UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Contribution à l'amélioration des systèmes d'alimentation des bovins dans la région naturelle de Kirimiro. " cas de la commune Gitega "

Bitsure, Guy-Marien; Hakizimana, Paulin- Chadrack; Sous la direction de : Msc Ir. Nahimana Venuste; Ir. Niyonzima Helmenegilde

2003-04
UB, ISA
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2192

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

REPUBLIQUE DU BURUNDI
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE
UNIVERSITE DU BURUNDI
INSTITUT SUPERIEUR D'AGRICULTURE (I.S.A)
B.P. 35 GITEGA

CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES SYSTEMES D'ALIMENTANTION DES BOVINS DANS LA REGION NATURELLE DE KIRIMIRO. « CAS DE LA COMMUNE GITEGA »

Par

BITSURE GUY-MARIEN.
&
HAKIZIMANA PAULIN-CHADRACK.

Sous la direction :
Msc Ir. NAHIMANA VENUSTE
Ir. NIYONZIMA HELMENEGILDE

Mémoire Présenté et Soutenu Publiquement en vue de l'obtention du grade d'Ingénieur Industriel.
OPTION : ZOOTECHNIE.

GITEGA, Avril 2003

DEDICACE

A Dieu tout puissant ;

A mes regrettés parents ;

A tous mes frères et sœurs ;

A tous mes oncles et tantes ;

A tous mes amis ;

A celle que l'avenir me réserve ;

Je dédie ce mémoire.

BITSURE Guy-Marien

A mon regretté père ;

A ma chère maman pour la patience ;

A ma tante NYANDWI Marie - Françoise ;

A tous mes frères et sœurs ;

A la famille NDAYISABA Joseph ;

A la famille MBANZA Nicolas ;

A celle que l'avenir me réserve ;

A vous qui trouvent confiance en moi

Je dédie ce mémoire.

HAKIZIMANA Paulin - Chadrack

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il nous est d'un agréable devoir de remercier toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à Monsieur NAHIMANA Vénuste, promoteur et Directeur de mémoire. Son entière disponibilité malgré l'emploi du temps toujours chargé, sa rigueur scientifique, son souci permanent d'aider et de faire comprendre, ont permis l'aboutissement de ce travail et resteront pour nous un agréable souvenir.

Aussi, que Monsieur NIYONZIMA Hélmenégilde trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour avoir accepté d'assurer la codirection et d'apporter sa contribution à ce travail.

Nous exprimons notre estime et nos sentiments de profonde gratitude envers tous les formateurs, en particulier les professeurs de l'I.S.A , pour leur formation scientifique et morale qu'ils nous ont dispensé depuis l'enseignement de base.

Que les familles NZEYIMANA Déo et NDAYISABA Joseph trouvent ici un signe de reconnaissance pour ce confort relationnel sans égal.

A toutes les personnes qui nous ont aidés directement ou indirectement dans la réalisation de ce mémoire, soyez rassurées de notre reconnaissance.

Enfin à tous nos amis et camarades de classes, vous nous avez témoigné sympathie et agrémenté notre séjour à l'Université, nous disons du fond du cœur, merci.

BITSURE Guy-Marien
et
HAKIZIMANA Paulin-Chadrack

SIGLES ET ABREVIATIONS

A.G.C.D	:	Agence de Coopération et de Développement
AGRIVA	:	Maison de fabrication des aliments du bétail
ALCOVIT	:	Maison de fabrication des aliments du bétail
BRAGITA	:	Brasserie de Gitega
Ca	:	Calcium
Cao	:	Oxyde de calcium
Ca/P	:	Calcium sur phosphore
CB	:	Cellulose brute
Cm	:	Centimètre
COGERCO	:	Compagnie de gérance du coton
DGE	:	Direction Général de l'élevage
EN	:	Energie nette
ENA	:	Extractif non azoté
FACAGRO	:	Faculté d'Agronomie
FAO	:	Food and Agriculture organization
g	:	Gramme
g/kg de MS	:	Gramme par kilogramme de matière sèche
h	:	Heure
ha	:	Hectare
hab	:	Habitat
hab/km^2	:	Habitat par kilomètre carré
H.P. B	:	Huilerie palmiste du Burundi
IEMVT	:	Institut d'élevage et de Médecine vétérinaire dans les pays tropicaux
IGEBU	:	Institut géographique du Burundi
INRA	:	Institut national de recherche agronomique
IRAZ	:	Institut de recherche agronomique et zootechnique
ISA	:	Institut Supériegriculture
ISABU	:	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
J	:	Jour
K	:	Potassium
Kg	:	Kilogramme
Km	:	Kilomètre
Km^2	:	Kilomètre carré
K_20	:	Oxyde de potassium
l	:	Litre
m	:	Mètre
MAD	:	Matière azotée digestible
MAD/UF	:	Matière azotée digestible sur unité fourragère

