en MAT et un peu plus supérieure au niébé et des teneurs en fibres légèrement moindre.

2. Pailles de riz et de maïs

Les pailles de riz sont plus riches en MM que les pailles de maïs pour une teneur moyenne de 13,5 % contre 9,1% de la MS. Le reste des constituants chimiques ont des teneurs proches entre les deux pailles de céréales prélevées sur la rive Est : MAT est comprise entre 2,5 à 9,5 % de la MS, tandis que les fibres constituent 66,1% à 79,3 % de la MS. Alors que sur la rive Ouest, les teneurs en MAT et en MM sont les plus faibles avec successivement 3,6 %, soit presque la moitié de celle de la rive Est, et 6,7% de la MS (figure 5).

C. Valeur énergétique

1. Plantes de couverture

Les énergies nettes des trois espèces sont également très proches et l'ensemble varie de 0,53 à 0,66 UFL/kg MS en première coupe. Tandis qu'en deuxième coupe, *B. ruziziensis* se montre plus énergétique que *B. humidicola* avec 0,68 UFL contre 0,61 UFL pour le premier. Il y a donc eu une augmentation notable pour *B. ruziziensis* (figure 6).

Quant aux stylosanthes, les valeurs énergétiques de la rive Ouest dépassent, mais de peu, celles de la rive Est pour les deux premières coupes mais avec une avance non significative, tandis que la valeur énergétique diminue en 3^{ème} coupe par rapport à la deuxième coupe. Et dans l'ensemble donc, leurs énergies varient de 0,48 à 0,75 UFL (figure 6).

D'autre part, entre les deux genres de plantes, les stylosanthes se trouvent plus énergétiques que les brachiaria en première coupe avec successivement les moyennes de 0,58 et 0,68 UFL.

La valeur énergétique de la dolique et du niébé est comprise entre 0,65 et 0,84 UFL (figure 6).

2. Pailles de riz et de maïs

Les valeurs énergétiques du maïs et du riz sont relativement proches et varient entre 0,40 à 0,61 UFL/kg MS.

D. Valeur azotée

1. Plantes de couvertures vives

a) *brachiaria*

Les valeurs azotées des trois *brachiaria* sont comparables aussi bien en première qu'en deuxième coupe : la valeur PDIN moyenne la plus élevée revient au *B. brizantha* avec 52 g/kg MS et l'ensemble des valeurs varie de 24 à 93 g/kg de MS. (figure 7)

b) *stylosanthes*

Les valeurs PDI des *stylosanthes* sont très serrées entre les rives et les rangs de coupe : leurs PDIE varient de 83 à 111 g/kg MS (figure 7).

c) *dolique et niébé*

Les valeurs azotées du niébé et de la dolique de la même rive sont également proches, et celles de la rive Est sont supérieures à celles de la rive Ouest : les PDI des premiers varient de 93 à 139 g/kg de MS, tandis que les seconds ont leurs PDI comprises entre 77 à 105 g/kg de MS (figure 7).

2. Pailles de riz et de maïs

La teneur en MAD de la paille de maïs de la rive Ouest est très faible par rapport aux pailles de céréales (riz et maïs) de la rive Est avec la moyenne de 19 g/kg de MS, alors que celle de la rive Est vaut deux fois plus avec la valeur de 40 g/kg de MS (annexe 5 tableau 32).

Bref, la valeur azotée des pailles de maïs de la rive Est est comparable à celles des *brachiaria*, tandis que celles des dolique et niébé de la rive sont significativement les plus hautes ($p < 0,05$).

E. Digestibilité et ingestibilité

Les valeurs de la DMO des trois espèces de *brachiaria* sont comparables et varient entre 46 et 58% de la MO (figure 8).

Chez les *stylosanthes*, les digestibilités sont proches quel que soit le rang de coupe et la rive, elles sont alors comprises entre 35% et 60% de la MS (figure 8).

Les digestibilités de la dolique et du niébé sont proches, leurs valeurs allant de 54 à 71% de la MS sont les plus élevées ; tandis que les pailles de céréales sont les moins digestibles pour une variation de 20 à 58% de la MS (figure 8).

En même temps, comme l'encombrement d'un fourrage est inversement proportionnelle à la digestibilité, les légumineuses annuelles se trouvent être les moins encombrants, contrairement aux pailles de céréales (annexe 6).

Figure 6 : Valeur énergétique des fourrages étudiés

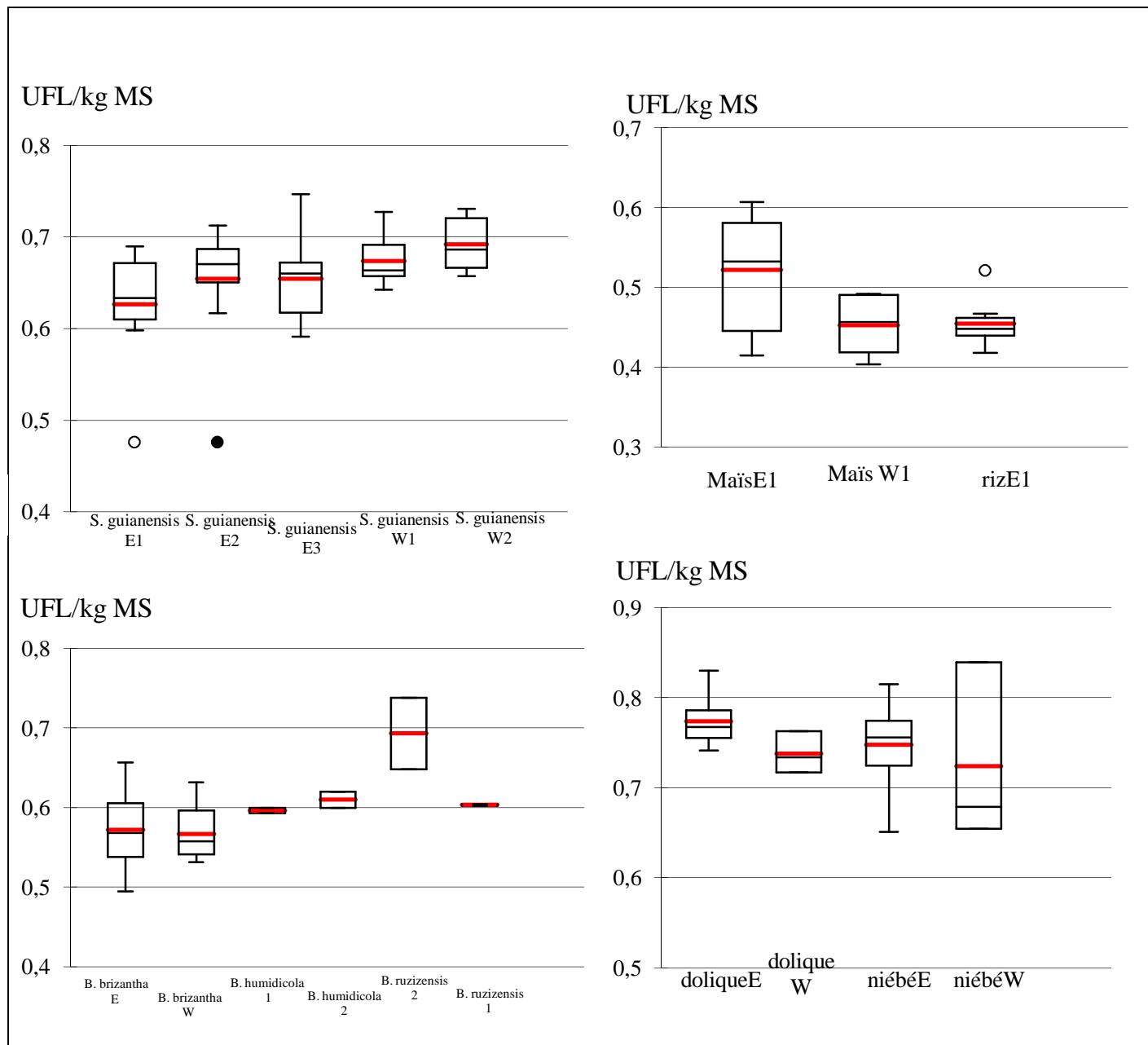
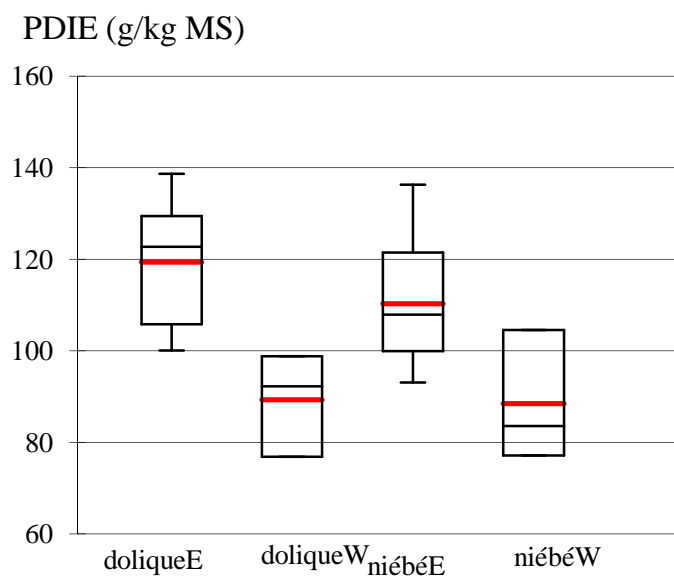
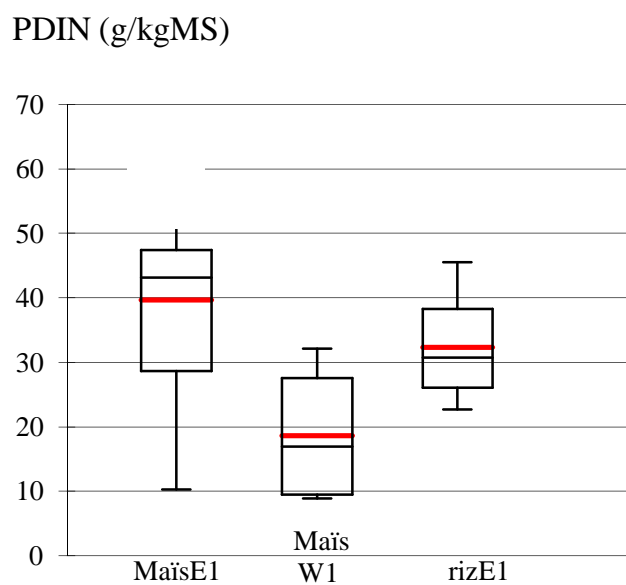
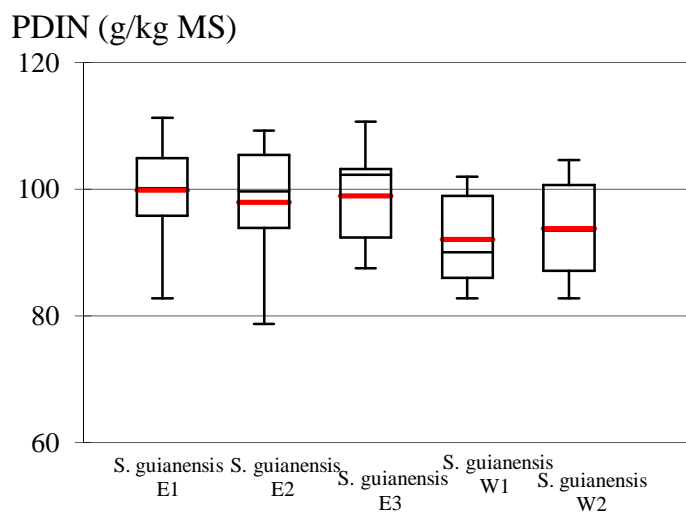
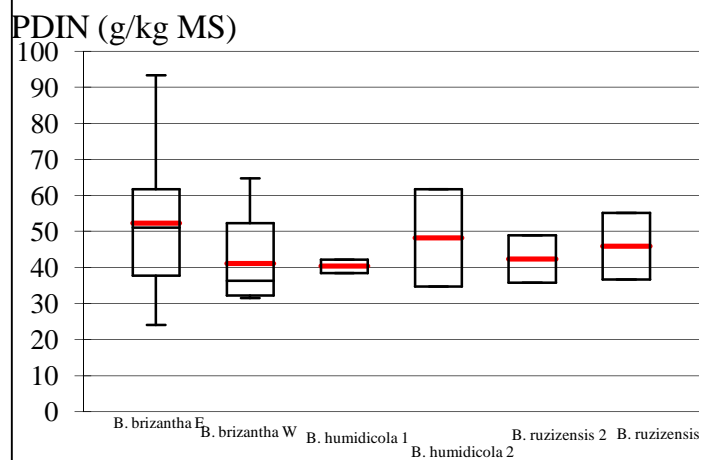


Figure 7 : Valeur azotée des fourrages étudiés (PDI)



W : rive Ouest E : rive Est 1 : 1^{ère} coupe 2 : 2^{ème} coupe 3 : 3^{ème} coupe

Figure 8 : DMO des fourrages étudiés

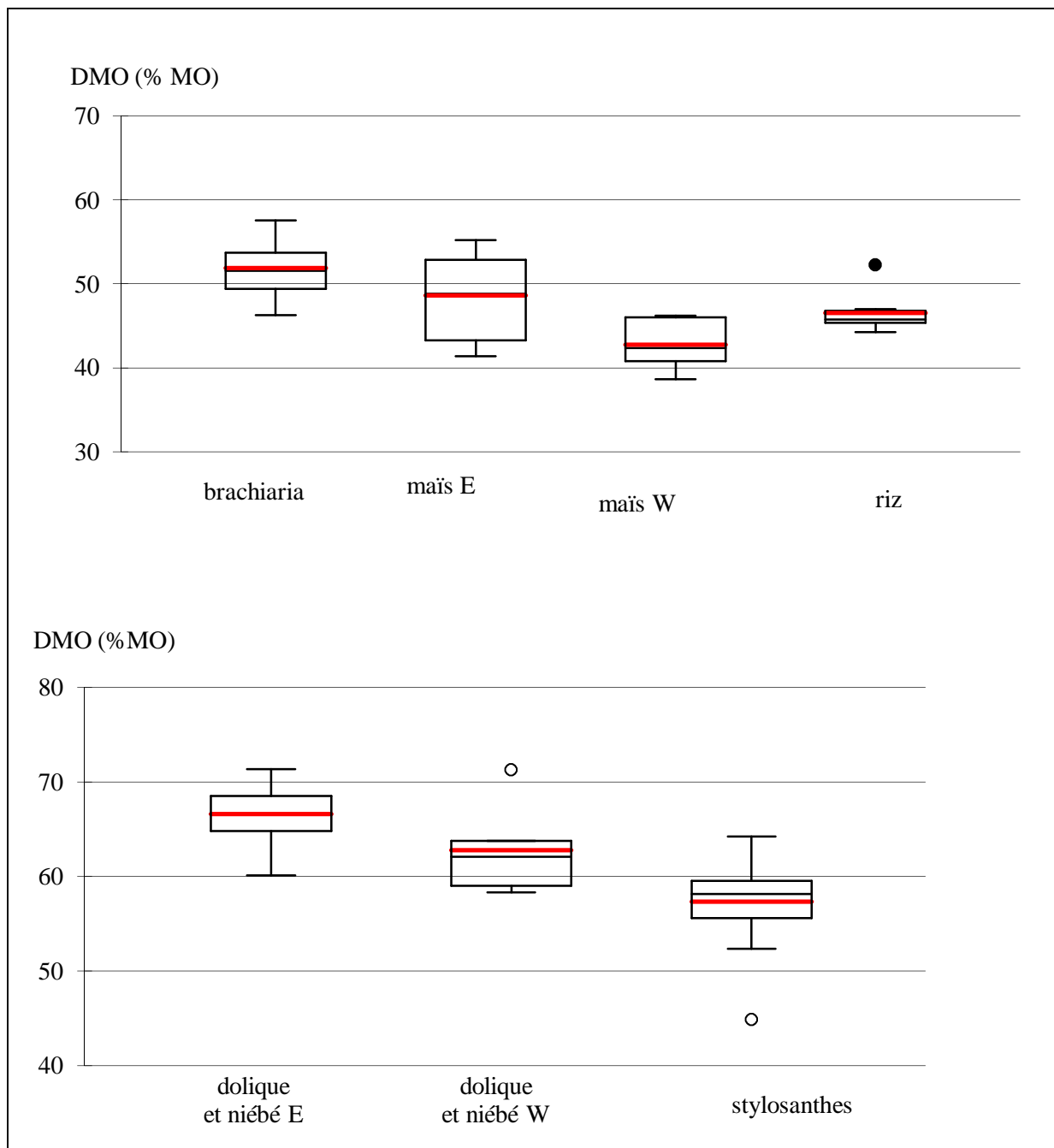


Tableau 9 : synthèse de la comparaison des plantes de couvertures par rapport aux facteurs de variation

Type plante	facteur	rendem ent	Vitesse croissance	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	EB	EM	UFL	UFV	MAD	PDIN	PDIE	DM Sauf	DMO	UEB	Ing bv250	Ing VL600
brachiaria	rive	NS	-	NS	NS	S	S	S	NS	S	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	rang coupe	NS	-	NS	NS	S	S	S	NS	NS	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
stylosanthes	rive	S	S	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS	S	S	NS	S	S	S	NS	NS	NS	NS	NS
	rang coupe	S	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Dolique et niébé	rive	-	-	S	S	S	S	S	S	NS	NS	NS	S	S	S	S	NS	S	NS	NS	NS
Pailles maïs		-	-	NS	S	S	S	NS	S	NS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

NS : non significatif S : significatif (p<0,05)

F. Variation et interrelation des variables alimentaires

1. Relation entre les facteurs de variation et les variables alimentaires

a) productivité

Pour les brachiaria, la production de biomasse ne varie ni suivant la rive ni suivant le rang de coupe, alors que les rendements et la vitesse de croissance du stylosanthes sont influencés par ces deux facteurs où l'influence de la « rive » est plus marquée (tableau 9).

b) valeurs alimentaire

Toujours d'après le tableau 9, l'influence des facteurs de variation sur les valeurs alimentaire et nutritive dépend du type de plante. Dans le cas des fourrages pérennes, le facteur « rive » et « rang de coupe » du lac Alaotra influencent les teneurs en fibres et les valeurs énergétiques des brachiaria mais non leurs teneurs en MM et en MAT, ni leurs digestibilité et ingestibilité.

Tandis que sur les stylosanthes, le facteur « rang de coupe » n'a d'effet significatif ni sur leur valeur alimentaire ni sur leur valeur nutritive, et l'influence du facteur « rive » n'est que faiblement significative sur leurs valeurs azotées.

Dans le cas des cultures annuelles, le facteur « rive » provoque une faible variation sur la plupart des variables alimentaires, sauf pour les teneurs en MM, ADL et EB concernant la paille de maïs, et sur les valeurs énergétiques, à part l'UFV, la digestibilité et ingestibilité des deux légumineuses annuelles .

2. Corrélations entre les principes alimentaires

Il existe une corrélation positive entre MM et MAT dans les cas des brachiaria, du stylosanthes, de la dolique et du niébé : r est compris entre 0,594 à 0,742 (tableaux 10, 11, 13), mais pas chez les pailles de riz et maïs (tableau 12).

Les corrélations négatives entre MAT et les teneurs en fibres (ADF, NDF, ADL et CB) varient de -0,405 à -0,872.

Concernant la DMSauf, elle est en fortes corrélations négatives avec les fibres (r compris entre 0,730 et -0,937). Ce même paramètre est aussi en corrélation positive avec la teneur en MAT, forte chez les pailles et les brachiaria (successivement, $r = 0,867$ et $r = 0,648$), et un peu moindre chez les légumineuses ($r(\text{stylo}) = 0,436$ et $r(\text{dolique et niébé}) = 0,541$).

Tableau 10 : Matrice de corrélation de la composition chimique des brachiaria

	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	DMSauf
MM	1,000						
MAT	0,742	1,000					
NDF	0,040	-0,405	1,000				
ADF	-0,198	-0,617	0,896	1,000			
ADL	0,116	-0,284	0,811	0,822	1,000		
CB	-0,212	-0,585	0,874	0,950	0,702	1,000	
DMSauf	0,302	0,648	-0,898	-0,933	-0,730	-0,902	1,000
DMO	0,281	0,657	-0,907	-0,951	-0,789	-0,904	0,994

Tableau 11 : Matrice de corrélation de la composition chimique du stylosanthes

	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	DMSauf
MM	1,000						
MAT	0,607	1,000					
NDF	-0,448	-0,577	1,000				
ADF	-0,369	-0,599	0,924	1,000			
ADL	-0,451	-0,596	0,888	0,901	1,000		
CB	-0,444	-0,628	0,901	0,942	0,882	1,000	
DMSauf	0,218	0,436	-0,881	-0,817	-0,907	-0,783	1,000
DMO	0,301	0,542	-0,906	-0,869	-0,954	-0,838	0,988

Tableau 12 : Matrice de corrélation : Matrice de corrélation de la composition chimique SPIR des pailles de riz et maïs

	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	DMSauf
	1,000						
	0,216	1,000					
NDF	-0,279	-0,828	1,000				
ADF	-0,486	-0,801	0,874	1,000			
ADL	0,045	-0,531	0,620	0,632	1,000		
CB	-0,407	-0,872	0,906	0,916	0,497	1,000	
DMSauf	0,225	0,867	-0,930	-0,849	-0,724	-0,836	1,000
DMO	0,197	0,859	-0,917	-0,856	-0,795	-0,824	0,993

Tableau 13 : Matrice de corrélation de la composition chimique de la dolique et du niébé

	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	DMSauf
MM	1,000						
MAT	0,594	1,000					
NDF	-0,503	-0,711	1,000				
ADF	-0,432	-0,798	0,923	1,000			
ADL	-0,504	-0,803	0,818	0,886	1,000		
CB	-0,430	-0,739	0,966	0,973	0,872	1,000	
DMSauf	0,266	0,541	-0,916	-0,867	-0,805	-0,937	1,000
DMO	0,388	0,714	-0,941	-0,933	-0,912	-0,970	0,971

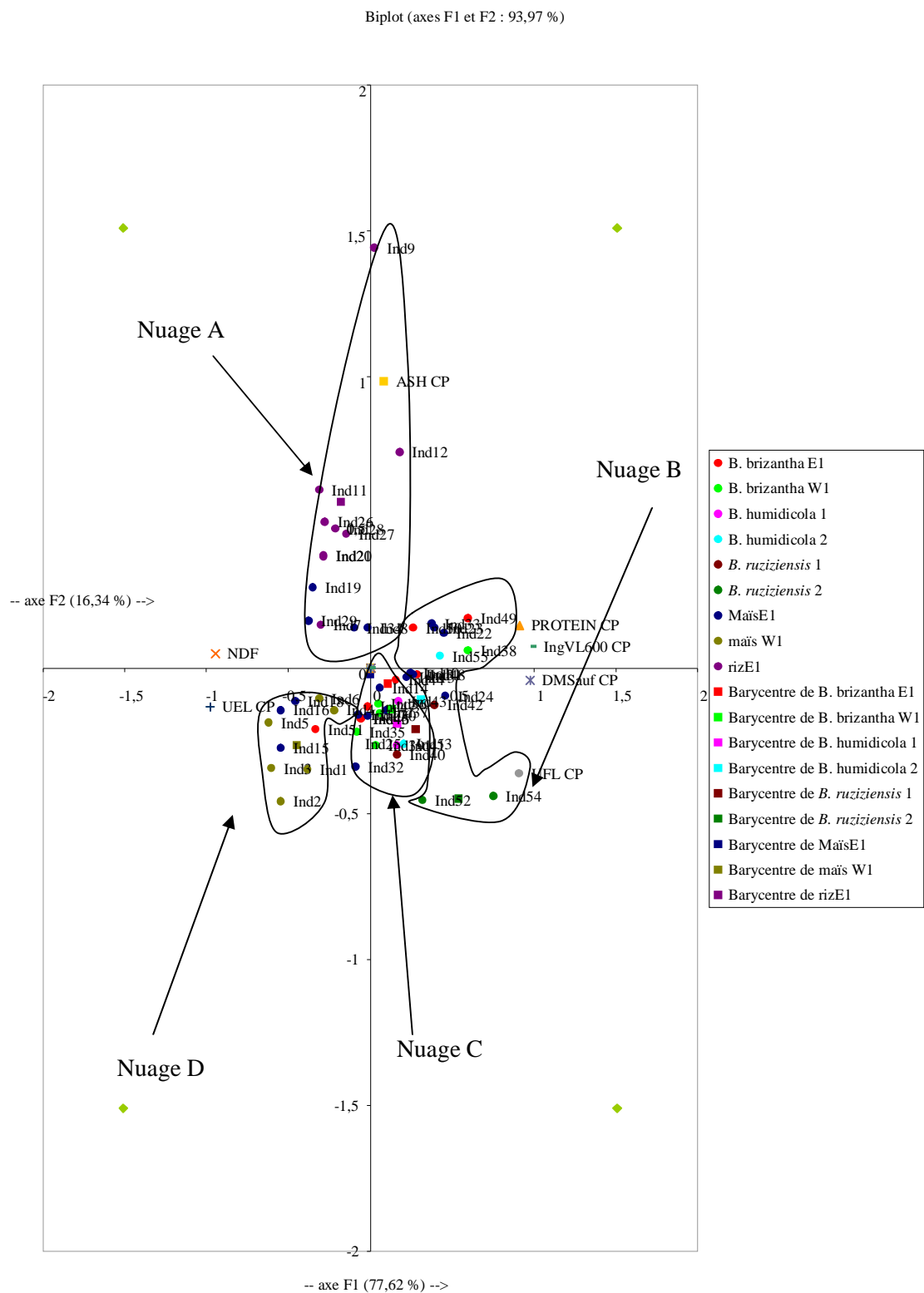


Figure 9 : typologie des plantes de couverture graminéennes dans le plan (F1 ;F2)

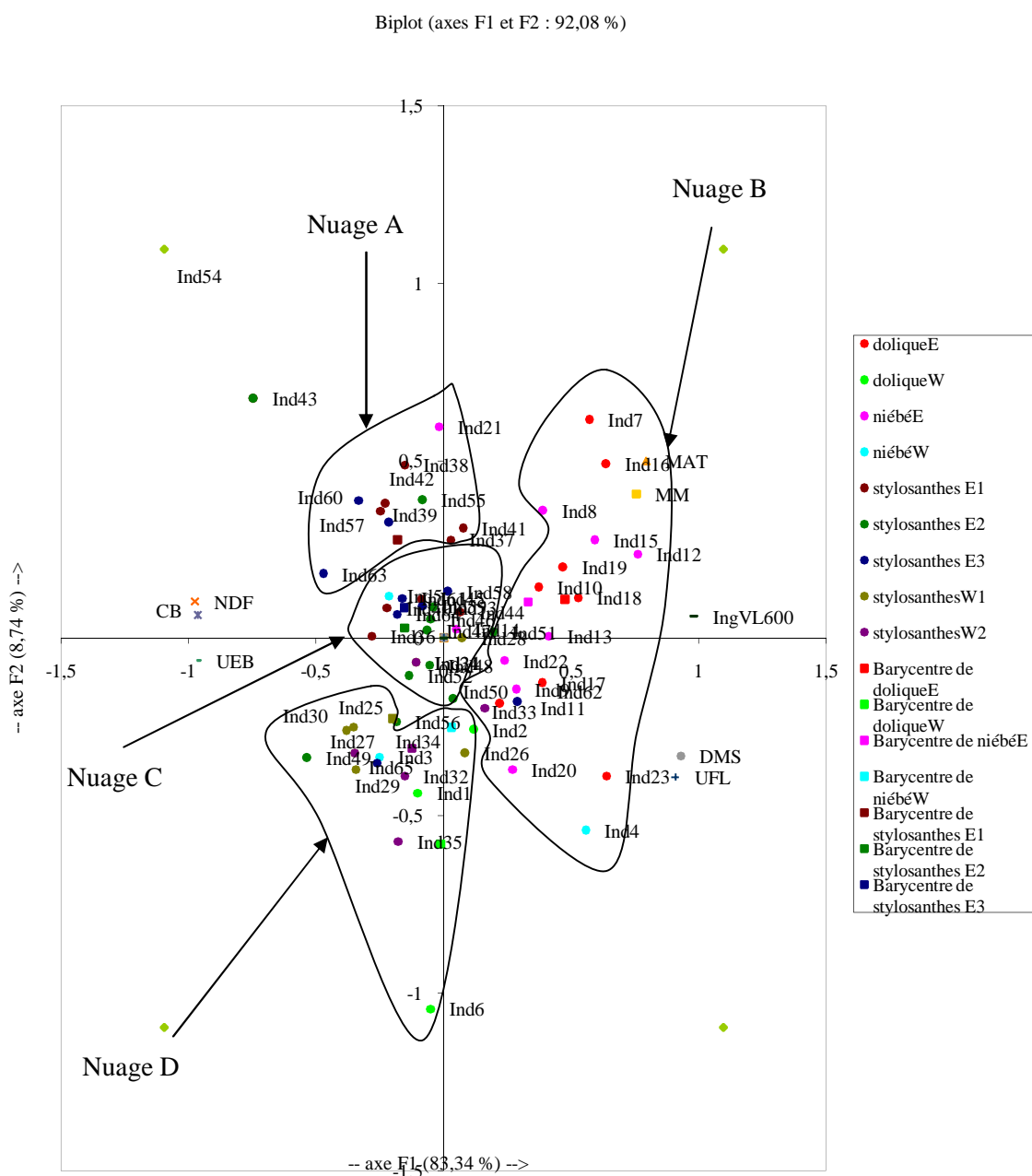


Figure 10 : typologie des plantes de couvertures légumineuses dans le plan (F1 ; F2)

Tableau 14 : comparaison de la valeur alimentaire des plantes de couverture légumineuses (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

nuage	MM	MAT	NDF	DMS	UFL	UEL	IngVL600	Type plante	Rang coupe
A N=11	8,66 \pm 1,77 13,66-6,68	18,32 \pm 2,48 21,95-14,26	57,54 \pm 4,36 64,36-52,18	47,53 \pm 6,84 54,45-34,74	0,60 \pm 0,07 0,68-0,48	1,16 \pm 0,04 1,23-1,10	15,49 \pm 0,50 16,12-14,59	Stylo E	1
									2
									3
								Niébé E	-
B N=18	8,27 \pm 1,32 11,83-6,12	18,94 \pm 2,08 25,91-15,13	52,89 \pm 3,85 58,80-39,17	54,95 \pm 3,44 65,89-48,83	0,68 \pm 0,03 0,77-0,63	1,13 \pm 0,03 1,17-1,05	15,85 \pm 0,31 16,79-15,29	Stylos W	1
									2
								Stylos E	1
									2
									3
								Niébé E	-
C N=17	10,47 \pm 1,29 12,70-8,12	22,53 \pm 3,91 29,77-18,25	44,18 \pm 3,72 49,55-36,45	64,61 \pm 3,60 71,54-59,32	0,77 \pm 0,04 0,84-0,73	1,07 \pm 0,02 1,09-1,04	16,56 \pm 0,25 16,97-16,19	Niébé W	-
									-
								Dolique E	-
								Niébé E	-
								Niébé W	-
								Stylo W	2
D N=12	6,81 \pm 1,16 8,97-4,99	14,81 \pm 2,05 18,04-10,53	54,78 \pm 3,72 60,84-48,35	54,57 \pm 4,30 64,37-47,52	0,68 \pm 0,04 0,76-0,62	1,17 \pm 0,03 1,22-1,10	15,42 \pm 0,36 16,09-14,83	Stylo E	2
									3
								Stylo W	1
									2

Tableau 15 : comparaison de la valeur alimentaire des plantes de couverture graminéennes (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

nuage	MM	MAT	NDF	dMS	UFL	UEB	IngLV600	Type plante	Rang coupe
A								pailles riz E	-
	13,04 \pm 3,85	5,32 \pm 1,24	73,20 \pm 3,12	31,68 \pm 4,39	0,46 \pm 0,04	1,30 \pm 0,03	13,80 \pm 0,36	pailles maïs E	-
	22,75-7,48	7,47-3,60	76,98-66,12	42,26-24,62	0,56-0,41	1,33-1,25	14,37-13,40		
N=13									
B								brizantha W	1
	9,31 \pm 1,25	8,36 \pm 1,30	65,78 \pm 3,62	43,51 \pm 4,33	0,60 \pm 0,05	1,22 \pm 0,03	14,82 \pm 0,35	humidicola	2
								ruzizensis	2
	11,03-7,30	10,87-6,72	72,58-56,00	55,51-36,33	0,74-0,53	1,27-1,18	15,39-14,30	brizantha E	1
								pailles maïs E	-
N=13									
C								Pailles maïs E	-
	8,14 \pm 0,95	5,84 \pm 1,06	70,19 \pm 3,12	37,47 \pm 4,25	0,56 \pm 0,04	1,29 \pm 0,03	14,11 \pm 0,32	brizantha W	
								humidicola	1
	10,99-6,65	8,08-3,78	75,43-62,50	45,28-30,48	0,65-0,49	1,36-1,25	14,69-13,34	Brachiaria E	2
									1
N=14									
D								Pailles maïs	-
	6,89 \pm 1,40	3,26 \pm 0,60	77,53 \pm 1,45	25,25 \pm 3,27	0,44 \pm 0,03	1,37 \pm 0,02	13,02 \pm 0,24	W	-
								Pailles maïs E	
	8,69-4,90	4,34-2,49	79,29-74,50	31,58-20,30	0,49-0,40	1,39-1,35	13,40-12,70	Brizantha E	
N=10									1

G. Typologie des plantes de couverture

1. Les fourrages graminéens

Le nuage A de la figure 9 est caractérisé par la plus haute teneur en MM : la plupart des individus sont des échantillons de riz, avec quelques individus de maïs de la rive Est (tableau 15).

Le nuage B, ayant la teneur en MAT et l'énergie nette moyennes les plus élevées regroupe des maïs, représentant plus de la moitié des individus regroupés, et les *B. ruziziensis* et *humidicola* en 2^{ème} coupe de la rive Est. Le nuage C constitué, pour la majeure partie, par des *B. brizantha* de la rive Ouest, a une teneur en MAT, la digestibilité et la valeur énergétique moindre par rapport au nuage B. cette teneur est comparable à celle du nuage A mais avec un UFL plus élevé. Quant au nuage D, formé essentiellement par les maïs, surtout ceux de la rive Ouest, est le groupe à teneur en MAT, à valeur énergétique et à digestibilité les plus faibles

2. Les légumineuses

Le nuage A de la figure 10 est caractérisé par la plus haute teneur en NDF, la plus basse digestibilité et la valeur énergétique la plus ; tandis que le nuage B possède une teneur en fibres moindre et la valeur énergétique supérieure par rapport au nuage A (tableau 14). La grande majorité des stylosanthes prélevés sur la rive Est se trouvent dans ces deux nuages, tandis que ceux de la rive Ouest se retrouvent dans le nuage D, avec les doliques issues de la même rive, caractérisé par la plus faible teneur en MAT. Les niébés de la rive Ouest sont éparpillés dans les nuages B, C et D.

Le nuage C est formé principalement par les échantillons de dolique et de niébé de la rive Est. Il détient les teneurs en MAT et en MM les plus élevées autant que la valeur énergétique.

Conclusion partielle

La productivité, caractérisée par les rendements en MS et la vitesse de croissance, d'une part, et la valeur alimentaire, déterminée par la composition chimique, la valeur nutritive ainsi que la digestibilité et l'ingestibilité des fourrages étudiés, ne varient pas toutes en fonction des deux rives de l'Alaotra et/ou bien du rang de coupe.

Le regroupement des fourrages appartenant à une même famille, graminée et légumineuse, permet d'évaluer la valeur alimentaire de chaque type de fourrage, les uns par rapport aux autres. Cette évaluation aide au choix des types de fourrages pouvant composer une ration alimentaire.