MAT	:	Matière azotée totale
MF	:	Matière fraîche
MG	:	Matière grasse
MgO	:	Oxyde de magnésium
MINAGRI	:	Ministère de l'Agriculture
MININTER	:	Ministère de l'Intérieur
mm	:	Millimètre
MO	:	Matière organique
MS	:	Matière sèche
N	:	Azote
Nacl	:	Chlorure de sodium
Na_20	:	Oxyde de sodium
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
OPHAVET	:	Office pharmaceutique de produits vétérinaire
P	:	Phosphore
P_20_5	:	Peroxyde de phosphore
PDI	:	Protéine digestible dans l'intestin grêle
PDIA	:	Protéine digestible dans l'intestin d'origine alimentaire
PDIE	:	Protéine digestible dans l'intestin permise par l'énergie
PDIE / UF	:	Protéine digestible dans l'intestin permise par l'énergie sur l'unité fourragère
PDIM	:	Protéine digestible dans l'intestin d'origine microbienne
PDIME	:	Protéine digestible dans l'intestin d'origine microbienne permise par l'énergie
PDIMN	:	Protéine digestible dans l'intestin d'origine microbienne permise par l'azote
PDIN	:	Protéine digestible dans l'intestin permise par l'azote
PM	:	Poids métabolique
PNUD	:	Programme des Nations Unis pour le développement
PV	:	Poids vif
RAFINA	:	Raffinerie nationale
SOSUMO	:	Société sucrière de Moso
T	:	Tonne
T/ha	:	Tonne par hectare
UF	:	Unité fourragère
UFL	:	Unité fourragère lait
UFV	:	Unité fourragère viande
UI	:	Unité internationale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résidus de récolte et leur période d'exploitation
Tableau 2 : Production de sous produits (en tonnes)
Tableau 3 : Consommation de fourrage en kg de MS/100 kg de PV
Tableau 4 : Caractéristiques des animaux
Tableau 5 : Besoins d'une Ankolé en lactation
Tableau 6 : Besoins d'une Ankoké en gestation (fin de gestation)
Tableau 7 : Besoins d'une Ankoké en croissance
Tableau 8 : Besoins d'une Frisonne en lactation
Tableau 9 : Besoins d'une Frisonne en gestation (fin de gestation)
Tableau 10 : Besoins d'une Frisonne en croissance
Tableau 11 : Couverture (%) des besoins en nutriments d'une Ankolé en croissance pâturant sur les différents pâturages de Kirimiro
Tableau 12 : Couverture (%) des besoins en nutriments d'une Ankolé en gestation pâturant sur les différents pâturages de Kirimiro
Tableau 13 : Couverture % des besoins en nutriments d'une Ankolé en lactation pâturant sur les différents pâturages de Kirimiro

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte administrative de la commune Gitega
Figure 2: Principaux objets rencontrés dans la feuille de calcul MS Excel conçu pour le présent travail

TABLES DES MATIERES

Dédicaces i
Remerciements i
Sigles et abréviations iii
Liste des tableaux v
Liste des figures v
Résumé .....
INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPI . L'ELEVAGE BOVIN 4
I.1Les multiples production et rôle des besoins dans le développement..... 4
I.1.1 Le bovin outil de production 4
I.1.1.1 Le bovin fournisseur des produits diversifiés 4
I.1.2 L.e bovin, banque des économies 5
I.1.2.1 Rôle économique du troupeau 5
I.1.2.2 Le bétail, monnaie courante 5
I.1.3 L'animal valorise l'espace rurale 5
I.1.3.1 Le bétail est l'instrument privilégié de la fertilisation 6
I.1.3.2 L'animal valorise les déchets et les résidus de récolte 6
I.1.3.3 L'animal est une source d'énergie renouvelable 6
I.1.4 Importance sociale et culturelle 7
I.1.4.1 Le bétail, richesse sociale 7
I.2 Typologie des systèmes d'exploitation des ruminants 7
I.2.1 Le système extensif 8
I.2.2 Le système intensif 8
I.2.3 Le système semi-extensif 9

I.3 contraintes de l'élevage des bovins 10
I .3.1 Les contraintes zootechniques 10
I.3.1.1 Alimentation insuffisante des animaux 10
I.3.1.2 Potentiel génétique 10
I.3.2 Les contraintes sanitaires 11
I.3.2.1 Insalubrité du milieu d'élevage 11
I.3.2.2 Insuffisance d'intrants 11
I.3.3 Les contraintes physiques 11
I.3.3.1 L'amenuisement des surfaces pâturables 11
I.3.3.2 Le climat, le relief, la pédologie et l'hydrographie 12
1.3.4. Qualité de l'éleveur 12
I.4 Ressources génétiques 13
I.4.1 La race Ankolé 13
I.4.2 Les races exotiques 13

CHAP II : RESSOURCES ALIMENTAIRES DISPONIBLE DANS LA REGION NATURELLE DE KIRIMIRO 14
II.1 Parcours naturels 14
II.1.1 Généralités 14
II.1.2 Identification des principaux types du parcours naturels 15
II.1.2.1 Pâtures de végétation des milieux terrestres ruderalisés 15
II.1.2.2 Pâtures de végétation des marais 17
II.1.2.2 Pâtures des prairies basses à *Eragrostis* 18
II.1.2.4 Pâtures de végétation naturelle des boisements de *Callitris* 19
II.2 Les cultures fourragères 19
II.2.1 Description et technique culturale de quelques cultures fourragères .. 20
II.2.1.1 *Tripsacum laxum* 20
II.3.1.2 *Pennisetum purpureum* 21
II.2.1.3 *Setaria sphacelata*(variété *splendida*) 22
II.2.1.4 *Panicum maximum* ORSTOM T_{58} 22

II.2.1.5 *Leucaena leucocephala* 23
II.3 Les résidus de récolte 23
II.4 Les sous produits agro-industriels 25
II.4.1. Distinction 25
II.4.1.1. Les tourteaux 26
II.4.1.2 Les sons de céréales 26
II.4.1.3 Mélasse 27
II.4.1.4 Drèches de brasserie 27
II.4.1.5 Aliments concentrés 27
II.4.2. Disponibilité 28
II.5. Digestion et ingestion des principales rations 28

CHAP III : ALIMENTATION DES RUMINANTS 32
III.1 Valeur alimentaire d'un fourrage 32
III.2 Besoins des animaux 34
III.3 Principe de rationnement 35

CHAP IV : MATERIEL ET METHODE 36
IV 1 Description du milieu 36
IV.2 Base des données 39
IV 3 Constitution d'une feuille de calcul 39
IV.4 Principe de calcul 43
IV.4.1 Choix des aliments 43
IV.4.2 Calcul des rations 43
IV.4.3 Choix des animaux 44

CHAP V : RESULTATS ET DISCUSSIONS 47
VI Alimentation des bovins pâturant au pâturage sans
Complémentation 47
V.2 Essai d'équilibration des rations des bovins 50