IV. DISCUSSION ET PROPOSITIONS

A. Productivité en MS

1. *Brachiaria*

Les productivités des *brachiaria* étudiés sur les rives Est et Ouest du lac Alaotra, allant de 1,18 à 4,11t/ha de MS, se trouvent au-dessous de leur potentialité mentionnée par Husson et al (2008). Cependant, la production moyenne de biomasse de *B. humidicola* de 3,56t/ha est comparable à celle trouvée par Béreau et al (1992), ainsi qu'à celle trouvée par Pamo, Yankeu et Onana (1997) au Cameroun dans le cas *B. ruziziensis*, avec 4,11t/ha. Et sur l'ensemble des deux coupes, la production de *B. humidicola* de 4,78 t/ha est comparable à la production annuelle de *Brachiaria brizantha* sans engrais de Piot et Rippstein en 1976 (Roberge (éd), 1999), pour les rythmes de coupe à 60 et 80 jours, alors que celle de *B. ruziziensis* de 5,97t/ha est légèrement supérieure.

2. *Stylosanthes*

Les rendements de biomasse de *stylosanthes* de 4,62 et 5,12t/ha trouvés par Pamo, Yankeu et Onana (1997) au Cameroun sont comparables à ceux des deux rives du lac Alaotra. Par nombre de coupe, la production de la rive Est dépassent de 1,1t à 4t/ha environ celles trouvées par Picard et al (1973), mais la différence avec celle de la rive Ouest est à moins de 1t/ha. Les rendements de biomasse trouvés sur la rive Est en deux et trois coupes (7,71 et 10,97t/ha) sont supérieurs aux productions annuelles par rythme de coupe trouvées par Piot et Rippstein en 1973 (Robege (éd), 1999), alors que ces dernières sont comparables à celle obtenue sur la rive Ouest qui est de 5,84t/ha.

D'autre part, la faiblesse de la vitesse de croissance des *brachiaria*, en tant que graminées, par rapport au *stylosanthes* est due essentiellement à l'absence de fertilisation azotée. La différence entre *B. ruziziensis* et *B. humidicola* au niveau de la croissance montre bien que chaque espèce possède sa propre courbe de croissance.

Dans l'ensemble, la production fourragère des *brachiaria* est comparable, voire inférieure à celle des *stylosanthes*, alors que Picard et al(1973) ont démontré la supériorité productive des graminées sur les légumineuses à condition de fertiliser après chaque coupe. En effet, les *brachiaria* sont surpâturés à chaque saison de pluie, or la plupart des parcelles de prélèvement ont deux ans et plus d'exploitation. La surexploitation du fourrage graminéen sans fertilisation épuise rapidement le sol. La fertilisation est donc le facteur limitant les *brachiaria* à atteindre leur production potentielle. Quant au *stylosanthes*, comme sa production est relativement indépendante de la fertilisation azotée en tant que légumineuse, l'écologie et la fertilité du sol de la rive Est du lac est plus propice à son développement et à son exploitation.

B. Valeurs alimentaire

1. Plantes de couverture

a) *brachiaria*

La valeur azotée des *brachiaria* prélevés sur l'Alaotra, MAT et PDI, sont moindre par rapport à celle de Fifamanor (2008) à Antsirabe : un écart compris entre 2,27 à 3,98% pour la MAT et 25,68 à 36,86 g/kg de MS pour les PDIN dans le cas de *B. brizantha*, et pour *B. ruziziensis*, entre 2,17 à 7,20% pour la MAT et 20,09 à 56,45 g/kg MS pour les PDIN. Mais ces valeurs MAT de *B. ruziziensis* de la rive Ouest du lac Alaotra sont supérieures au 3% trouvée par Pamo et Yonkeu (1994) au Cameroun, alors que leurs teneurs en CB sont proches. Sur le plan énergétique, les valeurs de *B. brizantha* et *B. ruziziensis* de Fifamanor (2008) dépassent, successivement, de 0,14 et 0,11 UFL/kg de MS celles des résultats de l'étude. Cela montre que la composition chimique du fourrage varie avec les conditions de milieu et de culture. En effet, « en conditions limitantes de fertilisation, la diminution de la teneur en MAT est amplifiée » et, ainsi, la valeur alimentaire d'une même espèce peut varier de la meilleure à la pire (Roberge (éd), 1999). La différence vient sans doute des conditions du milieu et de culture, étant donné que FIFAMANOR travaille en station expérimentale.

b) *stylosanthes*

La valeur azotée du *stylosanthes*, variant de 0,63 à 0,69 UFL/kg MS, ainsi que sa valeur énergétique, comprise entre 93,8 à 99,84 g/kg de MS, sont comparables à celles obtenues par Toutain et al(1994), par contre les teneurs en CB de 03,02 à 35,13% de la MS sont plus élevées, par hypothèse, à cause de l'âge, car d'une façon générale, la teneur en CB augmente avec l'âge. En effet, dans les résultats d'étude de Toutain et al(1994), les *stylosanthes* sont âgés entre 28 jours et 70 jours, tandis que les stylos prélevés sur les rives d'Alaotra sont âgés jusqu'à 530 jours. Ainsi donc, les valeurs énergétique et azotée du *stylosanthes* varient peu avec l'âge. Les teneurs en MAD et l'énergie nette obtenus sont comprises entre 100-200g/ kg de MS pour MAD, et 0,6-0,8 UFL/kg de MS pour l'énergie (Tropicales forages, 2005 ; FAO, 2008).

D'autre part, entre les deux genres, les *brachiaria*, en tant que fourrage de type C4 possèdent des teneurs en fibres plus élevées que celles du *stylosanthes* de type C3. Tandis que la teneur particulièrement élevée en lignine du *stylosanthes*, plus élevée que celles des autres graminées même, influe surtout sur la partie ligno-cellulosique (ADF) de la fibre. En effet, elle n'est pas proportionnelle à la teneur en fibres toutes entières (NDF), sinon ce seraient également ces teneurs en NDF qui seraient les plus élevées, alors que ce n'est pas le cas. Une haute teneur en lignine n'implique donc pas systématiquement une teneur en fibres élevée. La proportion des hémicellulose et des substances pectiques restent donc inférieure à celle des *brachiaria*. La teneur élevée en lignine est donc caractéristique des *stylosanthes* en tant que légumineuse.

c) **dolique et niébé**

La teneur en MAT moyenne du niébé de la rive Est est comprise entre 20-30% de la MS (Lebas, nd), où il s'agit de la partie aérienne verte ; alors que celle de la rive Ouest se rapproche plus de 17-18%, l'intervalle correspondant aux fanes (Lebas, nd). Cependant, les valeurs moyennes de MAT des deux rives appartiennent encore à l'intervalle 14-21% de la MS cité dans Tropical Forages (2005).

Quant à la dolique de la rive Est, sa teneur en MAT se trouve au-dessus de l'intervalle de 16 à 17% de la MS (Lebas, nd) et correspond plus à l'intervalle 21-38% de la MS (Tropical Forages), alors que celle de la rive Ouest se trouve encore en-dessous de celui de Lebas. Quant à la CB, leurs teneurs restent comparables, ce qui confirme que la dolique d'un côté, et le niébé de l'autre, ont été prélevés relativement au même stade de développement sur les deux rives.

2. **Pailles de riz et de maïs**

La teneur en MAT des pailles de riz prélevées sur la rive Est de l'Alaoira est comparable à celle de FIFAMANOR, mais supérieure de 1,3% de la MS par rapport à celle de la région du Cap Vert trouvé par l'INRA (Roberge (éd), 1999). Tandis que la teneur en MM de 13,53% de MS ne s'éloigne des valeurs des deux autres résultats de comparaison. Cependant, leur valeur PDI est inférieure de 28,42 et 8,62g/kg MS, successivement, de celle de Fifamanor et l'INRA. Quant à la valeur énergétique de ces pailles de riz de 0,51 UFL/ kg de MS, elle est proche de celle du Cap Vert mais inférieures de 0,07 UFL/ kg de MS à celle de FIFAMANOR.

Pour les pailles de maïs, leurs MAT et UFL de la rive Ouest (3,9% de la MS et 0,57 UFL/ kg de MS) sont proches de celles de FIFAMANOR, tandis que MAT de la rive Est égale à 6,31% de la MS est supérieure. La valeur PDI de FIFAMANOR, égale à 29g/kg de MS se trouve entre les valeurs des deux rives de l'Alaoira : celle de la rive Est à la limite supérieure et celle de la rive Ouest à la limite inférieure.

C. **Digestibilité et ingestibilité**

L'intervalle de la digestibilité de la MO du stylosanthes, entre 46% à 65% de la MO, se trouve plus élargie que celui mentionné par CIRAD et al(2008), qui est de 52 à 60%. Tandis que la digestibilité de la MO des brachiaria est descendue de 6 % par rapport à celle mentionné e par CIRAD et al (2008). En effet, la digestibilité diminue avec l'âge, or, certains stylo prélevés sont âgés de plus de un an et l'âge de la plupart des brachiaria en première coupe correspond plus ou moins à la durée de la saison sèche (4 à 6mois).

La variation de la digestibilité de la dolique obtenue est comprise dans l'intervalle 55-76% de la MS (Tropical Forages), tandis que la digestibilité maximale du niébé est à 4% de plus que celle mentionnée par Tropical Forages.

Dans l'ensemble, les légumineuses sont plus digestibles que les graminées à cause de leur composition chimique (teneurs en fibres moindres et teneurs en MAT plus élevées que celles des graminées). Cependant, la présence de substance antinutritionnelle (teneur élevée en lignine dans le cas du stylosanthes) limite sa consommation dans la ration animale.

Quant aux légumineuses entre elles, les digestibilités des légumineuses annuelles (dolique et niébé) sont supérieures à celle de la pérenne (stylosanthes), à cause de cette teneur élevée en lignine même.

D. Evaluation de la valeur fourragère des plantes de couverture

D'autre part, d'après quelques repères sur les fourrages tropicaux (Pôle Kappa, 2007), les résultats montrent que le stylosanthes ainsi que les dolique et niébé de la rive Ouest sont de très bonnes qualités énergétique et azotée (PDI). Les brachiaria et les pailles de riz et maïs se trouvent légèrement en-dessous de la qualité moyenne.

Par rapport aux repères des fourrages tempérés (Pôle Kappa, 2007), la qualité énergétique du stylosanthes devient moyenne mais sa valeur azotée reste bonne. Quant aux graminées étudiées, ils tombent dans la catégorie des fourrages à mauvaise valeur nutritive. En effet, les légumineuses sont les seules à posséder une valeur azotée relativement indépendante du domaine agroclimatique.

E. Variation et interrelation des variables alimentaires

1. Relation entre les facteurs de variation et les variables alimentaires

La différence de productivité et de composition chimique des plantes de couvertures étudiées, entre la rive Est et la rive Ouest de l'Alaotra, quoique relativement faible, confirme la supériorité de la fertilité du sol des tanety de la rive Est sur la rive Ouest. Et c'est surtout la teneur en MAT qui est sensible à la variation de la fertilité du sol. Chez la dolique et le niébé, les écarts entre les MAT des deux rives sont les plus notables, alors que chez les stylosanthes, la différence est moins importante. Mais comme les légumineuses sont les seules à posséder une valeur azotée relativement indépendante du domaine agroclimatique, la différence entre les valeurs azotées de la dolique et le niébé des deux rives du lac Alaotra peut être aussi due à la différence de variétés des plantes.

Quant à l'âge, il fait augmenter les teneurs en fibres et baisser la valeur énergétique chez les brachiaria, mais n'a pas d'effet significatif ni sur leur productivité, ni sur leur valeur azotée.

Tandis que chez les stylosanthes, la productivité diminue avec l'âge mais n'a pas d'influence notable sur leur composition chimique. En effet, les légumineuses sont les seules à posséder une valeur azotée variant peu avec l'âge (Roberge (éd), 1999).

2. Relation entre variables alimentaires

Chez les brachiaria, le stylosanthes, la dolique et le niébé, les teneurs en MAT et en MM sont proportionnelles. Ainsi, la MM, autant que la MAT, témoigne de la qualité de ces fourrages. Quant aux pailles de riz, leur teneur élevée en MM n'implique pas une teneur élevée en MAT, en effet, elles sont de faible valeur alimentaire.

MAT est fonction inverse des teneurs en fibres. Ainsi, des teneurs élevées en fibres et une teneur basse en MAT traduit une mauvaise digestibilité : fait plus évident chez les graminées étudiées que chez les légumineuses où les teneurs en MAT varient peu.

La prédiction de la DMSauf à la SPIR des plantes de couvertures étudiées a été établie en fonction des teneurs en fibres.

F. Typologie des plantes de couverture

1. Fourrages graminéens

L'amplitude de variation de la valeur alimentaire des pailles de maïs de la rive Est est grande, celles de la rive Ouest sont les plus basses. D'autre part, les valeurs azotées des brachiaria et des pailles de maïs sont comparables mais la valeur énergétique des brachiaria reste supérieure à celle des pailles. En effet, sans fertilisation, en plus du surpâturage, les graminées tropicales se retrouvent au même niveau alimentaire que les pailles de céréales (GRET, 2002).

La teneur élevée en MM des pailles de riz est constituée en majeure partie de silice, présente en grande quantité dans les pailles riz. C'est une raison pour laquelle les pailles de riz ont une faible digestibilité.

2. Les légumineuses

La variabilité de la valeur alimentaire du stylosanthes est également due aux conditions du milieu, rive Est et rive Ouest de l'Alaotra, qu'à l'âge. Les valeurs fourragères de la dolique et du niébé de la rive Est dépassent celle du stylosanthes, mais ces derniers sont comparables à la dolique et niébé de la rive Ouest. Dans le cas de la rive Ouest, c'est donc la basse fertilité du sol qui ramène les valeurs alimentaires de ces trois légumineuses (dolique et niébé en vert) au même niveau, ou la variété de la dolique et du niébé.

G. Propositions

La connaissance de la valeur alimentaire de ces plantes de couvertures et de ces couvertures mortes conduit à l'établissement de rations. Les rations permettent d'évaluer la potentialité du fourrage par rapport à la satisfaction des besoins de l'animal.

1. Les rations de base proposées

La ration bovine est constituée de la ration de base (RB), c'est le fourrage offert à volonté à l'animal. Généralement, c'est le fourrage le plus disponible de la région ou de l'exploitation, et dans le cas de cette étude : ce sont le *B. brizantha* (RB1) et les pailles de riz (RB2).

La RB1 aura deux valeurs alimentaires différentes : moyenne (RB1m) et maximale (RB1max), d'après les résultats obtenus dans les tableaux 10 à 14.

RB1 et RB2 sont toutes les deux des rations non équilibrées, c'est-à-dire que la production permise par l'énergie et la valeur azotée sont différentes.

Des rations alternatives sont proposées dans le cas des pailles de riz : comme sa valeur nutritive est trop faible pour les besoins d'un bovin, elles ont été associées avec dolique en R3 et avec du stylosanthes en R4. Le taux d'incorporation des deux légumineuses est limité au 1/3 de la ration. Les valeurs nutritives de chaque ration, correspondant à chaque catégorie d'animal sont résumés en annexe 8, tableaux 19 à 22.

a) les différentes catégories bovines

Elles seront destinées à trois catégories d'animaux existant dans la région, suivant le type de production: les bœufs de trait, la vache laitière et le bœuf d'embouche paysanne. Ils ont chacun leurs caractéristiques physiques dont dépendent leur potentialité et leurs besoins en éléments nutritifs:

- ❖ Le bœuf de trait s'agit d'un animal pesant 300 kg de poids vif, travaillant en moyenne 6 heures par jour.

La vache est subdivisée en quatre races différentes (Samad Hussein, 2009) :

- ❖ la race locale, le pesant 200 kg de poids vif avec une production laitière de 3l par jour ;
- ❖ la race rana, avec un poids de 300 kg pour une production laitière de 5 l par jour ;
- ❖ la vache métisse, pesant 450 kg et produisant 11 l de lait ;
- ❖ et enfin, et non la moindre, une race pure de 600kg, donnant 15 l de lait par jour.
- ❖ Le bœuf d'embouche s'agit d'un bœuf de trait réformé, ayant comme poids initial 300 kg, avec un GMQ modéré égal à 700g. L'embouche dure 6mois pour arriver à un poids final de 426kg.

b) besoins en fourrages

Elle dépend de la valeur d'encombrement propre à chaque type de plante, de la composition de la ration, ainsi que la capacité d'ingestion (CI), fonction du poids de l'animal (la fourmule se trouve en annexe 7).

MSI dépend de la ration, de la catégorie de l'animal ainsi que de la race. Ainsi :

- Pour RB1, MSI varie de 4 (vache laitière race locale) à 15,93kg (vache race pure).
- Pour RB2, elle est à 3,81 à 11 kg
- Concernant les rations R3 et R4, la MSI des pailles de riz varie de 2,54 à 9,16 kg, et la quantité du stylosanthes correspondant est consommée à raison de 1,45 à 5,22 kg, celle de la dolique est de 1,58 à 5,66kg de MS. Comme les deux fourrages se trouvent au même taux dans la ration, le léger écart entre leurs MSI est dû à leurs encombrements. (tableaux 19 à 22).

c) effets des rations sur les bovins

Le niveau de satisfaction des besoins de l'animal dépend de la qualité du fourrage mais aussi du niveau de production de l'animal.

➤ *Bovin de trait et bœuf à l'engrais*

RB1m couvre les besoins d'entretien des deux catégories bovines, mais elle est insuffisante pour faire face aux besoins de travail et de production de ces animaux.

RB1max répond entièrement à leurs besoins en MAD, mais toujours pas totalement ceux de l'énergie : celle de la ration manque de 0,32 à 1,22 UFL, suivant l'intensité de travail pour le bœuf de trait (tableau 17).

Pour le bœuf d'embouche, RB1 max répond totalement à ces besoins, largement même pour les besoins azotés car il y a excès de 176,54g/kg de MS. En effet, ses besoins en UFL et en MAD sont inférieurs à ceux du bœuf de trait (tableau 18).

RB2, elle, ne subvient même pas aux besoins d'entretien des deux types d'animaux, tandis que R3 satisfait les besoins azotés de ces animaux, alors que l'énergie de la ration fait toujours défaut .

➤ *Les vaches laitières*

• La race locale

Dans le cas de RB1, la production permise par l'énergie (UFL) est inférieure à celle de la valeur azotée (MAD ou PDI). C'est l'énergie qui détermine la production de la ration. Ainsi, RB1m couvre à peine les besoins d'entretien de la vache de race locale, alors que RB1max lui permet de produire environ la moitié de sa production de lait moyenne.

Les productions permises par les PDI de R3 et R4 sont également élevées : 4 et 5,28l. Cependant, les écarts entre UFL et PDI des deux rations sont plus élevées que celui de RB1 max, donc, il leur faut plus de concentré énergétique pour équilibrer la ration.

- **La Race « rana »**

L'énergie de RB1m ne donne que 0,84l de lait, alors que celle de RB1max est de 2,76 l, soit la moitié de la production potentielle moyenne de la vache. Cette ration peut permettre à la vache de produire théoriquement 6,89 l de lait, grâce aux PDI, si la ration est complétée d'un concentré énergétique. La production moyenne réelle de la race rana égale à 5l de lait peut alors être largement atteinte.

Il faut remarquer que RB2 n'arrive pas à couvrir totalement les besoins d'entretien des quatre types de vache laitière. Mais associée avec le stylosanthes, la ration R3 obtenue peut permettre à l'animal de produire 6,05l de lait si la ration est équilibrée avec un concentré énergétique, dans le cas contraire la production est négligeable (0,72l) (tableau 20).

- **La métis et la race pure**

Concernant la race métisse, c'est également RB1 max qui est la plus productive avec une quantité de lait permise par l'énergie de 5,26 l. Complétée, avec un concentré très énergétique, la production de la ration peut atteindre 11,51l, sa production potentielle. En effet, l'écart entre PDI et UFL est élevé.

Pour R4, l'écart UFL-PDI est encore plus grande (7,69l) car sa production permise par l'énergie est inférieure à celle de RB1 max, alors que celle des PDI est plus élevée (12,53l). : et cela à cause de la faiblesse de la valeur alimentaire de la paille de riz (tableau 21).

Tandis que chez la race pure, la production laitière permise par l'énergie de la ration RB1m est de 8,16l.

RB1 max atteint la production de 13,52l, ce qui est élevé et acceptable par rapport aux productions chez les autres types de vache. En effet, la CI de la vache est la plus élevée avec 18 kg de MS, d'autant plus que l'UFL et les PDI nécessaires pour produire 1kg de lait sont les plus bas.

Celle de RB2 avec la dolique est à 10l (tableau 22).

2. Besoins en surface fourragère

Afin qu'une ration puisse satisfaire les besoins en nutriments d'un animal donné, le fourrage doit être offert en quantité suffisante. Ainsi, les surfaces fourragères nécessaires pour satisfaire les besoins de chaque type de bovin dépendent de la quantité de MS des fourrages ingérée par le bovin, ainsi que de la production des fourrages concernés.

D'après MSI des différentes catégories bovines dans le cas de RB1 max, et en utilisant la production de *B. ruziziensis* de 5, 97 t/ha (tableau7), à exploiter pendant 6 mois :

- ✓ MSI annuelle de la vache de race locale est de 0,8 t/an, la surface fourragère nécessaire sera alors de 13 ares (annexe 9).
- ✓ pour la vache « rana », la surface nécessaire est de 20 ares pour une consommation de 1,20 t/an. Comme ses besoins en MS sont identiques à ceux des bœufs de trait et à l'engrais, la surface fourragère nécessaire est la même.
- ✓ quant à la race métis et à la race pure, elles ont besoins successivement de 30 et 48 ares pour des consommations de 1,79 et 2,87 t de MS/ an.

Dans le cas de la ration R2, offerte aux bovins pendant, également, 6mois :

- ✓ la quantité de stylosanthes ingérée sera de 0,26 t, correspondant à une surface de 2 ares pour une vache de race locale.
- ✓ pour la race rana, le bœuf de trait et le bœuf à l'engrais, chacun aura besoin de 4ares pour satisfaire leur MSI équivalent donc à 0,39t.
- ✓ les besoins en surface fourragère de la vache métis et de la race pure reviennentt, dans l'ordre, à 5 et 9 ares, pour des consommations de 0,59 et 0,94t.

Toutes ces valeurs sont résumées en annexe 9.

3. Capacité de charge

D'après les potentiels des cultures fourragères sélectionnées sur les rives Est et Ouest du lac Alaotra, la connaissance de la capacité des charges est un élément permettant d'exploiter les parcelles de façon rationnelle.

La capacité de charge (CC) ou charge optimale (CO) est le nombre d'animaux, en unité bovin tropical (UBT) ou par unité gros bétail (UGB), par unité de surface, en hectare.

Elle dépend de la production annuelle du fourrage (kg de MS/ha), de la CI du bovin et de la durée d'exploitation du fourrage dans l'année. Dans les calculs (annexe 9) cette durée a été fixée à 150 jours, correspondant relativement à la durée de la saison des pluies.

Les fourrages graminéens sont consommés à volonté par les bovins. Ainsi :

- ✓ un *B. humidicola* qui donne 4,78 t/ha dans l'année de MS peut supporter 5,1UBT
- ✓ et un *B. ruziziensis* ayant un rendement annuel de 5,97 t/ha peut nourrir 6,37 UBT(les détails de la formule utilisée se trouve en annexe 8).

En UGB, la potentialité de ces fourrages devient:

- ✓ 1,77 UGB/ha pour le *B. humidicola*
- ✓ Et 2,21 UGB/ha pour le *B. ruziziensis*
- ✓

4. Qualité fourragère

Le brachiaria est capable de couvrir les besoins d'entretien des bovins pour une valeur fourragère moyenne. Et pour une valeur fourragère optimale, il est capable de permettre à la vache de produire une quantité de lait acceptable, quoique la production de lait potentielle de l'animal ne soit pas atteinte. C'est une ration de base qui a besoin d'être équilibrée avec un concentré énergétique pour augmenter la production de l'animale à celle permise par les PDI, beaucoup plus élevée.

Tandis que les pailles de riz, de faible valeur nutritive, ont besoin d'être associées avec des légumineuses pour pouvoir former une ration capable de couvrir, au moins, les besoins d'entretien d'un bovin. La ration formée n'est pas plus productive que le brachiaria car sa production permise par l'énergie reste inférieure à celle du brachiaria à valeur fourragère maximale.

Or, la valeur fourragère d'une plante dépend de la fertilité du sol. C'est pourquoi, la fertilisation est nécessaire pour pouvoir améliorer, non seulement la productivité de ces plantes, mais également leur valeur fourragère, surtout chez les graminées. Il est alors nécessaire d'apporter du NPK pour compenser les exportations effectuées par les plantes après chaque prélèvement.

Tandis que les légumineuses, capables par elles-mêmes de produire de l'azote, grâce à leurs nodosités, n'ont plus besoin de fertilisation azotée. Il s'avère alors judicieux de cultiver ces deux types de fourrage en association, afin que le brachiaria puisse profiter de l'apport d'azote effectué naturellement par le stylosanthes. Ainsi, le problème de fertilisation s'en trouve réduit, voire éliminé.

Conclusion partielle

Le stylosanthes, le niébé et la dolique sont nutritionnellement de bons fourrages. D'autre part, la valeur alimentaire du *B. brizantha* est plutôt faible car elle tend à se rapprocher de celles des pailles de maïs de la rive Est.

Le brachiaria reste quand même un fourrage adapté à l'alimentation animale, tandis que la valeur alimentaire des pailles de riz ont besoin d'être rehausser avec une légumineuse.

Il est alors essentiel d'offrir à l'animal les fourrages en quantité suffisante. Pour ce faire, il faut les cultiver sur des superficies correspondantes, et fertiliser ou associer les deux familles de fourrage.

Conclusion

Les brachiaria des rives Est et Ouest du lac Alaotra sont en-dessous de leur potentialité tant au niveau de la production que de la valeur alimentaire. L'absence de fertilisation et le surpâturage en sont les principales causes pour lesquelles les brachiaria se retrouvent niveau alimentaire que les pailles de maïs. Tandis que le stylosanthes, la dolique et le niébé, possèdent de bonnes valeurs énergétiques et azotées, surtout ceux de la rive Est.

En effet, les tanety de la rive Est du lac sont réputés pour être plus fertiles que ceux de la rive Ouest. C'est pourquoi des écarts apparaissent entre les mêmes espèces prélevées sur les deux rives, aussi non significative soient-ils. Cependant, dans le cas de la dolique, du niébé et des pailles de maïs, l'effet de la variété des espèces étudiées, différentes pour chacune des deux rives, peut aussi être la raison des écarts des valeurs entre les deux rives. L'amplitude assez large retrouvée au niveau des valeurs de la production de biomasse aussi bien qu'au niveau de la valeur alimentaire de ces plantes de couverture, surtout les graminées, montre qu'il s'agit bien de conditions réelles où, les paramètres pédo-climatiques sont très variables d'un point à un autre, surtout en milieu tropical.

Proposée dans la ration alimentaires bovine, le *B. brizantha*, mais aussi *B. humidicola* et *B. ruziziensis*, dont les valeurs alimentaires sont comparables, sont des fourrages plus adaptées à l'alimentation bovine que les pailles de riz et de maïs, et cela malgré qu'ils soient en dessous de leur véritable potentielle. Cependant, grâce au stylosanthes, à la dolique ou au niébé, la valeur fourragère des rations à base de ces résidus de récolte peuvent être rehaussée. Ainsi, les plantes de couverture étudiées sont toutes intéressantes pour l'alimentation animale. Toutefois, afin d'accroître la potentialité productive et nutritive des fourrages, la fertilisation est de mise, en effet, les vaches laitières de productivité plus élevée ont besoin de plus de fourrage de qualité que de quantité.

Bref, cette étude montre l'importance de la valeur alimentaire d'une plante constituant la ration alimentaire bovine, d'où l'intérêt même pour les plantes de couverture.

Toutefois, la question qui se pose est : où est la limite entre la disponibilité de ces plantes pour les SCV et pour l'affouragement ?

BIBLIOGRAPHIE

- AFD, (2006). *Le semis direct sous couverture végétale permanente : une solution alternative aux systèmes de cultures conventionnels des pays du Sud*. 68p
- AGOUZE, K. O. A. (2000). *Elaboration d'un modèle informatisé de gestion des pâturages tropicaux*. Mémoire de DES, Université de Liège. 38p
- AVSF (2008, février). *Synthèse des connaissances, activités et perspectives menées par AVSF sur la gestion des ressources agro-pstorales des bassins versants Imamba-Ivakaka*. Synthèse de l'étude des modes de gestions des ressources pastorales.
- BAUMONT, R., CHAMPCIAUX, I., AGABRIEL, J., ANDRIEU, J., AUFRERE, J., MICHALET-DOREAU, B., DEMARCQUILLY, C. (1999). *Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants : PrévAlim pour INRAtion*. Production Animale, 12(3), 183-194.
- BEREAU, M., INGRAND, S., MARTIN, P., LEMAIRE, G. (1992). *Caractérisation des principales variables d'état de couverts de Digifaria swazilandensis Stent et Bruchiararia humidicola (Rendle) Schweickt pâturés en continu par des zébus en Guyane française*. Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux ,45 (3-4) : 357-366
- BERTRAND, D. (2002). *La spectroscopie proche infrarouge et ses applications dans l'industrie de l'alimentation animale*. INRA Production Animale, 15 (3), 209-219.
- CHAKRABORTY, S. (éd) (2004). *High-yielding anthracnose-resistant Stylosanthes for agricultural systems*. Australian Center for International Agricultural Research, Canberra. 93p
- CIRAD-EMVT (n d). *La spectroscopie dans le proche infrarouge*.
- COOK, B.G., PENGELLY, B.C., BROWN, S.D., DONNELLY, J.L., EAGLES, D.A., FRANCO, M.A., HANSON, J., MULLEN, B.F., PARTRIDGE, I.J. , PETERS, M. and SCHLUTZE-KRAFT, R. 2005. *Tropical Forages: an interactive selection tool*, [CD-ROM], CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.
- DEMARCQUILLY C., FAVERDIN P., GEAY Y., VERITE R., VERMOREL M. (1996). *Bases rationnelle de l'alimentation des ruminants*. Inra Production Animale. Hors série : 71-80
- DUBOIS, C. (2004). *Gestion des ressources pastorales et pratiques d'alimentation bovine dans les basins versants d'Imamba-Ivakaka (Lac Alaotra, Madagascar)*. Thèse de doctorat, Université Claude-Bertrand-Lyon I. 116p

- DURAND, C., NAVE, S. (n. d.). *Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et tanety. Etude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière. Lac Alaotra, Madagascar*. Synthèse de rapport de stage. 13p
- GILIBERT, J. (1984). *Tables des valeurs alimentaires de certains aliments pour ruminants à La Réunion*. La Réunion, EDE, I.N.R.A. : 32p.
- GSDM/TAFA/FIFAMANOR/MAEP/CIRAD/ARP/SICALAIT/ARIAL/Région Réunion (2008). *Conduite des systèmes de culture sur couverts végétaux et affouragement des vaches laitières*. Guide pour les hautes terres de Madagascar.
- HIEP, T. (2009). *Qualification en Spectrométrie dans le Proche Infrarouge (SPIR) de l'azote et des fibres des ressources alimentaires et de leur utilisation digestive par le bétail laitier en milieux tropicaux*. Thèse de Doctorat, Université de La Réunion. 163p
- HUSSON, O., CHARPENTIER, O., RAZANAMPARANY, C., MOUSSA, N., MICHELLON, R., NAUDIN, N., RAZAFINTSALAMA, H., RAKOTOARINIVO, C., RAKOTONDRAMANANA, SEGUY, L. (2008, Septembre). *Brachiaria sp : B. ruziziensis, B. brizantha, B. decumbens, B. humidicola*. Manuel de pratique du semis direct à Madagascar. Fiches techniques plantes de couverture : Graminées pérennes. Volume III : Chapitre 3. § 4.1. 20p
- HUSSON, O., CHARPENTIER, O., RAZANAMPARANY, C., MOUSSA, N., MICHELLON, R., NAUDIN, N., RAZAFINTSALAMA, H., RAKOTOARINIVO, C., RAKOTONDRAMANANA, SEGUY, L. (2008, mai). *Climat moyenne altitude (< 1000m.) avec longue saison sèche (> 6 mois) : Lac Alaotra et Moyen Ouest*. Manuel de pratique du semis direct à Madagascar : Les systèmes SCV à proposer dans les différents milieux. Volume II : Chapitre 2. 23p
- HUSSON, O., CHARPENTIER, O., RAZANAMPARANY, C., MOUSSA, N., MICHELLON, R., NAUDIN, N., RAZAFINTSALAMA, H., RAKOTOARINIVO, C., RAKOTONDRAMANANA, SEGUY, L. (2008, juin). *Stylosanthes guianensis*. Manuel de semis direct à Madagascar. Fiches techniques plantes de couverture : légumineuses pérennes. Volume III, Chapitre 3. § 2.1. 13p
- IRD, GSDM, CIRAD, TAFA, FOFIFA (2008, mai). *Sols tropicaux, pratiques SCV, services écosystémiques*. COLLECTIF « SOL-SCV ». 38p
- LECOMTE, P. (1995). *Gestion intégrée des ressources fourragères naturelles et de l'élevage bovin dans la savane guinéenne de basse altitude*. Thèse de doctorat, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 239p
- MAE-CIRAD-GRET (2002). *Mémento de l'Agronome [CD-ROM]*

- NANCY THIEX (2002). *Committee on Feeds, Fertilizers, and Related Agricultural Topics*.
General referee reports: journal of AOAC international. VOL. 85, No. 1.
- PAMO, E.T., YONKEU, S. (1994). *Arrière-effet du Stylosanthes guianensis sur la production et la composition chimique de Brachiaria ruziziensis en Adamaoua, Cameroun*. Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 47 (1) :127-129
- PICARD, D., FILLONEAU, B., BONZON, G., HAINNAUX, M., SICOT, J.C., TALINEAU (1973). *Comportement de quelques plantes fourragères en Côte d'Ivoire*. Cahier de l'OROSTOM, série Biologie, n°19 : 3-14
- POLE KAPPA (2007). Analyse fourragère. CIRAD Réunion
- RAKOTOARISON, B. R. (2005). *Etude de la valeur nutritive de Desmodium uncinatum, Hedychium coronarium et Musa paradisiaca pour une meilleure valorisation des ressources fourragères des hautes terres malgaches*. Thèse de doctorat, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. . 111p
- RAKOTOARISON, R. B. (1994). *Contribution à l'étude de la valeur nutritive des légumineuses fourragères*. Mémoire d'Ingéniorat, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. 56p
- RAKOTONIRINA, J. O. (1996). *Contribution à l'étude de la productivité et de la valeur nutritive de Raygrass Italien et de l'avoine fourragers cultivés sur tanety irrigué en contre-saison*. Mémoire d'Ingéniorat, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. 52p
- RAKOTOZANDRINY, J. N. (1993). *Pour une meilleure connaissance de la valeur nutritive des fourrages chez le bovin de race pie rouge norvégienne (PRN) à Antsirabe*. Thèse de doctorat inédite, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. 120p
- RASAMBANAIRIVO J. (1997). *Pratiques agropastorales*. Bilan et évaluation des travaux de réalisation en matière de conservation des sols à Madagascar. Fofifa/DRRV
- ROBERGE, G. (éd.), TOUTAIN B. (éd.) (1999). *Cultures fourragères tropicales*. Montpellier : CIRAD, 369p.
- SAMAD HOUSSEIN, M. (2009). *Diagnostic de la filière lait dans la région Alaotra Mangoro : cas de la zone d'Ambatondrazaka*. Mémoire d'Etudes Approfondies, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo. 52p

TEDONKENG PAMO, E., YONKEU S., ONANA, J. (1997). *Evaluation des principales espèces fourragères introduites dans l'Adamoua camerounais*. Cahiers Agricultures 6 : 203-207.