V.2.1 Essai d'équilibration des rations complémentées au pâturage riche en azote fermentescible 50
V.2.1.1 Ankolé en lactation 52
V.2.1.2 Frisonne en lactation 52
V.2.1.3 Ankolé en croissance 53
V.2.1.4 Ankolé en gestation 54
V.2.1.5 Frisonne en gestation 54
V.2.2 Essai d'équilibration des rations complémentées au pâturage moyen pauvre en azote 56
V.2.2.1 Ankolé en lactation 56
V.2.2.2 Frisonne en lactation 57
V.2.2.3 Ankolé en croissance 57
V.2.2.4 Ankolé en gestation 59
V.2.2.5 Frisonne en gestation 60
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 62
REFERENCES BIBLIOGAPHIQUES 66
ANNEXES

RESUME

Un essai de calcul de rationnement des bovins (Frisonne et Ankolé) en différents états physiologiques (en lactation , en gestation , en croissance) a été réalisé à partir d'une analyse bromatologique des aliments pour animaux domestiques disponibles dans la région naturelle de KIRIMIRO. Les pâturages considérés sont d'une part, les pâturages pauvres en azote et d'autres part le pâturage riche en azote. Pour chaque type de pâturage, en tenant compte des proportions relatives des espèces, nous avons établi des mélanges qui ont servi de base dans les calculs.

Pour les différents calculs de rationnement, deux hypothèses ont été considérées :

- Dans la prémière hypothèse, nous avons considéré la pâture libre sans complémentation pour la race Ankolé. Les calculs n'ont pas été effectués pour les animaux de races perfectionnées (la race Frisonne) en raison des besoins alimentaires très élevés de ces animaux. Nous avons considéré une satisfaction des besoins en matière sèche et il s'agissait de calculer le taux de couverture pour les autres nutriments. Après avoir calculé ce taux, on remarque que pour les animaux en croissance, il y a un surplus en touts les nutriments exceptés au pâturage KIR_5 pour les protéines et au pâturage KIR_4 pour le calcium. Pour les animaux en lactation, on constate un surplus en énergie, en protéine et en calcium sauf au pâturage KIR_2 et un déficit en phosphore. Cela dénote une certaine richesse des parcours de Kirimiro comparativement aux autres pâturages du pays.

- Dans la deuxième hypothèse, un essai d'équilibration a été tenté avec comme aliment de base, le parcours moyen pauvre en azote complémenté de cultures fourragères, des sources minérales et des concentrés d'une part, et le parcours riche en azote complémenté par de cultures fourragères, des blocs à lécher , des sources protéiques et énergétiques d'autres part. D'une façon générale, les besoins énergétiques sont déficitaires pour les animaux en lactation si la ration est équilibrée sur la MS, PDIE, Ca et P. Pour les animaux en croissance, on observe un excès en éléments minéraux (Ca et P) quand on a équilibré la ration sur la MS, UFL, PDIE et Na. Pour les animaux en gestation, il y a un excès protéique et phosphorique lorsque la ration est équilibrée sur la MS, UFL, PDIE et Ca. Cet excès provoque un engraissement de ces animaux.

Pour équilibrer les rations, le choix des aliments a été guidé par les disponibilités dans la région, l'état physiologique de l'animal, son niveau de production et la richesse de l'aliment de base en azote fermentescible dans le rumen.

Les rapports PDIE/UF et Ca/P oscillent dans les normes recommandées pour les animaux en lactation et en croissance, tandis qu'ils ne les sont pas pour les animaux en gestation.

INTRODUCTION GENERALE

Au Burundi, l'alimentation est généralement tenue pour l'un des principaux facteurs responsables des mauvaises croissances et productivités des animaux en milieu rural. L'origine de ce phénomène se situe à un double niveau :

- d'une part, les fortes densités et croissances actuelles de la population burundaise (celle-ci est passée de 4.028.420 habitants en 1979 à 5.356.266 habitants en 1990 avec une densité supérieure à 300 habitants par km^2) s'accompagnent d'une réduction des terres disponibles et partant d'une disparition progressive des parcours naturels ;

- d'autre part, une longue tradition d'élevage extensif a amené la population rurale à considérer l'herbe comme un don du ciel, un produit de la cueillette et d'accepter avec sérénité la fatalité des disettes périodiques (BRANDELARD, 1988, cité par NDIMUBANDI,1993).

Compte tenu d'un faible pouvoir d'achat des populations rurales, les différentes sources alimentaires autres que les fourrages naturels sont peu ou pas du tout utilisés, entraînant ainsi une alimentation souvent peu adéquate en termes qualitatif et quantitatif et, par conséquent des mauvaises performances des animaux.

Au BURUNDI, les besoins en protéines (12,5% de la ration, d'après la FAO/OMS 1988), en lipides et en vitamines liposolubles sont loin d'être couverts. La politique sectorielle du MINAGRI (V^{ème} plan quinquennal 1988-1992) fixait un accroissement de 33,5% de la production nationale de viande qui devrait atteindre 34.000 tonnes, soit 5,6 kg par habitant et par an endéans les 5 ans. Ces besoins nutritionnels qui devraient être comblés par les produits d'élevage ne cessent d'augmenter alors que l'effectif du cheptel, surtout bovin diminue. Il a passé de 440.000 têtes des bovins en 1991 à 352.000 bêtes en 1999, soit une diminution d'environ 20% (DGE, 2000). Cette diminution alarmante du nombre de têtes du gros bétail risque en outre de se traduire par une perte progressive du potentiel du maintien et de restauration de la fertilité du sol par manque du transfert latéral assuré traditionnellement par les ruminants domestiques. La chute de la productivité des sols combinée en outre à l'intention d'étendre les cultures, provoque la mise en valeur des surfaces qui étaient réservées au pâturage.

Il conviendra d'opérer un choix au niveau des espèces et des races, en fonction des objectifs poursuivis et d'une certaine spécialisation régionale liée aux disponibilités alimentaires, particulièrement aux ressources fourragères et concentrés existantes. Ces dernières sont représentées par :

- Les parcours naturels dont le système foncier pourra évoluer
- Les cultures fourragères
- Les aliments fibreux non conventionnels disponibles au niveau de l'exploitation et encore peu exploités à l'heure actuelle
- Les aliments concentrés dont l'utilisation s'accroîtra significativement dans les prochaines années.

Le niveau de production des cultures fourragères en général , ne peut pas couvrir les besoins des animaux en stabulation permanente. Les animaux maintenus en station sur pâturage supplémenté de cultures fourragères vertes donnent néanmoins de production satisfaisantes.

Une vache lactante croisée (Ankolé x Frisonne, Ankolé x Jersey ou Ankolé x Sahiwal), dont la capacité d'absorption de fourrage vert (pâturage et cultures fourragères) se limite à 6UF par jour, peut produire 6 à 6,5 l de lait par jour (PNUD, 1986).Une production de 10 l par jour est atteinte si on recourt à une supplémentation de concentré de 1,5UF par vache et par jour, soit environ 2 kg de sous produits agro-industriels disponibles dans le pays. L'importation massive d'aliments concentrés pour bétail se heurte à leur coût élevé lié aux difficultés de transport et à la pénurie en devises.

La limitation dans les disponibilités des concentrés n'autorise la production intensive de lait des animaux améliorés que dans les zones où les conditions alimentaires et les possibilités de commercialisation de lait le permettent. L'insuffisance de circuits de commercialisation et les prix élevés des concentrés et sous produits agro-industriels limitent leur utilisation par les agro-éleveurs. Le présent travail présente l'inventaire de ces ressources afin de rassembler les résultats de recherche publiés sur la composition chimique, l'ingestibilité et la digestibilité des aliments du bétail déjà recensés au Burundi.

Un accent particulier sera porté sur l'exploitation de ces ressources rares pour intensifier les productions animales. La gestion rationnelle de ces ressources impose des plans de rationnement adaptés aux différents besoins, à la capacité d'ingestion des animaux et surtout à moindre coût.

Ce travail s'articule sur cinq chapitres :

- Le premier chapitre parle des généralités sur l'élevage des bovins ;
- Le deuxième chapitre traite de l'inventaire des ressources alimentaires disponibles dans la région naturelle de Kirimiro ;
- Le troisième chapitre parle de l'alimentation des ruminants ;
- Les chapitres quatre et cinq traitent les matériels, méthodes et la discussion des résultats.

Une conclusion sera établie pour dégager par après les grands axes à prendre en matière de développement des productions animales.

CHAP. I. ELEVAGE BOVIN

I.1. Les multiples productions et rôles des bovins dans le développement

Le bovin est une source de produits destiné à l'alimentation humaine dont ces derniers sont de précieuses ressources protéiques et de matières premières pour l'artisanat.
Ces productions peuvent subvenir aux besoins de l'éleveur ou lui assurer un revenu monétaire.

L'animal est également facteur de production car il permet d'abord de valoriser des ressources végétales inutilisables par l'homme et de tirer profit de parcours ayant une faible valeur agricole. Il permet aussi d'améliorer des systèmes de cultures par ces déjections et ces travaux. Ils jouent également un rôle important dans l'économie des exploitations agricoles : c'est souvent la seule forme de patrimoine (individuel ou collectif) des sociétés agricoles.

Enfin, l'animal est une richesse sociale incontestable de prestige, objet de maints rites et sacrifices permettant et symbolisant l'accès à un certain rang social, notamment le mariage (LHOSTE et al.,1993).

I.1.1.Le Bovin, outil de production.

I.1.1.1.Le Bovin fournisseur de produits diversifiés.

Les paysans tirent des animaux qu'ils élèvent une gamme très étendue des produits que l'on peut classer en deux catégories :

- Les produits renouvelables fournis par l'animal au long de sa vie : Le lait, le fumier etc
- Les produits terminaux dont l'obtention impose la mort de l'animal : La viande, le Cuir, etc. Ces produits ont de nombreux usages :

- L'alimentation humaine.

L'alimentation humaine est fortement carencée en protéine dans de nombreux pays du tiers monde. Ces produits animaux et en particulier le lait contribue à équilibrer les rations journalières.

- L'artisanat.

Les peaux sont des matières premières très utiles pour faire de vêtements de tentes, etc.

c)Les combustibles.

Les bouses sèches sont brûlées pour cuire les repas.

d)Le fertilisant.

Les déjections constituent des amendements et engrais de grande valeur pour les cultures.

e)Des usages divers.

Certains produits (os, abats, urines) ont des propriétés thérapeutiques et sont utilisés dans la préparation des liqueurs ou onguents médicinaux (LHOSTE et al., 1993).

I.1.2. Le bovin banque des économies

I.1.2.1. Rôle économique du troupeau

Le troupeau joue un rôle important dans de nombreuses économies paysannes. Le revenu qu'il procure par la vente des produits ou de service reste souvent secondaire. Le but principal de l'élevage est rarement de produire l'argent. Le bétail constitue la réserve financière que le paysan utilise pour effectuer les achats courants. C'est un gage qui garantit les emprunts et assure le créancier que les dettes seront honorées.

I.1.2.2. Le bétail, monnaie courante

L'élevage assure un revenu monétaire. La vente des produits animaux ou les prestations de service (location d'un attelage de labour) procure de l'argent à l'éleveur. Le propriétaire d'un attelage peut louer ses services à des agriculteurs pour labourer leurs champs (LHOSTE et al., 1993).

I. 1.3. L'animal valorise l'espace rural

L'animal transforme les produits végétaux en produits animaux. Il est le seul à pouvoir valoriser des espaces que l'homme ne pourrait pas exploiter directement par l'agriculture. Outre ce rôle général ,l'animal permet d'intensifier l'agriculture :

c'est une source de fumier, l'énergie animale rend des multiples services à l'agriculture, il valorise les résidus agricoles en les consommant.

I.1.3.1. Le bétail est l'instrument privilégié de la fertilisation

Il existe des multiples façon de fertiliser des champs avec les déjection des animaux :

- Le parcage nocturne des animaux sur les champs après la récolte, ce qui permet de concentrer les déjections à l'endroit désiré ;
- Le pâturage de résidus de récolte qui permet une légère fertilisation grâce à l'apport de déjections sur les champs ;
- L'apport aux champs de fumier produit dans les parcs ou les étables.