SITE INTERNET

- <http://membres.multimania.fr/nirspectroscopy/principal/materiel.htm>
- <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Madagascar/madagascarfr.htm>
- http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT76_2.PDF
- <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Elevage-fichiers-pdf/Elevage-Tropic-pdf/liste--fourrages-tropicaux.pdf>
- <http://species.wikimedia.org/wiki/Stylosanthes>
- <http://species.wikimedia.org/wiki/Brachiaria>
- <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Figur-Tropic/chapitre3/plantes-00-Composition.htm>
- <http://www.foss.fr/Solutions/ProductsDirect/SamplePreparationMills/Cyclotec1093SampleMill.aspx>
- www.tropicalforages.info
- http://books.google.fr/books?id=dvq3Ito4hCcC&pg=PA99&lpg=PA99&dq=besoins+d%27une+vache+tropicale&source=bl&ots=GpjIfeFJfW&sig=wC8uunZGkQ9YNsb5LfjhYIXV1xA&hl=fr&ei=Azx6S4OLMYz00gT3yfWnCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CAcQ6AEwAA#v=onepage&q=besoins%20d%27une%20vache%20tropicale&f=false

ANNEXES

Annexe 1 : SCV

Historique

a) Du semis direct aux SCV

Le semis direct est une technique agricole très ancienne, utilisée par les égyptiens et les Incas dans les Andes d'Amérique latine en ces temps là. En 1960, les américains ont décidé d'adopter cette pratique pour faire face à la dégradation du sol et aux fortes érosions éoliennes, effets occasionnés par le labour. Confrontés aux mêmes problèmes, l'Australie et le Canada ont, petit à petit, suivi l'exemple américain. En Argentine et au Brésil, les catastrophes provoquées par des érosions hydriques très importantes ont poussé les agriculteurs à adopter le semis direct. Plus tard, en 1980, des chercheurs ont constaté, au Brésil, que les résidus de récolte seuls s'avèrent insuffisants pour faire du semis direct. De là est née l'idée du semis direct sur couverture végétale permanente eu SCV. En adaptant le SCV brésilien, fait pour une agriculture industrielle, à une agriculture traditionnelle aux moyens plus limités, le Cirad et ses partenaires ont commencé à le diffuser dans les pays du Sud depuis 1985. (AFD, 2006)

b) Le SCV à Madagascar

A Madagascar, la baisse de productivité des cultures témoigne de la dégradation du sol. En effet, le sol dénudé par les fréquents feux de brousses et la déforestation, est, de façon plus ou moins permanente, exposé aux érosions hydriques et éoliennes. L'omniprésence des lavaka partout dans le pays, la désertification, l'ensablement des rizières et infrastructures agricoles ainsi que des cours d'eau en sont les conséquences, ayant de lourds impacts sur l'Agriculture malgache. Les SCV peuvent, donc, être une solution aux problèmes d'érosion et de dégradation de la fertilité des sols malgaches. Ainsi, les premiers tests de systèmes SCV ont commencé en 1990, à Antsirabe. Avec la création de TAFA (Terre et développement), et l'appui technique du CIRAD, les zones d'essai se sont élargies au fil des ans : en 1995, dans le Sud-Ouest, à Tuléar. En 1998, à Morondava, au Lac Alaotra, dans le Moyen-Ouest et dans le Sud-Ouest (Manakara et Mananjary).

Principes

c) Le non travail du sol

L'action du système racinaire développé des plantes de couverture remplace l'action mécanique du labour. Les racines améliorent l'aération et l'infiltration de l'eau ainsi que l'activité biologique du sol, ce qui favorise une bonne restructuration du sol. Les semis sont directement réalisés dans

la paille après ouverture d'un simple trou ou un sillon, à l'aide d'un semoir mécanique, d'un simple bâton ou d'un angady.

d) Couverture organique permanente du sol

Le fait de maintenir sur la parcelle une couverture permanente, vive ou morte, protège le sol de l'érosion, le principal facteur de dégradation du sol, même en partie.

e) - Couverture vive :

Ce sont les plantes de couverture, qui vont être cultivées en pur ou en association avec les cultures vivrières. En cas de concurrence, la plante de couverture est contrôlée par fauche ou par application d'herbicides à faible dose. Les plantes associées doivent être complémentaire, c'est-à-dire, les graminées avec les légumineuses.

f) - Couverture morte

Les plantes de couverture vont être tuées par fauche, roulage ou par pulvérisation d'herbicides, ensuite, laissées sécher à la surface de la parcelle. Elles vont alors servir de paillage à la culture suivante. Le paillage vient aussi des résidus de la culture précédente.

g) - Rotation et succession de cultures

Associer et faire succéder les cultures vivrières avec des plantes de couvertures ont pour objectifs d'interrompre le cycle des maladies, et de ravageurs ainsi que de contrôler les mauvaises herbes. Elles permettent également de résoudre le problème de l'insuffisance de biomasse disponible (bozaka, paille de riz), dont les besoins concurrencent ceux des bovins. En effet, les bozaka (cynodon dactylon) les pailles de riz, après la saison de récolte (avril-mai), constituent la principale alimentation des bovins dans le cas de la région du lac Alaotra (AVSF, 2008).

Ainsi, la rotation et la succession de cultures vivrières avec des plantes de couvertures permettent de produire de la biomasse, servant au paillage à la culture suivante.

Remarque

En général, une parcelle à installer en SCV (en année 0) doit être labourée avant la mise en place de la première culture de la rotation. La plupart du temps, il s'agit d'une culture vivrière associée avec une plante de couverture. (cas du lac Alaotra)

Exemples : riz+ stylosanthes, pois de terre+stylosanthes etc.

Tableau 16 : historique des parcelles par type de plante

Nom de la plante	Date d'installation	Mode d'installation	Mis en place	Ecartements (m×m)
brachiaria	- Fin 2006-début 2007 - Fin 2007-début 2008	- Par graine - Par éclat de souche	En pure	0, 30×0,30
			Associé avec manioc	- Lignes manioc : 1×1 - 2 interlignes de brachiaria : 0, 30×0,30
stylosanthes	- Fin 2006-début 2007 - Fin 2007-début 2008	Par graine	En pure	0, 30×0, 30
			Associé avec du riz	- Lignes riz : 0, 40×0, 20 - Une interligne de stylo
			Associé avec du haricot ou pois de terre	- Lignes de pois de terre : 0,5 - Une interligne stylo
Riz pluvial	Novembre-décembre	Par graine	En pur	0, 20×0, 20
Maïs+niébé/dolique	- Maïs : novembre-décembre	Par graine	En association	- Maïs : 1×0,5
	- Niébé/dolique : novembre-décembre-janvier			- Niébé/dolique : 0,5×0,4

Classification des différents types de plantes de couverture

Stylosanthes guianensis		Variété : CIAT 184
		Brachiaria sp.
Cladus : Eucaryote	Cladus : Eucaryote	
Règne : Végétal	Règne : Végétal	
Division : <u>Magnoliophytes</u>	Division : <u>Magnoliophytes</u>	
Classe : <u>Magnoliopsidaea</u>	Classe : <u>Liliopsida</u>	
Sous-classe : <u>Rosidae</u>	Sous-classe : <u>Commelinidae</u>	
Ordre : <u>Fabales</u>	Ordre : <u>Poales</u>	
Famille : <u>Fabaceae</u>	Famille : <u>Poaceae</u>	
Sous-famille : <u>Faboideae</u>	Sous-famille : <u>Panicoideae</u>	
Groupe : <u>Aeschynomeneae</u>	Tribus : <u>Paniceae</u>	
Sous-groupe : Stylosanthinae	Genre : <i>brachiaria</i>	
Genre : <i>Stylosanthes</i>	Le genre <i>brachiaria</i> possède une centaine d'espèces dont le <i>B. brizantha</i> , <i>B. ruziziensis</i> et le <i>B. humidicola</i> . [http://fr.wikipedia.org]	
Espèces : <i>Stylosanthes</i>		

Dolique (*Dolichos lablab*) et niébé (*Vigna unguiculata*)

Classification

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous-famille : Faboideae

Groupe : Phaseoleae

Sous-groupe : Phaseolinae

Genre : **Vigna**

[<http://fr.wikipedia.org/wiki/Cornille> ; Cook et al, Tropical Forages : CD-ROM]

Espèces : *Vigna spp* ou *Dolichos lablab* (dolique), *Vigna unguiculata* (niébé).

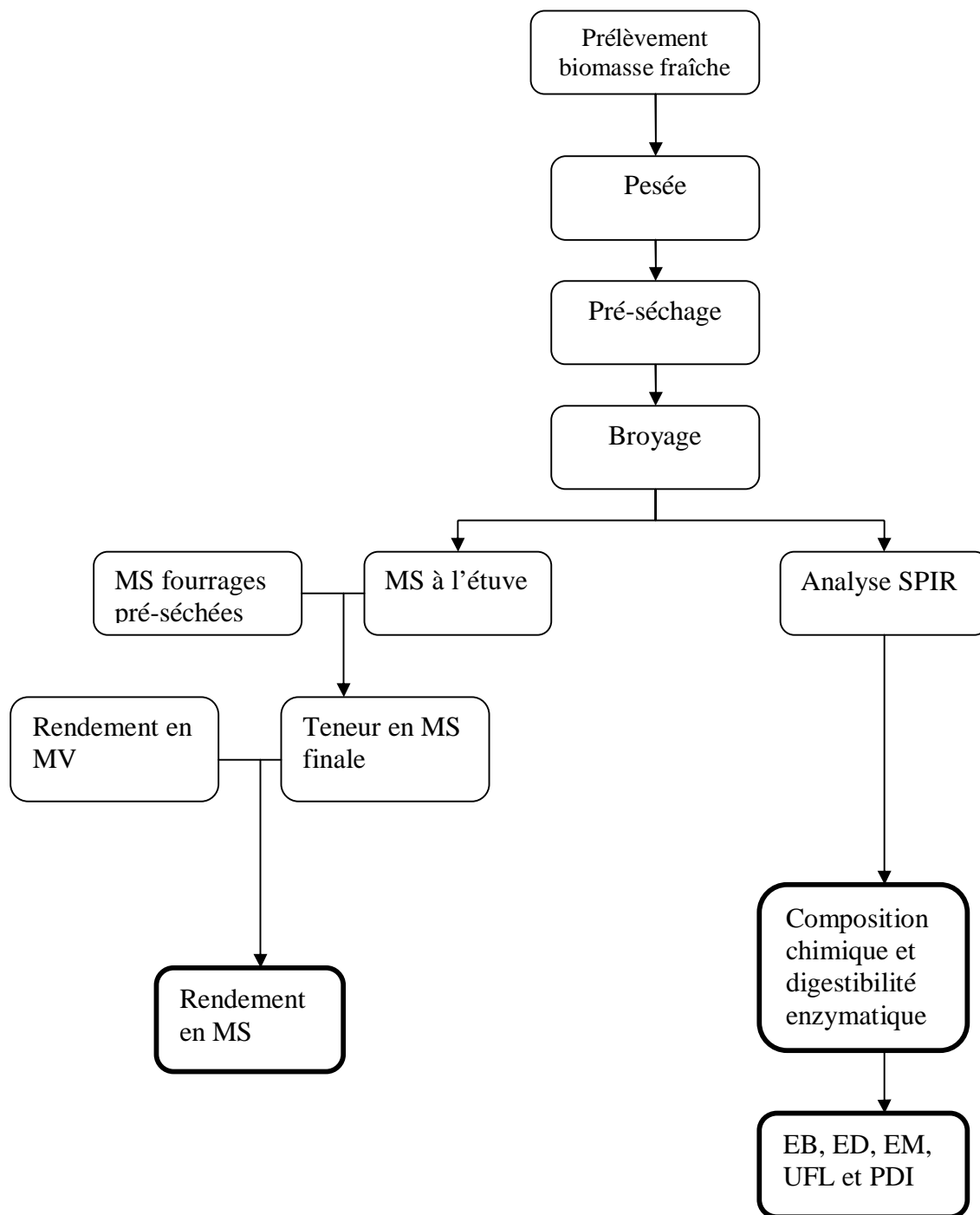


Figure 11 : Les différentes étapes du travail de recherche de cette étude.

Annexe 2: Productivité des fourrages

Tableau 17 : productivité de *B. humidicola* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age de la plante (jours)	-	61	3 mois
MV(t/ha)	10,44 20,6 - 5,2 (5,35)	4,83 5,85 - 3,3 (1,07)	13,6 17,2 - 10,3 (2,7)
MS t/ha	2,53 5,12 - 1,15 (1,39)	1,09 1,32 - 0,75 (0,24)	3,58 4,52 - 2,71 (0,72)
vitesse de production (mg/jour/m2)	34,81 68,66 - 17,33 (17,83)	7,92 9,59 - 5,41 (1,76)	15,11 19,11-11,44 (3,04)

Tableau 18 : productivité de *B. ruziziensis* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age de la plante (jours)	54	63	2,5mois	3mois
Moyenne de MV(t/ha)	4,98 5,85 - 3,3 (1,17)	8,2 10 - 5,8 (1,72)	12,11 17,8 - 8,75 (3,38)	17,85 33,7 - 11,45 (9,04)
Moyenne de MS t/ha	1,46 1,71-0,96 (0,34)	2,32 2,83 -1,64 (0,49)	3,31 4,86 - 2,39 (0,92)	4,92 [9,28-3,15] (2,49)
vitesse de production (mg/jour/m2)	9,23 10,83 - 6,11 (2,17)	13,01 15,87- 9,21 (2,74)	17,3 25,43-12,5 (4,84)	19,83 37,44-12,72 (10,04)

Tableau 19 : productivité de *S. guianensis* de la rive Est suivant l'âge (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Age de la plante (jours)	26	28	55	57	58	75	78	81
Moyenne de MV(t/ha)	5,82	11,2	7,76	17,54	17	21,9	11	16,9
	7,35 -4,45 (1,03)	13,7 - 8,6 (2,05)	8,35 - 6,85 (0,58)	40,4 -10,2 (4)	24,8-9,3 (5,86)	[26,2-17] (3,55)	23,2 - 5 (5,27)	[52,7-4,5] (14,28)
Moyenne de MS t/ha	2,02	4,35	2,82		5,2	6,65	3,29	3,75
	2,5 -1,5 (0,36)	5,3 - 3,3 (0,8)	3,03-2,49 (0,21)	11,76-4,504	7,7-2,9 (1,8)	7,96-5,17 (1,08)	7,03 -1,46 (1,62)	11,7-1,18 (3,17)
Moyenne de vitesse de production (mg/jou r/m2)	22,4	40,1	14,1	30,78	29	29,2	14,1	20,9
	28,3-17,1 (3,96)	48,9-30,7 (7,34)	15,2-12,5 (1,06)	70,88 - 7,02 (17,84)	43-16 (10)	34,9-22,7 (4,74)	29,7-6,41 (6,76)	65,1-5,56 (17,6)

Tableau 20: productivité du *S. guianensis* de la rive Ouest suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age de la plante (jours)	49	63	70	99	135	-	1 an	1an	1 an	483	530
Moyenne de MV(t/ha)	4,33	10,8	7,74	9,45	6,33	7,94	4,83	11,2	7,75	22,32	23
	6,5-3 (1,34)	32,3-2,7 (10,7)	12,7-4 (3,24)	12,4-6,6 (2)	7,45-4,45 (1,2)	22,1-4,8 (5,5)	9,55-3,35 (2,66)	21,1-5,85 (5,83)	11,1-5,5 (2,33)	24,8-17,75 (2,95)	25,5-21 (1,72)
Moyenne de MS t/ha	1,21	3,42	2,24	2,875	2,69	2,78	1,32	2,59	2,59	6,927	7,52
	1,82-0,84 (0,37)	10,5-0,83 (3,52)	3,66-1,16 (0,94)	3,77-2,01 (0,752)	3,16-1,89 (0,51)	7,11- 1,54 (1,69)	2,62-0,92 (0,73)	4,89-1,35 (1,35)	3,71-1,84 (0,78)	7,697-5,509 (0,915)	8,34-6,85 (0,56)
Moyenne de vitesse de production (mg/jour/m2)	8,84	17,1	11,1	9,54	4,69	4,41	1,54	3,2	2,18	4,62	4,34
	13,3-6,12 2,73	51,3-4,29 (17,1)	18,1-5,71 (4,62)	12,53-6,667 (2,497)	5,52-3,3 (0,89)	12,3- 2,67 (3,05)	3,04-1,07 (0,85)	6,03-1,67 (1,67)	3,12-1,54 (0,65)	5,13-3,67 (0,611)	4,81-3,95 (0,32)