I.1.3.2. L'animal valorise les déchets et les résidus de récolte

Les déchets ménagers ou les résidus de récoltes sont rarement perdus et servent à nourrir toutes sortes d'animaux selon les régions et les saisons. Dans les systèmes agro-pastoraux la contribution des résidus de cultures à l'alimentation du bétail est considérable. Ces résidus sont le plus souvent consommés sur place par les troupeaux après la récolte.

I.1.3.3. L'animal est une source d'énergie renouvelable

La culture attelée permet de mieux valoriser les cultures en réduisant l'effort humain :

- En améliorant la façon culturale, la charrue attelée permet un labour plus profond du sol et la pénétration des racines en profondeur ;
- En facilitant le déroulement du calendrier agricole. La réussite d'une culture dépend souvent de la rapidité que met l'agriculteur à exécuter les façons culturales car la saison des pluies est d'une durée très limitée .

La culture attelée lui permet de labourer et de semer dans des meilleurs délais, de sarcler à temps, et parfois d'effectuer un sarclage supplémentaire (LHOSTE et al, 1993).

I.1.4. Importance sociale et culturelle.

I.1.4.1. Le bétail, richesse sociale.

- **Le bétail , source de prestige.**

La possession du gros bétail (bovin) est symbole de richesse et suscite le respect dans de nombreuses sociétés paysannes.
La confiage d'animaux confert au gestionnaire une grande importance morale, car il symbolise la confiance qu'on lui accorde.

b) Le bétail est une source de pouvoir.

L'élevage génère des fonctions théoriques honorifiques, mais ayant une grande importance dans la vie sociale.

Les pouvoirs liés aux charges de gestionnaire et de chef de troupeaux dépassent le strict cadre de la gestion du troupeau collectif et leurs titulaires jouent souvent un rôle très actif dans la vie sociale du village. La taille du troupeau détermine souvent le pouvoir politique de son propriétaire.

c) Le bétail est un moyen d'accès à un certain statut social.

Dans certaines régions, le mariage est impossible en l'absence de la possession d'un certain nombre de têtes de bétail. Dans les société traditionnelles, la dot essentiellement constituée de bétail, son importance ne se juge pas seulement à sa taille, mais également à sa qualité : présence de vaches, animaux considérés nobles.

La vache est enfin un objet poétique que l'on retrouve en permanence dans les contes et les chansons. Ils montrent l'importance que prennent les animaux dans la vie quotidienne (LHOSTE et al., 1993).

I.2. Typologie des systèmes d'exploitation des ruminants.

Trois systèmes d'exploitation sont connus au Burundi : le système extensif, le système semi-intensif, et le système intensif

I.2.1. Le système extensif.

L'élevage traditionnel, de type extensif, est un élevage de subsistance. L'alimentation est basée sur les parcours naturels avec des transhumances périodiques en saison sèche. La conduite du troupeau est un gardiennage ou une divagation sur les parcours naturels et sur des jachères souvent pauvres. Les petits ruminants sont attaché au piquet (pour des petits effectifs) ou broutent ensemble avec les bovins. Les espèces présentes sont toutes locales, issues d'une sélection naturelle. Elles sont rustiques et peu productives.

L'éleveur ne recueille que la production spontanée de son bétail (POZY, 1986). Cet élevage était jadis contemplatif, conférant un rang social élevé à l'éleveur par le nombre de têtes en sa possession. Les animaux jouaient un rôle social important : les prêts d'animaux, la transmission par héritage, les donations, les dots tissaient un réseau de relation de dépendance, de subordination et de cohésion entre les familles et groupes sociaux. Aujourd'hui, l'élevage traditionnel vise la production de fumure organique et constitue accessoirement une caisse d'épargne.

L'exploitation des parcours naturels est quasi-spontanée, l'action de l'homme éleveur sur l'évolution de la végétation consiste dans le brûlage et la surexploitation de la même parcelle. Pendant la saison sèche, la production des parcours naturels est médiocre, les éleveurs des hautes montagnes sont obligés de recourir à la transhumance, à la recherche de l'herbe tendre des plaines et des abords des rivières.

I.2.2. Le système intensif.

Pour ce système, l'éleveur est un véritable " Entrepreneur " avec une aptitude élevée à la prévision et à la gestion en plus des connaissances techniques d'élevages. Ce système, surtout connu en aviculture et en élevage porcin est récent pour les ruminants. Pour les ruminants, il se rencontre en élevage de finition ou d'embouche.

En stabulation permanente les animaux reçoivent uniquement des fourrages, des aliments concentrés et des sels minéraux. Le bétail reste à l'étable et toute l'énergie sert à l'entretien et à la production. Dans cet ensemble s'intègre tous les

élevages dont la finalité exclusive est le profit monétaire et dans lesquelles les techniques visent à obtenir, à meilleur coût, des produits commercialisables aux meilleurs prix.

I.2.3. Système semi-extensif.

C'est un système intermédiaire entre les deux précédents, les animaux sont conduits sur les parcours naturels et reçoivent un supplément de fourrages et de sels minéraux. Le passage de l'élevage traditionnel à l'élevage intensif exige l'accroissement qualitatif et quantitatif des ressources fourragères ainsi qu'une bonne gestion pour augmenter les productions animales.

Selon Pozy (1989), la méthode rationnelle d'élevage semi-intensif comporte :

1. L 'aménagement de l'étable traditionnelle, le creusement du plancher en terre battue pour la conservation du fumier jusqu'au moment de l'épandage (étable fumière) et la séparation des animaux selon les catégories (veau, vache, génisse) par compartimentage.

2. L'installation d'un couloir de contention en bois, utilisé pour les soins la traite et l'aspersion acaricide.

3. La conduite du bétail sur les parcours, le broutage des parcelle par rotation, la séparation du veau et de la mère dès le vêlage : Il y a allaitement matin et soir, suivi de la traite manuelle.

4. La complémentation alimentaire des animaux en fonction de leur état physiologique. La complémentation est assurée par l'utilisation du fourrage cultivé en parcelle du fourrage coupé dans le réseau des haies anti-érosives à *Setaria sp* et par l'utilisation de résidus des cultures (fanes de haricot, chaume de maïs, tronc de bananier, ...). La complémentation minérale est réalisée par la mise à disposition des animaux d'une pierre à lécher.
La complémentation alimentaire des animaux pendant la saison sèche est assurée par le fourrage vert coupé dans les parcelles (*Tripsacum laxum*) et l'ensilage.

5. L'augmentation du temps de stabulation par une rentrée précoce à l'étable : 16h-16h30 en saison des pluies et 14h en saison sèche. Il y a suppression des déplacements désordonnés du bétail.

6. La gestion de la santé à travers de la lutte acaricide, des vermifugations régulières, vaccination en usages (charbon, fièvre aphteuse, peste bovine, brucellose) et une thermométrie journalière des animaux (surtout pour les races exotiques et les croisés)pour détecter précocement les pathologies.

Ce système est exigeant en alimentation et nécessite donc un recours aux races performantes capables de rémunérer les efforts du propriétaire.

I.3 : Contraintes de l'élevage des bovins.

Les problèmes que connaît l'élevage des bovins sont de plusieurs ordres : contraintes zootechniques, sanitaires, physiques et contraintes liées au manque de technicité de l'éleveur.

I.3.1 : Les contraintes zootechniques.

I.3.1.1 : Alimentation insuffisante des animaux.

Les pâturages sont pauvres pour la plupart. En effet, les pâturages sont composées d'herbe, dont la valeur bromatologique est généralement faible pour certains nutriments.

Les cultures fourragères, insuffisantes par ailleurs, sont surtout à dominance graminées avec peu ou pas de légumineuses.

Quant aux concentrés et les sels minéraux, leur coût élevé en limite l'utilisation par les éleveurs à faible revenu monétaire.

I.3.1.2 : Potentiel génétique.

La race élevée au Burundi est l'Ankolé qui est bien adaptée au milieu. En système d'élevage traditionnel, les animaux sont abandonnés à eux-mêmes. Des plans d'amélioration des animaux (sélection, croisement) ont été entrepris par l'ISABU, mais la diffusion n'a pas été réalisée à grande échelle. Ces croisements visaient surtout l'amélioration de la race locale (Ankolé) par l'introduction du sang sahiwal. Frisonne, Jersey, et Ayshire. Le croisement le mieux connu est le croisement Ankolé x Sahiwal. On peut noter, à propos de la gestion du troupeau,

que les éleveurs burundais ont l'habitude de commercialiser les mâles précoces en laissant les tardifs pour la reproduction (sélection négative). D'autres vendent tous les mâles pour un besoin d'argent, pour la tranquillité du troupeau ou même par crainte des voleurs (NITEREKA et NTIBANDYE, 1997). Les saillies sont intempestives et non contrôlées. Ainsi, le troupeau est un amalgame de caractères génotypiques. Les risques de dépression génétique par consanguinité sont donc élevés et limitent les performances des animaux.

I.3.2 : Les contraintes sanitaires.

I.3.2.1 : Insalubrité du milieu d'élevage.

Toute la pathologie dont souffre nos animaux est liée à l'environnement et ce sont en général :

- Les maladies à tiques ;
- Les maladies infectieuses ;
- Les maladies transmises par les mouches ;
- Les verminoses, etc.

C'est ainsi que l'insuffisance des moyens financiers, et matériels ne permet pas l'assainissement du milieu pour les rendre plus propice à l'élevage (ANONYME, 1998).

I.3.2.2 : Insuffisance d'intrants.

Le intrants (acaricides, médicaments, vaccins) connaissent une rupture de stocks. L'approvisionnement en intrants zoosanitaires est du ressort de l'OPHAVET. Il existe aussi des pharmacies vétérinaires privées, les besoins sont difficiles à satisfaire d'une façon homogène. Il se trouve que les services de l'intérieur du pays sont à court d'intrants parce que la commande ne tient pas compte de la demande. On enregistre des produits qui ne sont pas demandés pendant une longue période, d'où une éventuelle péremption et donc une perte financière, (ANONYME, 1988).

I.3.3 : Les contraintes physiques.

I.3.3.1 : L'amenuisement des espaces pâturables.

Dans la région du Buyenzi et du Kirimiro, la réduction spatiale des terres constitue un frein aux élevages de grande envergure. L'habitat dispersé contribue également à cet amenuisement progressif des pâturages.

I.3.3.2 : Le climat, le relief, la pédologie et l'hydrographie.

Le climat comme contrainte intervient indirectement d'une part sur la santé des animaux et d'autre part sur le couvert végétal. Le climat en favorisant la prolifération des agents vecteur et pathogènes (tiques, mouches et parasite gastro-intestinaux) agit négativement sur la santé des animaux. La température et l'humidité sont les principaux facteurs incriminés dans cette action.

L'irrégularité et la petitesse des saisons pluvieuses responsable des faibles précipitations font que le couvert herbacé s'assèche rapidement.

Le relief escarpé dans certaines régions du pays rend difficile la conduite de la pâture des troupeaux. Il existe une relation entre le relief et les divers facteurs de dégradation des terres à savoir : l'érosion pluviale, éolienne, les déboisements, les feux de brousses et la surexploitation.

L'influence de la pédologie comme contrainte se traduit par la faible productivité des sols en fourrage en général et en particulier en fourrage de qualité. Les sols des plateaux sont parfois arides ou présentent une toxicité aluminique.

Dans certaines régions, la rareté des sources et cours d'eaux rend l'abreuvement des animaux difficile à tel point qu'une exploitation d'animaux plus productif nécessiterait l'installation d'infrastructures d'hydraulique pastorale. (ANONYME, 1988)

I.3.4. Qualité de l'éleveur.

L'éleveur Burundais surtout en système traditionnel, a un faible niveau de technicité. Les systèmes de production se limitent à un élevage de subsistance. En outre, les circuits de crédits bancaires et les spéculations du marché sont de notions qui lui échappent totalement. L'éleveur traditionnel est un pasteur : son prestige se mesure au nombre de têtes de bétail qu'il possède plutôt qu'à l'état et à la productivité de son troupeau.