Annexe 3 : composition chimique des fourrages étudiés

Tableau 21 : Valeur alimentaire des *B. brizantha*, *B. humidicola*, *B. ruziziensis* suivant le rang de coupe (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Rang coupe	espèce	rive	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	UFL	UFV	PDIN	PDIE	DMO	IngVL600
1	<i>B. brizantha</i> (n = 8)	Est	9,54 ± 1,59 12,33-7,90	8,23 ± 3,20 14,74-3,78	69,85 ± 3,58 75,18-63,76	39,53 ±4,75 47,26-31,98	6,04 ±0,71 6,92-4,60	35,03± 3,63 40,93-29,52	0,57± 0,05 0,66-0,49	0,47 ±0,06 0,57-0,38	52,32 ±21,38 93,41-24,15	69,49± 11,83 90,94-52,77	52,51 ±04,52 60,10-46,25	14,58± 0,82 15,97-13,34
	(n= 5)	Ouest	8,43 ±1,00 10,08-7,48	6,52 ±2,06 10,24-4,96	68,16 ±3,03 70,63-62,70	39,41± 1,76 41,25-36,47	5,77± 0,51 6,52-5,27	34,73± 1,83 36,63-31,76	0,57± 0,04 0,63-0,53	0,47 ±0,05 0,54-0,42	41,14 ±13,65 64,88-31,62	64,28 ±6,83 76,29-59,41	51,52± 56,94-48,85	14,32±3,13 15,24-13,92 (0,52)
	<i>B. humidicola</i> (n= 2)	Ouest	8,47 ±0,65 9,09-7,85	6,35 ±0,30 6,64-6,06	68,19± 0,73 68,88-67,49	38,67± 0,83 39,26-38,09	4,45± 0,01 4,46-4,44	36,03± 0,17 36,19-35,87	0,60	0,50	40,38± 1,94 42,22-38,54	63,65 ±0,48 64,10-63,19	53,63 ±0,13 53,72-53,54	14,34± 0,06 14,38-14,30
	<i>B. ruziziensis</i> (n = 2)	Ouest	7,87 ±0,26 8,12-7,62	7,23± 1,54 8,68-5,77	66,65± 0,97 67,57-65,73	36,79 ±0,18 36,92-36,66	4,60 ±0,07 4,67-4,54	33,36 ±1,30 34,59-32,13	0,60	0,51	45,91± 9,71 55,12-36,70	68,36± 5,33 73,42-63,31	53,87 ±0,32 54,10-53,65	14,66 ± 0,44 14,97-14,35
2	<i>B. humidicola</i> (n = 2)	Ouest	9,01 ±0,67 9,64-8,37	7,59 ±2,25 9,72-5,46	66,33 ±0,14 66,48-66,18	36,34± 1,61 37,48-35,20	4,60± 0,07 4,67-4,53	34,10 ±0,45 34,52-33,67	0,61 ±0,01 0,62-0,60	0,51 ±0,01 0,53-0,50	48,21± 14,25 61,73-34,69	68,41 ±6,40 74,48-62,35	54,84 ±0,16 54,95-54,73	14,63 ±0,45 14,95-14,32
	<i>B. ruziziensis</i> (n = 2)	Ouest	7,03 ±0,50 7,69-6,48	6,40 ±1,44 7,74-4,46	60,91 ±4,49 68,07-56,00	32,77± 3,29 35,10-30,44	4,14 ±1,04 5,73-3,25	30,84 ±3,96 36,50-26,89	0,68 ±0,06 0,74-0,61	0,59 ±0,07 0,66-0,51	40,55 ±9,05 49,01-28,38	67,24± 6,61 73,36-58,13	59,28± 4,52 62,48-56,09	14,90± 0,57 15,30-14,50

Tableau 22 : composition chimique des plantes de couvertures (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Type plante	rive	Rang coupe	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	CB	n
<i>B. brizantha</i>	Est	1	9,54 \pm 1,59 12,33-7,90	8,23 \pm 3,20 14,74-3,78	69,85 \pm 3,58 75,18-63,76	39,53 \pm 4,75 47,26-31,98	6,04 \pm 0,71 6,92-4,60	35,03 \pm 3,63 40,93-29,52 ()	8
	Ouest	1	8,43 \pm 1,00 10,08-7,48	6,52 \pm 2,06 10,24-4,96	68,16 \pm 3,03 70,63-62,70	39,41 \pm 1,76 41,25-36,47	5,77 \pm 0,51 6,52-5,27	34,73 \pm 1,83 36,63-31,76	5
stylosanthes	Est	1	7,95 \pm 1,06 9,39-6,12	18,30 \pm 2,33 21,95-14,25	56,23 \pm 3,60 64,36-51,03	40,71 \pm 4,57 50,33-33,81	11,69 \pm 1,61 15,21-9,86	35,04 \pm 3,06 41,06-30,94	10
	Ouest	1	7,10 \pm 1,40 9,28-4,99	16,02 \pm 1,50 18,33-13,96	55,49 \pm 3,71 60,26-50,60	40,62 \pm 3,17 43,69-35,09	10,98 \pm 1,27 12,65-8,88	35,13 \pm 3,46 38,47-30,10	7
	Est	2	7,67 \pm 9,78-5,67 (1,16)	17,83 \pm 2,62 20,68-12,14	54,74 \pm 4,21 64,36-48,10	40,46 \pm 4,35 50,33-32,31	11,08 \pm 0,82 15,21-8,57	34,18 \pm 3,08 41,06-29,00	11
	Ouest	2	6,90 \pm 0,87 8,12-5,75	17,03 \pm 2,35 20,17-13,96	52,62 \pm 2,47 55,67-49,55	38,38 \pm 2,97 42,83-34,35	10,33 \pm 1,64 11,90-8,65	33,49 \pm 3,16 38,36-29,60	5
	Est	3	7,67 \pm 0,78 8,87-6,44	18,49 \pm 2,01 20,69-14,06	55,17 \pm 4,21 61,75-47,14	40,97 \pm 3,83 47,94-31,29	11,05 \pm 1,74 13,35-8,31	30,02 \pm 1,63 30,75-27,10	9
Paille riz	Est		13,53 \pm 4,19 22,75-6,85	5,20 \pm 1,05 7,17-3,60	73,08 \pm 2,83 76,98-66,12	42,10 \pm 1,60 44,96-38,19	8,06 \pm 1,09 9,30-5,78	37,57 \pm 2,19 40,43-31,97	6
Paille maïs	Est		9,11 \pm 1,42 11,52-6,76	6,31 9,51-2,59 (2,01)	71,02 79,29-64,27 (4,96)	42,96 \pm 4,07 51,25-37,52	8,23 \pm 1,31 10,79-5,76	36,10 \pm 3,35 43,45-31,22	9
	Ouest		6,67 \pm 1,54 8,96-4,90	3,59 \pm 0,96 5,07-2,49	76,78 \pm 1,56 78,31-74,50	48,64 \pm 1,89 50,93-46,48	8,89 \pm 0,96 10,58-8,07 ()	41,02 \pm 2,17 44,07-38,69	19
Dolique (plante)	Est		10,99 \pm 1,04 12,70-9,61	23,90 \pm 4,30 29,77-18,25	43,38 \pm 2,48 46,10-38,80	29,41 \pm 3,02 35,45-26,02	6,96 \pm 0,91 8,56-6,21	26,43 \pm 2,36 30,45-23,61	8
	Ouest		7,77 \pm 0,79 8,39-6,89	14,87 \pm 3,88 18,04-10,53	50,53 \pm 2,99 53,94-48,35	36,46 \pm 2,51 38,01-33,66	8,98 \pm 0,82 9,72-8,09	32,25 \pm 1,77 34,29-31,09	3
Niébé (plante)	Est		10,63 \pm 1,43 13,66-8,97	20,21 \pm 4,53 28,75-12,19	46,80 \pm 6,02 55,34-36,45	34,86 \pm 5,61 43,42-26,40	7,98 \pm 1,34 10,49-5,71	30,40 \pm 4,97 38,22-22,25	10
	Ouest		9,92 \pm 0,82 10,43-8,97	15,52 \pm 3,54 19,23-12,19	50,96 \pm 7,43 55,34-42,38	38,73 \pm 7,59 43,42-29,97	8,64 \pm 2,57 10,49-5,71	33,10 \pm 7,01 38,22-25,11	3

Tableau 23 : composition chimique du *S. guianensis* rive Ouest suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

	Age (jours)										
Composants chimiques	49	63	70	99	135	1 an	1 an	1 an	483	530	?
MS (g/Kg MF)	279,75	313,95 324,12-307,17 (9,29)	289,35	304,23	424,58	274,31	231,59	334,23	310,35	327,10	356,55 391,36-321,73 (36,70)
MM (% MS)	5,75	7,75 8,13-7,36 (0,38)	8,10 8,38-7,81 (0,29)	6,60 6,92-6,27 (0,32)	5,64 6,01-5,27 (0,37)	8,18 8,23-8,12 (0,05)	9,66 9,70-9,63 (0,03)	9,28 9,48-9,08 (0,20)	4,99	6,43 6,79-6,08 (0,36)	7,06 8,25-6,16 (0,85)
MAT (% MS)	15,44	19,41 20,17-18,65 (0,76)	17,89 19,28-17,09 (0,90)	14,72 15,48-13,96 (0,76)	16,07 16,88-15,26 (0,81)	18,52 19,28-17,76 (0,76)	19,32 19,36-19,28 (0,04)	18,33 18,59-18,07 (0,26)	15,54	14,76 15,31-14,20 (0,55)	16,89 20,17-14,68 (1,96)
NDF (% MS)	54,83	50,82 51,42-50,23 (0,60)	51,12 52,16-49,55 (1,09)	57,55 59,42-55,67 (1,88)	57,17 58,55-55,79 (1,38)	48,78 49,55-48,01 (0,77)	51,99 52,39-51,58 (0,41)	50,60 51,58-49,61 (0,98)	60,26	60,24 61,13-59,35 (0,89)	52,23 54,85-50,23 (1,35)
ADF (% MS)	39,35	36,03 36,16-35,90 (0,13)	35,84 37,33-34,35 (1,40)	43,76 44,68-42,83 (0,93)	43,48 44,66-42,31 (1,17)	33,52 34,35-32,70 (0,82)	37,56 38,03-37,09 (0,47)	37,31 38,07-36,54 (0,76)	43,22	43,69 44,93-42,46 (1,24)	38,56 40,28-35,90 (1,67)
ADL (% MS)	10,33	9,38 9,61-9,16 (0,23)	9,12 9,60-8,65 (0,45)	12,04 12,17-11,90 (0,14)	12,73 12,80-12,65 (0,07)	8,41 8,65-8,18 (0,23)	9,50 9,72- 9,28 (0,22)	9,80 10,24-9,37 (0,43)	11,90	11,18 11,59-10,77 (0,41)	10,49 11,22-9,61 (0,77)
CELLULOSE BRUTE (% MS)	34,73	31,45 32,41-30,48 (0,96)	30,17 30,53-29,60 (0,39)	38,09 38,36-37,82 (0,27)	37,99 38,16-37,81 (0,17)	29,55 29,60-29,49 (0,05)	31,18 31,85-30,51 (0,67)	30,46 30,94-29,97 (0,49)	36,53	38,47 38,62-38,32 (0,15)	33,32 35,02-30,48 (1,71)

Tableau 24: composition chimique du <i>S. guianensis</i> de la rive Est suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)														
Composants chimiques	Age (jours)													
	26	28	55	57	58	75	78	81	330	365	370	390	420	?
MS (g/kg MS)	346,23	387,04	363,10	300,87 369,40-249,37 (41,22)	309,06	303,92	297,08 302,82-291,34 (6,05)	223,21 264,75-173,89 (30,63)	272,54 297,84-241,77 (20,76)	257,58	384,38	405,67	305,88	335,20 397,68-245,74 (58,97)
MM (% MS)	7,69 7,80-7,58 (0,11)	6,75 7,07-6,44 (0,31)	8,05 8,25-7,85 (0,20)	8,16 10,52 6,68 (0,95)	6,46 6,76-6,15 (0,31)	6,74 6,79-6,69 (0,05)	8,18 9,37-6,68 (0,98)	7,65 8,66-6,08 (0,66)	8,57 9,39-7,87 (0,43)	8,45 8,83-8,07 (0,38)	6,50 6,56-6,44 (0,06)	7,65 7,67-7,63 (0,02)	9,05 9,13-8,96 (0,09)	7,85 9,47-6,12 (1,25)
MAT (% MS)	19,64 20,05-19,23 (0,41)	13,39 14,06-12,71 (0,68)	17,76 17,97-17,55 (0,21)	18,82 20,69-16,38 (1,19)	16,03 16,87-15,20 (0,84)	20,01 20,68-19,35 (0,67)	16,35 18,60-12,79 (1,90)	17,89 20,62-10,25 (2,55)	19,44 21,95-16,60 (1,77)	18,31 18,86-17,75 (0,56)	17,69 18,00-17,38 (0,31)	14,00 14,26-13,74 (0,26)	18,81 19,57-18,06 (0,75)	17,79 21,54-13,60 (2,80)
NDF (% MS)	57,63 57,83-57,44 (0,20)	53,91 53,93-53,89 (0,02)	52,39 52,51-52,28 (0,11)	53,87 61,75-46,15 (3,96)	54,08 54,54-53,63 (0,46)	55,95 57,62-54,27 (1,67)	55,91 61,75-52,19 (3,98)	52,13 57,94-45,51 (3,16)	53,70 57,69-50,10 (2,62)	57,07 57,63-56,51 (0,56)	57,47 58,80-56,13 (1,34)	62,56 64,36-60,75 (1,80)	50,74 51,03-50,45 (0,29)	53,88 60,55-44,42 (5,79)
ADF(% MS)	43,29 44,11-42,47 (0,82)	40,17 40,58-39,75 (0,41)	39,56 39,62-39,50 (0,06)	40,18 47,94-31,29 (4,51)	39,81 40,05-39,58 (0,23)	41,50 43,22-39,78 (1,72)	41,40 47,94-36,38 (4,16)	37,47 45,19-31,96 (3,45)	36,99 40,64-33,81 (2,42)	41,39 42,80-39,98 (1,41)	42,86 44,67-41,05 (1,81)	49,82 50,33-49,31 (0,51)	37,60 38,12-37,09 (0,51)	39,14 44,79-30,78 (5,26)
ADL (% MS)	11,85 11,92-11,79 (0,06)	11,66 11,69-11,62 (0,04)	10,96 11,11-10,81 (0,15)	10,54 13,35-8,04 (1,34)	11,40 11,41-11,38 (0,02)	11,39 11,42-11,36 (0,03)	10,92 13,35-6,96 (1,80)	9,85 12,81-8,43 (1,14)	10,57 11,31-9,86 (0,54)	11,47 11,62-11,32 (0,15)	11,63 11,95-11,31 (0,32)	14,95 15,21-14,69 (0,26)	10,10 10,33-9,86 (0,24)	10,84 13,77-7,45 (2,20)
CELLULOSE BRUTE (% MS)	36,72 37,21-36,23 (0,49)	35,08 36,43-33,74 (1,35)	34,47 35,00-33,94 (0,53)	35,07 39,63-27,10 (3,60)	35,09 35,67-34,51 (0,58)	33,76 35,12-32,40 (1,36)	35,51 39,47-32,81 (2,78)	32,42 38,75-28,36 (2,55)	32,72 34,39-30,68 (1,35)	34,85 35,19-34,50 (0,34)	35,64 36,25-35,03 (0,61)	40,82 41,06-40,58 (0,24)	32,12 32,74-31,51 (0,61)	34,68 40,99-26,13 (5,05)

Tableau 25 : composition chimique de *B. brizantha* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Composants chimiques	rive Est			rive Ouest		
	25	113	?	39	70	?
MS (g/Kg MF)	273,30 275,00-272,88 (0,95)	364,99	278,58 456,12-179,73 (95,81)	397,27 397,50-396,99 (0,27)	279,02	375,58
MM (% MS)	8,89	8,92	10,10 12,33-7,90 (1,62)	9,21 10,08-8,13 (1,03)	7,41	7,68
MAT (% MS)	11,15	8,08	9,37 14,74-3,78 (3,66)	8,48 10,24-6,28 (2,09)	7,28	4,96
NDF (% MS)	65,00	70,96	69,00 75,18-63,76 (3,65)	65,81 69,71-62,70 (3,69)	63,98	70,63
ADF (% MS)	35,80	41,64	38,00 47,26-31,98 (5,22)	38,59 41,25-36,47 (2,52)	35,12	40,45
ADL (% MS)	5,15	6,50	5,73 6,92-4,42 (0,91)	5,83 6,52-5,27 (0,66)	3,94	5,34
CELLULOSE BRUTE (% MS)	33,62	38,35	33,73 40,93-29,52 (3,76)	33,71 36,15-31,76 (2,31)	32,14	36,63

Tableau 26 : composition chimique de *B. humidicola* et *ruziziensis* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age (jours)	<i>Brachiaria humidicola</i>					<i>Brachiaria ruziziensis</i>		
	30	61	63	90	54	63	70	90
MS (g/Kg MF)	221,69	226,60	248,78	263,34	292,71	283,56	273,36	275,56
MM (% MS)	9,64	8,05 8,26-7,85 (0,20)	9,09	8,37	6,87 7,30-6,44 (0,43)	6,65	8,12	7,62
MAT (% MS)	9,72	7,24 8,43-6,06 (1,18)	6,64	5,46	5,76 7,74-3,78 (1,98)	5,66	8,68	5,77
NDF (% MS)	66,18	65,56 67,49-63,62 (1,93)	68,88	66,48	61,91 67,83-56,00 (5,92)	62,50	65,73	67,57
ADF (% MS)	36,66	36,35 38,09-34,62 (1,73)	39,26	36,92	36,00 41,56-30,44 (5,56)	35,10	35,20	37,48
ADL (% MS)	4,53	4,06 4,44-3,68 (0,38)	4,46	4,67	4,55 5,84-3,25 (1,29)	4,33	4,54	4,67
CELLULOSE BRUTE (% MS)	34,52	34,74 35,87-33,62 (1,13)	36,19	33,67	32,70 37,68-27,71 (4,98)	32,27	32,13	34,59