D'autre part certains interdits populaires n'encouragent pas la promotion de l'élevage : le mouton vénéré dans la société traditionnelle burundaise, la viande du

porc interdite chez les musulmans. Il faut aussi préciser que la vulgarisation des techniques rationnelles d'élevage n'est pas encore effective au Burundi (NAHIMANA, 2000)

I.4. Ressources génétiques.

Quelques races bovines importantes sont rencontrées au Burundi :

I.4.1. La race locale Ankolé.

C'est une race intermédiaire entre les taurins et les zebus présentant de longues cornes. Son aire de distribution est le Burundi, le Rwanda, l'Ouganda, la Tanzanie et la République Démocratique du Congo. Le bovin Ankolé peut atteindre 300 kg à 3 ans et peut donner une production de 3,6 kg de lait par jour soit 943 kg de lait pour une période de lactation de 255 jours. L'âge au premier vêlage est d'environ 40 mois (PAGOT, 1985).

I.4.2. Les races exotiques.

La race Sahiwal est très proche du Zebus de l'Afghanistan, du Pakistan et de l'Inde et est largement diffusée en zone tropicale. Cette race se caractérise par des individus de forme allongée rectiligne à grand format, la robe étant brune, plus ou mois foncée, rarement tachetée de blanc (PAGOT, 1985).

En stabulation permanente où les animaux reçoivent uniquement des fourrages et d'aliments concentrés, la race Sahiwal peut donner jusqu'à plus de 5000 l (dans son optimum écologique) pour une lactation de 306-320 jours. Au Burundi, le croisé Ankolé x Sahiwal maintenu en stabulation semi-permanente donne 4,2 kg/jour de lait pour une lactation de 246 jours. D'autres races ont été introduites par leur aptitude laitière, il s'agit de la race Frisonne, Ayshire , Jersey, ... Au Burundi, ces races peuvent donner 10-21 l/jour en fonctions des conditions d'élevage (POZY, 1993).

D'après les résultats enregistrés au Haut Katanga, la durée moyenne de lactation pour une Frisonne est de 305 jours (MEMENTO DE L'AGRONOME, 3ème édition, 1984).

Quant aux qualités de reproduction, les femelles de la race frisonne sont suffisamment précoces, les premiers vêlages se faisant à l'âge de 2 ans alors qu'à

cet âge les taureaux ont atteint 550 kg de PV (DECHAMBRE, 1982, cité par NITEREKA et NTIBANDYE, 1997).

CHAP. II. RESSOURCES ALIMENTAIRES DISPONIBLES DANS LA REGION DE KIRIMIRO.

II.1. Parcours naturels.

II.1.1. Généralités.

Selon Larousse agricole(1991), un pâturage est un lieu couvert d'herbes qui doivent être consommées sur place par le bétail. Ce sont des étendues couvertes par des espèces végétales et arbustes spontanés dont quelques uns sont seulement consommés par le bétail.

L'importance qualitative et quantitative des parcours est fort variable selon la saison et le rythme d'exploitation. Elle dépend des repousses successives après broutage au cours de la saison des pluies, des repousses éventuelles au cours de la saison sèche, de la production fournie à un moment donné, soit au cours de la période active, soit au cours de la saison sèche.

Dans le contexte actuel burundais, la situation varie selon les régions naturelles. Dans les régions naturelles de Kirimiro et Buyenzi, les pâturages sont extrêmement rares et les jachères inexistantes. Les vestiges de pâturages sont éparpillés et surtout localisés sur les pentes bordant les marais et les ruisseaux. Les animaux pâturent au bord des routes, sur les talus et souvent dans les exploitations.

Par contre dans les régions peu peuplées (BUTUTSI, BUYOGOMA, MOSO ..), des superficies de pâturages continues existent encore mais s'amenuisent progressivement suite à une agriculture extensive. Ce sont des parcours communautaires qui sont très mal gérés (GABORYAHEZE, 1993).

Dans le cadre de ce travail, nous nous limiterons à la description de 4 types de parcours, car les autres n'ayant pas été décrits jusqu'à présent.

II.1.2. Identification et fréquences des principaux types de parcours Naturels.

Physionomiquement, les types de pâturages établis pour le cas de Gitega peuvent se classer comme suit :

1° Pâtures des végétations de milieux terrestres rudéralisés.
- a) Végétation des milieux récemment cultuvés
- b) Végétation de savane
- c) Pelouse à *Cynodon nlemfuensis*
- d) Pelouse surpaturé à *Digitaria*
- e) Végétation des pistes et leurs bordures

2° Pâtures des végétations des marais
- a) Marais à *Cyperus latifolius*
- b) Marais récemment cultivés
- c) Marais en dessèchement

3° Pâtures des végétation de la prairie basse à *Eragrostis*

4° Pâtures des végétations naturelles de boisement de *Callitris*

II.1.2.1. Pâtures des végétations de milieux terrestres ruderalisés.

a) Végétation des milieux récemment cultivés.

Après l'abandon des cultures, s'installent des espèces culturale telle que *Digitaria umfolozi* qui se situent autour de 30%, tandis *Chloris pilosa* occupe 35%, *Cynodon nlemfuensis* 25%, *Eragrostis sp* 5% et *sporobolis sp*, avec un recouvrement de 5%.

Ces espèces ne peuvent poursuivre leur évolution dans la plupart des cas en raison de la remise en culture chaque année. Dans ces zones récemment cultivées émergent pour la première année des espèces plus appetées par le bétail et en particulier par le petit bétail. C'est ainsi que les espèces comme *Chloris pilosa* , *Digitaria umfolozi* restent par souche vers le mois de Juin suite au broutage du bétail.

b) Végétation de Savane.

Cette végétation se présente comme un tapis prairial, tantôt elle est piquetée d'arbustes qui tendent à se grouper en bouquetaux tels que *Dodonea viscosa* , *Rytigyna monantha, Sesanum angolense* etc...