Annexe 4 : valeurs énergétiques en fonction de l'âge

Tableau 27 : valeur énergétique des plantes de couverture (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Type plante	Rang coupe	rive	EB (kcal)	EM (kcal)	UFL/kg MS	UFV/kg MS	n
<i>B. brizantha</i>	1	Est	4202 \pm 34,58 4234-4134	1734 \pm 126,13 1936-1548	0,57 \pm 0,05 0,66-0,49	0,47 \pm 0,06 0,57-0,38	8
		Ouest	4221 \pm 20,62 4243-4192	1724 \pm 91,91 1881-1640	0,57 \pm 0,04 0,63-0,53	0,47 \pm 0,05 0,54-0,42	9
stylosanthes	1	Est	4435 \pm 44,88 4518 -4383	1866 \pm 152,61 2022-1493	0,63 \pm 0,06 0,69-0,48	0,53 \pm 0,07 0,61-0,36	10
		Ouest	4435 \pm 48,42 4520-4378	1987 \pm 68,40 2118-1911	0,67 \pm 0,03 0,73-0,64	0,59 \pm 0,03 0,65-0,55	7
	2	Est	4440 \pm 45,77 4531-4383	1938 \pm 160,75 2080-1493	0,65 \pm 0,06 0,71-0,48	0,57 \pm 0,07 0,63-0,36	11
		Ouest	4449 \pm 34,20 4487-4407	2033 \pm 71,89 2126-1946	0,69 \pm 0,07 0,73-0,66	0,61 \pm 0,03 0,65-0,57	5
	3		4450 \pm 31,58 4504-4409	1938 \pm 111,34 2165-1782	0,65 \pm 0,05 0,75-0,59	0,57 \pm 0,05 0,67-0,49	9
Pailles riz		Est	4201 \pm 63,34 4318-4049	1570 \pm 163,68 1823-1326	0,51 \pm 0,07 0,61-0,40	0,40 \pm 0,08 0,51-0,28	9
Pailles maïs		Est	4185 \pm 57,02 4278-4049	1609 \pm 163,41 1823-1339	0,52 \pm 0,07 0,61-0,41	0,42 \pm 0,08 0,51-0,30	19
		Ouest	4250 \pm 46,42 4283-4217	1740 \pm 98,07 1809-1671	0,57 \pm 0,04 0,60-0,54	0,47 \pm 0,04 0,50-0,44	6
Dolique (plante)		Est	4391 \pm 65,17 4452-4273	2225 \pm 68,43 2364-2147	0,77 0,83-0,74 (0,03)	0,71 0,77-0,67 (0,03)	8
		Ouest	4384 \pm 78,52 4444-4300	2144 \pm 56,16 2205-2095	0,74 \pm 0,02 0,76-0,72	0,66 \pm 0,03 0,69-0,63	3
Niébé (plante)		Est	4359 \pm 78,52 4425-4170	2160 \pm 116,46 2323-1914	0,75 \pm 0,05 0,81-0,65	0,68 \pm 0,05 0,75-0,57	10
		Ouest	4296 \pm 36,88 4337-4267	2104 \pm 246,32 2389-1929	0,72 \pm 0,10 0,84-0,65	0,65 \pm 0,11 0,78-0,57	3

Tableau 28 : valeur énergétique de <i>S. guianensis</i> de la rive Ouest suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)											
	Age (jours)										
	49	63	70	99	135	1 an	1 an	1 an	483	530	?
EB (kcal/Kg MS)	4487,14	4464,29 4493,67-4434,91 (29,38)	4422,28 4442,44-4398,13 (22,18)	4434,37 4461,15-4407,59 (26,78)	4499,98 4529,17-4470,79 (29,19)	4429,60 4442,44-4416,77 (12,84)	4377,17 4378,11-4376,24 (0,94)	4378,45 4381,50-4375,40 (3,05)	4520,65	4444,13 4470,20-4418,06 (26,07)	4458,94 4493,67-4427,34 (26,08)
EM (kcal/Kg MS)	2083,27	2081,14 2088,09-2074,18 (6,95)	2104,54 2126,20-2079,66 (22,92)	1904,53 1946,28-1862,77 (41,75)	1888,46 1911,47-1865,45 (23,01)	2144,52 2162,84-2126,20 (18,32)	2030,44 2046,55-2014,34 (16,11)	2026,42 2058,12-1994,71 (31,70)	1967,29	1949,06 1968,99-1929,12 (19,94)	2031,78 2088,09-1980,81 (44,79)
UFL (kcal/Kg MS)	0,71	0,71	0,72 0,73-0,71 (0,01)	0,64 0,66-0,62 (0,02)	0,63 0,64-0,62 (0,01)	0,74 0,74-0,73 (0,01)	0,69 0,70-0,69 (0,01)	0,69 0,70-0,68 (0,01)	0,66	0,66 0,67-0,65 (0,01)	0,69 0,71-0,67 (0,01)
UFV (kcal/Kg MS)	0,63	0,63	0,64 0,65-0,63 (0,01)	0,55 0,57-0,53 (0,02)	0,54 0,55-0,53 (0,01)	0,66 0,67-0,65 (0,01)	0,61 0,62-0,61 (0,01)	0,61 0,62-0,59 (0,01)	0,57	0,57 0,58-0,56 (0,01)	0,60 0,63-0,58 (0,02)

Tableau 29 : valeur énergétique du *S. guianensis* de la rive Est suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

	Age (jours)													
	26	28	55	57	58	75	78	81	1an	1an	1an	2 an	2 an	?
EB (kcal/Kg MS)	4469 4481-4457 (11)	4408,22 4433-4383 (24,88)	4423,62 4431,00-4416 (7,37)	4435,58 4504,82-4340 (38,85)	4463,03 4490,68-4435,38 (27,65)	4518,61 4531,41-4505,81 (12,80)	4394 4459-4336 (41)	4441, 4476-4383 (23)	4425 4483-4358 (39)	4413 4439-4388 (25,65)	4488 4491-4485 (2,92)	4378,30 4383,52-4373,09 (5,22)	4398 4405-4390 (7,02)	4431,92 4518,95-4380,85 (37,73)
EM (kcal/Kg MS)	1879,70 1889,15-1870,25 (9,45)	1933,02 1936-1929 (3,44)	2000,74 2028,78-1972 (28,04)	1972,38 2224,56-1782 (110,77)	1995,29 2014,47-1976,12 (19,17)	1968,16 1979,09-1957,24 (10,92)	1917 1979-1782 (80)	2045 2182-1875 (78)	1922 2037-1796 (86)	1846,89 1866-1827 (19,86)	1955 2010-1900 (55)	1524,07 1554,91-1493,24 (30,83)	2036 2051-2022 (14)	1922,95 2204,97-1679,20 (181,73)
UFL (kcal/Kg MS)	0,63 0,64-0,63 (0,004)	0,65	0,68 0,69-0,67 (0,01)	0,67 0,77-0,59 (0,04)	0,68 0,68-0,67 (0,008)	0,67 0,67-0,66 (0,004)	0,65 0,67-0,59 (0,03)	0,70 0,75-0,63 (0,03)	0,65 0,70-0,60 (0,03)	0,62 0,63-0,61 (0,008)	0,66 0,68-0,64 (0,02)	0,49 0,50-0,48 (0,01)	0,70 0,70-0,69 (0,005)	0,65 0,76-0,55 (0,07)
UFV (kcal/Kg MS)	0,54 0,54-0,53 (0,004)	0,56	0,59 0,61-0,58 (0,01)	0,58 0,70-0,49 (0,05)	0,59 0,60-0,58 (0,01)	0,58 0,58-0,57 (0,01)	0,56 0,59-0,49 (0,04)	0,61 0,68-0,53 (0,04)	0,56 0,61-0,50 (0,04)	0,53 0,54-0,52 (0,01)	0,57 0,60-0,55 (0,03)	0,38 0,39-0,36 (0,01)	0,61 0,62-0,61 (0,01)	0,56 0,69-0,45 (0,09)

Tableau 30: valeur énergétique de *B. brizantha* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

	Age (jours)					
	Rive Est			Rive Ouest		
	25	113	?	39	70	?
EB (kcal/Kg MS)	4280,46	4225,49	4195,60 4234,65-4134,74 (1,64)	4218,42 4231,43-4208,01 (12,34)	4281,82	4231,13
EM (kcal/Kg MS)	1871,76	1711,74	1773,19 1936,28-1548,54 (132,994)	1794,29 1881,33-1685,50 103,213	1898,36	1640,87
UFL (kcal/Kg MS)	0,626	0,562	0,59 0,65-0,49 (0,055)	0,60 0,63-0,55 (0,043)	0,635	0,531
UFV (kcal/Kg MS)	0,533	0,461	0,49 0,57-0,38 (0,065)	0,50 0,542-0,45 (0,050)	0,540	0,424

Tableau 31 : valeur énergétique de *B. humidicola* et *B. ruziziensis* suivant l'âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age (jours)	<i>Brachiaria humidicola</i>					<i>Brachiaria ruziziensis</i>		
	30	54	63	70	90	61	63	90
EB (kcal/Kg MS)	4222,72	4278,77 4292,09- 4265,45 (13,32)	4286,86	4272,77	4247,17	4252,54 4263,14- 4241,94 (10,60)	4196,00	4207,68
EM (kcal/Kg MS)	1804,76	1988,86 2152,62- 1825,10 163,761	1932,75	1814,62	1821,29	1859,00 1908,05- 1809,94 (49,057)	1790,12	1857,94
UFL (kcal/Kg MS)	0,600	0,671 0,738-0,605 (0,066)	0,648	0,602	0,604	0,620 0,64-0,60 (0,02)	0,593	0,620
UFV (kcal/Kg MS)	0,505	0,581 0,657-0,505 (0,076)	0,555	0,505	0,506	0,524 0,547-0,501 (0,023)	0,496	0,525

Annexe 5 : valeurs azotées

Tableau 32 : valeur azotée des plantes de couvertures (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Type plante	Rang coupe	Rive	MAT	MAD (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	n
brachiaria	1	Est	8,23±3,20 14,74-3,78	46,52±30,98 106,09-5,72	69,49±11,83 90,94-52,77	52,32±21,38 93,41-24,15	8
		Ouest	6,52±2,06 10,24-4,96	30,44±19,82 64,90-16,58	64,28±6,83 76,29-59,41	41,14±13,65 64,88-31,62	9
stylosanthes	1	Est	18,30±2,33 21,95-14,25	142,41±19,45 172,14-101,74	99,84±7,92 111,25-82,75	118,29±13,42 138,83-90,28	10
		Ouest	17,83±2,62 20,68-12,14	118,23±14,64 139,00-98,98	92,07±7,23 101,98-82,73	101,59±10,16 116,01-88,21	7
	2	Est	18,49±2,01 20,69-14,06	134,40±24,90 160,54-82,29	97,95±9,84 109,20-78,72	112,77±17,21 130,81-76,74	11
		Ouest	16,02±1,50 18,33-13,96	122,07±18,55 147,74-98,98	93,80±7,96 104,58-82,73	104,20±12,81 121,90-88,21	5
	3	Est	17,03±2,35 20,17-13,96	140,47 160,63-99,93 (19,36)	98,97 110,62-87,55 (7,28)	116,94 130,81-88,95 (13,36)	9
Pailles de maïs		Est	6,31±2,01 9,51-2,59	29,15±17,91 58,23-0,00	61,42±8,75 75,63-40,40	39,68±13,40 60,29-10,27	9
		Ouest	3,59±0,96 5,07-2,49	5,34±7,30 17,50-0,00	47,24±8,10 56,90-39,02	18,66±10,14 32,16-8,89	19
Pailles de riz		Est	5,20±1,05 7,17-3,60	18,58±12,31 34,05-5,13	56,32±5,54 64,07-47,84	32,91±8,50 43,60-16,53	6
Dolique (plante)		Est	23,90±4,30 29,77-18,25	190,05±39,39 243,79-138,27	119,35±14,32 138,67-100,06	151,13±27,29 188,28-115,19	8
		Ouest	14,87±3,88 18,04-10,53	107,27±35,58 136,34-67,59	89,34±11,29 98,86-76,86	93,92±24,58 113,97-66,50	3
Niébé (plante)		Est	20,21±4,53 28,75-12,19	170,54 234,46-133,27 (34,41)	110,30±13,98 136,31-93,15	137,61±23,77 181,77-112,03	10
		Ouest	15,52±3,54 19,23-12,19	113,24±32,41 147,27-82,74	88,46±14,37 104,63-77,16	97,96±22,33 121,39-76,93	3

Tableau 33 : valeur azotée du *S. guianensis* de la rive Ouest suivant l’âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Age (jours)											
	49	63	70	99	135	1 an	1 an	1 an	483	530	?
		194,1	178,9	147,2	160,7	185,2	193,2	183,3		147,6	168,9
MAT (g/kg MS)	154,4	201,7-186,5 (7,6)	192,8-170,9 (9,0)	154,8-139,6 (7,6)	168,8-152,6 (8,1)	192,8-177,6 (7,6)	193,6-192,8 (0,4)	185,9-180,7 (2,6)	155,4	153,1-142,0 (5,5)	201,7-146,8 (1,96)
		148,88	135,00	105,94	118,28	140,77	148,04	139,00		106,28	128,98
MAD (g/kg MS)	112,57	155,84-141,92 (6,96)	147,74-127,62 (8,27)	112,90-98,98 (6,96)	125,70-110,86 (7,42)	147,74-133,80 (6,97)	148,41-147,67 (0,37)	141,38-136,62 (2,38)	113,44	111,35-101,20 (5,08)	155,84-105,53 (19,24)
		122,79	113,17	93,02	101,56	117,16	122,25	116,01		93,34	106,82
PDIN (g/kg MS)	97,69	127,58-118,00 (4,79)	121,90-108,14 (5,65)	97,83-88,21 (4,81)	106,66-96,45 (5,11)	121,90-112,42 (4,74)	122,50-122,00 (0,25)	117,70-114,31 (1,69)	98,23	96,88-89,80 (3,54)	127,58-92,80 (12,44)
		105,00	100,79	85,31	90,16	103,16	104,12	101,98		86,05	97,14
PDIE (g/kg MS)	91,46	108,00-102,00 (3,00)	104,58-98,99 (2,28)	87,90-82,73 (2,58)	92,38-87,93 (2,23)	104,58-101,74 (1,42)	104,54-103,70 (0,42)	103,60-100,36 (1,62)	90,01	88,16-83,94 (2,11)	108,00-88,39 (7,47)

Tableau 34: valeur azotée du *S. guianensis* de la rive Est suivant l’âge (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

	Age (jours)													
	26	28	55	57	58	75	78	81	1 an	1 an	1 an	2 ans	2 ans	?
MAT (g/kg MS)	196,4 200,5-192,3 (4,1)	133,9 140,6-127,1 (6,8)	177,6 179-175,5 (2,1)	188,2 206,9-163,8 (1,19)	160,3 168,7-152,0 (8,4)	200,1 206,8-193,5 (6,7)	163,5 186,0-127,9 (19,0)	178,9 206,2-102,5 (25,5)	194,4 219,5-166,0 (17,7)	183,1 188,6-177,5 (5,6)	176,9 180,0-173,8 (3,1)	140,0 142,6-137,4 (2,6)	188,1 195,7-180,6 (07,5)	177,9 215,4-136,0 (28,0)
MAD (g/kg MS)	151,03 154,80-147,26 (3,77)	93,73 99,93-87,53 (6,20)	133,81 135,73-131,88 (1,93)	143,52 160,63-121,17 (10,93)	117,97 125,65-110,29 (7,68)	154,42 160,54-148,30 (6,12)	120,90 141,51-88,29 (17,42)	135,98 160,00-65,03 (23,60)	149,17 172,14-123,17 (16,21)	138,79 143,90-133,67 (5,12)	133,13 135,98-130,28 (2,85)	99,36 101,74-96,99 (2,37)	143,41 150,32-136,50 (6,91)	134,02 168,44-95,63 (25,68)
PDIN (g/kg MS)	124,27 126,87-121,68 (2,60)	84,68 88,95-80,41 (4,27)	112,40 113,67-111,14 (1,27)	119,09 130,81-103,64 (7,56)	101,33 106,64-96,03 (5,31)	126,62 130,81-122,42 (4,20)	103,50 117,74-81,01 (12,03)	113,83 130,40-64,76 (16,32)	122,93 138,83-105,02 (11,18)	115,84 119,36-112,32 (3,52)	111,82 113,81-109,84 (1,98)	88,63 90,28-86,98 (1,65)	119,09 123,81-114,37 (4,72)	112,50 136,25-85,99 (17,76)
PDIE (g/kg MS)	101,63 103,17-100,09 (1,54)	84,52 87,55-81,48 (3,04)	97,86 98,05-97,67 (0,19)	100,32 110,62-90,10 (5,48)	91,66 94,79-88,54 (3,12)	105,45 108,23-102,67 (2,78)	92,79 100,96-81,65 (6,39)	99,37 109,20-71,65 (9,38)	102,87 111,25-93,28 (6,11)	98,75 100,21-97,28 (1,47)	96,26 97,82-94,70 (1,56)	82,08 82,75-81,41 (0,67)	102,84 104,86-100,82 (2,02)	97,40 113,56-80,26 (11,91)

Tableau 35: valeur azotée de *B. humidicola* et *ruziziensis* suivant l'âge (Moyenne \pm écart-type, valeurs extrêmes)

Age (jours)	<i>Brachiaria humidicola</i>				<i>Brachiaria ruziziensis</i>			
	30	61	63	90	54	63	70	90
MAT (g/kg MS)		72,4			57,6			
	97,2	8,43-6,06 (1,18)	66,4	54,6	77,4-37,8 (1,98)	56,6	86,8	57,7
MAD (g/kg MS)		37,45			23,86			
	60,13	48,30-26,60 (10,85)	31,90	21,08	41,98-5,74 (18,12)	22,93	50,64	23,94
PDIN (g/kg MS)		46,03	42,22		36,53			
	61,73	53,52-38,54 (7,49)		34,69	49,01-24,05 (12,48)	35,89	55,12	36,70
PDIE (g/kg MS)		67,48			64,13			
	74,48	71,76-63,19 (4,29)	64,10	62,35	73,26-55,00 (9,13)	64,20	73,42	63,31

Annexe 6 : ingestibilité des fourrages étudiés

Tableau 36 : digestibilité et ingestibilité des plantes de couverture (Moyenne ± écart-type, valeurs extrêmes)

Type plante	Rang coupe	Rive	DMSauf (%MS)	DMO (%MO)	UEL	IngBo250	IngVL600	n
Brachiaria	1	Est	40,29±6,91 51,09-30,48	52,51±04,52 60,10-46,25	1,25±0,07 1,36-1,13	4,53±0,50 5,38-3,78	14,58±0,82 15,97-13,34	8
		Ouest	38,36±5,05 46,81-33,29	51,52±3,13 56,94-48,85	1,27±0,05 1,30-1,18	4,38±0,32 4,93-4,13	14,32±0,52 15,24-13,92	9
stylosanthes	1	Est	49,48±6,40 (57,20-34,74)	55,74±4,54 60,52-44,85	1,14±0,04 1,23-1,10	5,18±0,26 5,46-4,54	15,65±0,44 16,12-14,59	10
		Ouest	54,04±3,35 59,91-50,80	58,11±2,64 62,51-55,29	1,16±0,03 1,19-1,12	5,10±0,26 5,43-4,84	15,53±0,42 16,07-15,09	7
	2	Est	52,30±6,40 57,62-34,74	57,32±4,71 62,16-44,85	1,15±0,04 1,23-1,09	5,18±0,31 5,58-4,54	15,66±0,51 16,32-14,59	11
		Ouest	55,59±2,58 59,32-52,60	59,34±2,32 62,91-56,61	1,15±0,04 1,19-1,09	5,18±0,25 5,54-4,84	15,65±0,41 16,24-15,09	5
	3	Est	52,14±4,42 61,11-45,89	57,41±3,39 64,24-52,34	1,14±0,03 1,19-1,07	5,18±0,24 5,68-4,84	15,66±0,40 16,49-15,10	9
		Ouest	55,59±2,58 59,32-52,60	59,34±2,32 62,91-56,61	1,15±0,04 1,19-1,09	5,18±0,25 5,54-4,84	15,65±0,41 16,24-15,09	5
Pailles de maïs		Est	37,18±8,42 58,19-24,62	49,60±5,36 62,39-41,31	1,27±0,07 1,38-1,11	4,31±0,46 5,36-3,51	14,21±0,76 15,95-12,89	9
		Ouest	25,88±4,18 31,58-20,30	42,72±3,77 45,63-39,17	1,36±0,03 1,39-1,32	3,66±0,21 3,98-3,39	13,15±0,34 13,67-12,70	19
Pailles de riz		Est	32,35±4,06 42,26-27,41	46,66±2,22 52,22-44,21	1,31±0,03 1,33-1,25	4,03±0,22 4,41-3,82	13,76±0,36 14,37-13,40	6
Dolique (plante)		Est	65,22±2,89 71,54-61,59	67,68±2,08 71,08-64,19	1,06±0,01 1,09-1,04	5,77±0,13 5,94-5,51	16,63±0,22 16,91-16,19	8
		ouest	60,31±3,10 64,37-57,24	62,66±1,22 64,76-61,03	1,14±0,03 1,18-1,10	5,22±0,19 5,44-5,00	15,72±0,31 16,09-15,36	3
Niébé (plante)		Est	62,63±4,38 70,50-54,44	65,61±3,14 71,38-60,11	1,08±0,03 1,15-1,04	5,61±0,23 5,97-5,21	16,37±0,38 16,97-15,70	10
		Ouest	59,81±8,27 71,09-53,60	62,87±6,17 71,29-58,32	1,13±0,07 1,18-1,04	5,24±0,46 5,86-4,88	15,74±0,76 16,78-15,16	3

Annexe 7 : Calculs des différents paramètres de la valeur nutritive des rations

h) Quantité de Matière Sèche Ingérée (MSI)

- $MSI = CI/UEB$

UEB : encombrement du fourrage

CI : capacité d'ingestion du bovin : - 2,5kg de MS/100kg PV/jour pour le bovin tropical
- 3 kg de MS/100kg de PV/jour pour le gros bétail.

- $MSI/an = MSI/jour \times 365 \text{ jours}$

$\text{Besoin en surface fourragère} = \frac{MSI/an}{\text{Production fourragère (t/ha/an)}}$

j)

k) UFL et PDI de la ration

- $UFL(\text{ration}) = [MSI \times UFL/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage1}} + [MSI \times UFL/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage2}}$
- $PDI(\text{ration}) = [MSI \times PDI/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage1}} + [MSI \times PDI/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage2}}$
- $MAD(\text{ration}) = [MSI \times MAD/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage1}} + [MSI \times MAD/kg \text{ MS}]_{\text{fourrage2}}$

l) Quantité de lait permise

- Quantité de lait permise par l'énergie (UFL) = $[UFL(\text{ration}) - UFL(\text{entretien})] / UFL \text{ par kg de lait}$
= $UFL(\text{production}) / UFL \text{ par kg de lait}$
- Quantité de lait permise par PDI = $PDI(\text{ration}) - PDI(\text{entretien}) / PDI \text{ par kg de lait.}$
= $PDI(\text{production}) / PDI \text{ par kg de lait.}$

UFL et PDI (entretien) : ce sont les besoins en UFL et en PDI de l'animal

UFL et PDI (production) : ce sont l'énergie et les PDI de la ration, disponible pour la production animale.

Tableau 37 : besoins énergétiques et azotés de chaque catégorie d'animal

catégorie	Production moyenne	PV	CI	UFL	MAD	PDI	sources
Bœuf de trait	-	300	7,5	4,7-5,6	352-424	-	Mémento de l'agronome, 2002
Bœuf à l'engrais	GMQ=700g/j jour	300	7,5	4,30	460	-	
Vache * Race locale	3 L	250	6,25	2,2	-	173	Meyer et Denis, 1999
Vache « rana »*	5 L	300	7,5	3	-	234	
Vache métis*	7 L	450	11,25	4,1	-	320	INRA, 1978
Vache race pure*	8 L	600	18	4,7		370	

* il s'agit des besoins d'entretien

Annexe 8 : les rations proposées aux différentes catégories d'animaux Tableau 38 : valeur nutritive des rations proposées à un bœuf de trait.																				
ration	fourrage	CI	UEL	MSI	UFL/kg MS	offre	entreti en	Produ ction (1)	besoin min (2)	(1)-(2)	Besoin max (3)	(1)-(3)	MAD/k g MS	offre	entretien	product ion	besoins min	(1)-(2)	besoins max	(1)-(3)
RB1m	<i>B. brizantha</i>	7,5	1,25	6	0,57	3,42	3,00	0,42	4,7	-1,28	5,60	-2,18	46,52	279,12	217,00	62,12	352,00	-72,88	424,00	-144,88
RB1ma x	<i>B. brizantha</i>	7,5	1,13	6,64	0,66	4,38	3,00	1,38	4,7	-0,32	5,60	-1,22	109,40	726,11	217,00	509,11	352,00	374,11	424,00	302,11
RB2	pailles riz	7,5	1,31	5,73	0,51	2,92	3,00	-0,08	4,7	-1,78	5,60	-2,68	18,58	106,37	217,00	-110,63	352,00	-245,63	424,00	-317,63
R2	pailles riz	5	1,31	3,82	0,51	3,36	3,00	0,36	4,7	-1,34	5,60	-2,24	18,58	363,09	217,00	146,09	352,00	11,09	424,00	-60,91
	stylosanthes	2,5	1,15	2,17	0,65								134,40							
R3	pailles riz	5	1,31	3,82	0,51	3,76	3,00	0,76	4,7	-0,94	5,60	-1,84	18,58	519,15	217,00	302,15	352,00	167,15	424,00	95,15
	dolique	2,5	1,06	2,36	0,77								190,05							

Tableau 39: valeur nutritive des rations proposées à un bœuf à l'engrais

ration	fourrage	CI	UEL	MSI	UFL/kg MS	offre	entreti en	Prod uction (1)	Besoin (2)	(1)-(2)	MAD/k g MS	offre	entretie n	produc tion	embouc he	(1)-(2)
RB1m	B. brizantha	7,5	1,25	6	0,57	3,42	3	0,42	1,30	-0,88	46,52	279,12	217	62,12	243,00	-180,88
RB1m ax	B. brizantha	7,5	1,13	6,64	0,66	4,38	3	1,38	1,30	0,08	106,09	704,13 7168	217	419,54	243,00	176,54
RB2	pailles riz	7,5	1,31	5,73	0,51	2,92	3	-0,08	1,30	-1,38	18,58	106,37	217	- 110,62 5954	243,00	-353,63
R2	pailles riz	5	1,31	3,82	0,51	3,36	3	0,36	1,30	-0,94	18,58	70,92	217	146,08 9944	243,00	-96,91
	stylosanth es	2,5	1,15	2,17	0,65						134,4				292,17	
R3	pailles riz	5	1,31	3,82	0,51	3,76	3	0,76	1,30	-0,54	18,58	70,92	217	302,14 7163	243,00	59,15
	dolique	2,5	1,06	2,36	0,77						190,05				448,23	

Tableau 40 : tableau des rations pour la vache laitière de race locale.

n° ration	nom	UFL									PDI						
		UE	CI	MSI	UFL/kg MS	offre	entretien	production	UFL/kg lait	lait permis	PDI g/kg MS	offre	entretien	production	PDI/kg lait	lait permis	UFL- PDI
RB1m	B. brizantha	1,25	5,00	4,00	0,57	2,28	2,20	0,08	0,50	0,16	52,32	209,28	173,00	36,28	56,00	0,65	0,49
RB1max	B. brizantha	1,13	5,00	4,42	0,66	2,92	2,20	0,72	0,50	1,44	93,41	413,32	173,00	240,32	56,00	4,29	2,85
R3	pailles de riz	1,31	5,00	3,82	0,51	1,95	2,20	-0,25	0,50	-0,51	32,91	125,61	173,00	-47,39	56,00	-0,85	-0,34
R4	pailles de riz	1,31	3,33	2,54	0,51	2,24	2,20	0,04	0,50	0,08	32,91	83,66	173,00	225,90	56,00	4,03	3,95
	stylosanthes	1,15	1,67	1,45	0,65						97,95	142,24					
R5	pailles de riz	1,31	3,33	2,54	0,51	2,51	2,20	0,31	0,50	0,62	32,91	83,66	173,00	295,40	56,00	5,28	4,66
	dolique	1,06	1,67	1,58	0,77						134,40	211,74					

Tableau 41 : tableau des rations pour la vache laitière « rana »

UFL												PDI					
n° ration	nom	UE	CI	MSI	UFL/kg MS	offre	entretien	production	UFL/kg lait	lait permis	PDI g/kg MS	offre	entretien	production	PDI/kg lait	lait permis	UFL- PDI
RB1m	B. brizantha	1,25	7,50	6,00	0,57	3,42	3,00	0,42	0,50	0,84	52,32	313,92	234,00	79,92	56,00	1,43	0,59
RB1max	B. brizantha	1,13	7,50	6,64	0,66	4,38	3,00	1,38	0,50	2,76	93,41	619,98	234,00	385,98	56,00	6,89	4,13
R3	pailles de riz	1,31	7,50	5,73	0,51	2,92	3,00	-0,08	0,50	-0,16	32,91	188,42	234,00	-45,58	56,00	-0,81	-0,65
R4	pailles de riz	1,31	5,00	3,82	0,51	3,36	3,00	0,36	0,50	0,72	32,91	125,61	234,00	338,55	56,00	6,05	5,33
	stylosanthes	1,15	2,50	2,17	0,65						97,95	212,93					
R5	pailles de riz	1,31	5,00	3,82	0,51	3,76	3,00	0,76	0,50	1,53	32,91	442,59	234,00	442,59	56,00	7,90	6,38
	dolique	1,06	2,50	2,36	0,77						134,40						

Tableau 42: valeur nutritive des rations proposées pour la race métis

UFL											PDI						
n° ration	nom	UE	CI	MSI	UFL/kg MS	offre	entretien	production	UFL/kg lait	lait permis	PDI g/kg MS	offre	entretien	production	PDI/kg lait	lait permis	UFL- PDI
RB1m	B. brizantha	1,25	11,25	9,00	0,57	5,13	4,1	1,03	0,47	2,19	52,32	470,88	320	150,88	53,00	2,85	0,66
RB1max	B. brizantha	1,13	11,25	9,96	0,66	6,57	4,1	2,47	0,47	5,26	93,41	929,97	320	609,97	53,00	11,51	6,25
R3	pailles de riz	1,31	11,25	8,59	0,51	4,38	4,1	0,28	0,47	0,60	32,91	282,62	320	-37,38	53,00	-0,71	-1,30
R4	pailles de riz	1,31	7,5	5,73	0,51	5,04	4,1	0,94	0,47	2,00	32,91	507,82	320	507,82	53,00	9,58	7,58
	stylosanthes	1,15	3,75	3,26	0,65		4,1				97,95				53,00		
R5	pailles de riz	1,31	7,5	5,73	0,51	5,64	4,1	1,54	0,47	3,28	32,91	663,89	320	663,89	53,00	12,53	9,24
	dolique	1,06	3,75	3,54	0,77						134,4						

Tableau 43 : valeur nutritive des rations proposées à la vache laitière de race pure

UFL											PDI						
n° ration	nom	UEL	CI	MSI	UFL/kg MS	offre	Entretien	Production	UFL/kg lait	lait permis	PDI g/kg MS	offre	Entretien	Production	PDI/kg lait	lait permis	UFL-PDI
RB1m	B. brizantha	1,25	18	14,40	0,57	8,21	4,7	3,51	0,43	8,16	52,32	753,41	370	383,41	50,00	7,67	0,49
RB1max	B. brizantha	1,13	18	15,93	0,66	10,51	4,7	5,81	0,43	13,52	93,41	1487,95	370	1117,95	50,00	22,36	-8,84
R2	pailles de riz	1,31	14,4	10,99	0,51	5,61	4,7	0,91	0,43	2,11	32,91	361,76	370	-8,24	50,00	-0,16	2,27
R3	pailles de riz	1,31	12	9,16	0,51	8,06	4,7	3,36	0,43	7,82	32,91	812,51	370	812,51	50,00	16,25	-8,43
	stylosanthes	1,15	6	5,22	0,65		4,7				97,95						
R4	pailles de riz	1,31	12	9,16	0,51	9,03	4,7	4,33	0,43	10,07	32,91	1062,22	370	1062,22	50,00	21,24	-11,17
	dolique	1,06	6	5,66	0,77						134,4						

Annexe 9 : surface fourragère

Tableau 44: besoins en surface fourragère suivant la catégorie de l'animal

catégorie	fourrage	MSI (kg/jour)	MSI(t)	production (t/ha)	surface (ares)
VL race locale	brachiaria	4,42	0,80	5,97	0,13
Rana- boeuf		6,64	1,20	5,97	0,20
métis		9,96	1,79	5,97	0,30
Race pure		15,93	2,87	5,97	0,48
VL race locale	stylosanthes	1,45	0,26	10,97	0,02
rana		2,17	0,39	10,97	0,04
métis		3,26	0,59	10,97	0,05
Race pure		5,22	0,94	10,97	0,09

MSI (t)= MSI (kg/jour) x 160 jours

Surface (ares)= MSI (t)/production (t/ha)

Capacité de charge (CC) en UBT ou en

$CC = \frac{Q \text{ (kg MS/ha)}}{6,25 \times D}$

Q : quantité de fourrage

D : durée de l'exploitation de la parcelle

6,25 : quantité de MS consommée par 1 UBT/ jour (1UBT = 250kg de PV)

En unité gros bétail (UGB), la référence est une vache laitière de 600 kg consommant de 3 kg/100 kg de PV de MS.

RESUME

C'est une étude sur les couvertures utilisées en SCV, sur les deux rives du lac Alaotra. La productivité et la valeur alimentaire réelles du *Stylosanthes guianensis*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola*, *Vigna unguiculata* (niébé), *Dolichos lablab* (dolique) ainsi que les pailles de maïs et de riz ont été déterminées. Pour les brachiaria, *B. ruziziensis* a été le plus productif avec 4,1t de MS/ha de biomasse. Pour les stylosanthes, ceux de la rive Est ont donné plus de biomasse que ceux de la rive Ouest avec 4,6t/ha de MS en deuxième coupe. Au niveau de la composition chimique, 8,2% de la MS est la teneur en MAT la plus élevée avec une teneur en NDF de 70,0% de la MS pour les brachiaria ; tandis que celle des pailles de maïs de la rive Ouest est la plus basse avec 3,6% correspondant à une teneur en NDF de 77%. Les compositions chimiques des stylosanthes, ainsi que celles de la dolique et du niébé de la rive Ouest sont proches avec des teneurs moyennes en MAT comprises entre 14,9 et 18,9% de la MS et des teneurs en fibres de 50,5 à 55,2 % (NDF). Quant aux valeurs nutritives, la dolique et le niébé de la rive Est possèdent les plus hautes valeurs : 0,77UFL/kg de MS d'énergie et 119g/kg de MS de PDI pour la dolique. Les pailles sont les plus pauvres avec 0,45 UFL de valeur énergétique et 19g/kg de MS de PDI pour le maïs. Ainsi, une ration alimentaire à base de brachiaria satisfait le besoin d'entretien et 50% du besoin de production de quelques types de bovins de la région ; alors que les légumineuses (stylosanthes, dolique) rehaussent la valeur alimentaire d'une ration à base de pailles très faible.

SUMMARY

The study is about the covers used in "direct seeding in vegetal cover" (SCV) on the sides of Alaotra lake. In this way, the real productivity and feeding value of *Stylosanthes guianensis*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola*, *Vigna unguiculata* (blackeye pea), *Dolichos lablab* (lablab bean) and straws of maize and rice were determined. *B. ruziziensis* is the most productive of brachiaria with 4,1t of DM/ha. For the stylosanthes, the biomass yields on East side are higher than on the West side with 4,6 t DM/ha at the second cut. Concerning chemical composition, 8,2 % of DM is the highest content of Crude Protein (CP) for brachiaria, with 70,0% DM for neutral detergent fiber (NDF) concentration. Whereas 3,6 % is the lowest CP rate, the one of maize straws from the West side, corresponding to 77% DM for NDF. The chemical components of stylosanthes and lablab bean and blackeye pea from West side are similar, their CP are situated between 14,9 and 18,9 %, and 50,5 to 55,2 %DM for fiber. About feed intake, lablab bean and blackeye pea from East side possess the higher values: 0,77 UFL/ kg DM for net energy and 119g/kg DM for intestinal digestible protein (PDI), the ones of *Dolichos lablab*. Straws are the poorest with 0,45 UFL and 19g for PDI. So a feeding ration based on brachiaria satisfies the maintenance and 50% of production needs for few bovine types of the region; while, the legumes (stylosanthes, lablab bean) make the feeding ration based on straws increasing.

Mots clés : SCV, SPIR, *Stylosanthes guianensis*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola*, *Vigna unguiculata*, *Dolichos lablab*, pailles de maïs et de riz productivité, valeur alimentaire, composition chimique, valeur nutritive ration alimentaire, besoins, bovins.