Sur ce pâture le recouvrement d'*Hyparrhenia diplandra* y est de 40%, et en plus de cette dernière, nous y recensons d'autres espèces comme *Eragrostis sp* qui recouvre le sol à 15%, *Cynodon nlemfuensis* avec une fréquence de 10%. D'autres espèces rencontrées sont *Hyparrhenia bracteata* avec une fréquence de 15% et *loudetia simplex* 20%. Les domaines d'élections de cette végétation sont les pentes des collines et les terrasses inférieures des vallées surtout des sols suffisamment profonds.

c) Pelouse à *Cynodon nlemfuensis.*

Dans la partie fréquemment fréquentée, *Cynadon nlemfuensis* forme une couverture très dense. Le recouvrement y est de 65%. Le *Sporobolis sp* occupe le sol à 5% et *Macrotyloma axilaire* recouvre le sol à 5%.

D'autres espèces inventoriées sont :
Digitaria longiflora dont le recouvrement y est de 10% et *Melenis munitiflora* 15%.

Ces espèces citées ci-haut émergent la couche épaisse à *Cynodon nlenfuensis*. Il s'agit donc d'un endroit très surpâturé où gros et petits bétails se rencontrent chaque jour. Dans les zones surpâturées, nous découvrons une couverture monospecifique de *Cynodon nlemfuensis*.

d) Pelouse surpâturée à *Digitaria.*

Dans la prairie fortement fréquentée (hommes et animaux), *Digitaria umfolozi* forme une couverture très dense de moins de 10 cm de haut et occupe 70% de recouvrement.

A la 1ère vue, on dirait que la pelouse est forte de *Digitaria contertus* seulement. Cependant d'autres espèces telles que *Heteropogon* qui occupe 8%,

Oryza longistamunata 10% sont rencontrées et émergent la couche épaisse à *Digitaria umfolozi.*

D'autres espèces inventoriées sont :
- *Cynodon nlemfuensis* 7%
- *Chloris pilosa* 5%

e)Végétation des pistes et leurs bordures.

Les alentours de milieux piétinés et enrichis par les déjections sont occupés par une végétation ouverte avec des éléments de savane très herbeuse où apparaissent bon des espèces indicatrices des milieux riches en matière organique et azotée. Cette végétation des milieux piétinés comporte souvent bon nombres propres aux communautés nitrophiles des milieux récemment cultivés. Des espèces à large distribution comme *Desmodium barbatum* 35% de recouvrement *macrotyloma axilaire* 20%, *Hyperhtelia filipendula*, 15% *Melenis minutiflora* 20% , et *Imperata Cylindrica* 10%s'y développement. Sur les bas de côtes de piste et des routes, poussent une végétation de taille assez élevée qui s'enrichit, s'il n' y a pas d'intervention humaine.

II.1.2.2 : Pâture de végétation de marais.

Cette végétation est très caractéristique. Elle est très différente de la végétation des collines avoisinantes. Les espèces qui constituent le fond des vallées dans cette zone sont dominées par les Cypéracés où s'ajoutent en saison sèche un grand nombre de plantes saisonières à cycle végetatif.

a) Marais à *Cyperus latifolus.*

Ce milieu est généralement caractérisé par des formations végétales qui acceptent constamment la vie aquatique. Bien que la stratification n'est pas bien différenciée, le recouvrement de *Cyperus latifolius* est dominant et se situe entre 80 et 90% et occupe la strate supérieure.

Peu d'autres espèces l'accompagnent :
- *Desmodium barbatum*
- *Digitaria sp.*
- *Melenis munitiflora*

- Quelques fougères :
  - *Cyperus sp.*
  - *Pucerus niger.*

Dans ces marais, les éléments *Ageratum conyzoïdes*, *Commelina bengalensis*, *Polygonum nepalensis, Asystacia gangetica* apparaissent surtout en période des basses eaux.

b) Marais récemment cultivés

Ces marais sont cultivés au début de la saison sèche et ne sont pas totalement humides toute l'année. Ce sont des marais à petites Cyperacés où dominent les espèces *Cyperus niger* qui occupe 50% de recouvrement. *Digitaria umfolozi* 30%, *Eleusine indica* 15%, *Setaria longiseta* 5%, et *Hyperthelia disoluta* 5%.

D'autres espèces sont peu abondantes :
- *Sesban sesban*
- *Paspalum auriculatum*
- *Hermathria natans*
- *Cyperus latifolius*
- *Pycerus macrostachyus*

c)Marais en dessèchement.

Il s'agit d'une végétation fort ouverte à recouvrement incomplet. Les espèces qui constituent la végétation du marais en dessèchement sont les espèces vivaces (*Maesa lanceolata, Dodonoa viscosa, stephania abyssinica*) auxquelles s'ajoutent en saison humide un grand nombre de plantes saisonnières à cycle végétatif souvent très court. En saison sèche, le tapis herbacé finit par se désecher, ce qui entraîne une destruction plus ou moins complète des végétations constituantes.

II.1.2.3 : Pâtures des prairies basses à *Eragrostis*

Dans la région naturelle de Kirimiro, le type de végétation permanente occupe des terres fermes sur collines. Il s'agit d'une pelouse herbeuse dans laquelle le recouvrement d'Eragrostis sp se situe autour de 60%.

A côté de cette espèce, d'autres espèces herbacées enrichissent cette pelouse ; nous citons :
- *Cynodon nlemfuensis* recouvre le sol à 10%
- *Digitaria umfolozi*, son recouvrement est de 15%
- *Hyparrhenia diplandra*, son recouvrement est autour de 10%
- *Neonotonia wightii* recouvre le sol à 5%.

Dans cette pelouse se trouve également dispersés quelques arbustes tels que *Parinari curatelliforia, Rytygina monantha*, etc.

Notons ici que cette végétation porte l'empreinte d'un passage assez actif de la part des grands et petits herbivores. Les zones faiblement fréquentées par les animaux sont envahies par les espèces comme *Indigofera spicata*, *Aspilia pluriceta* et *Crotobalaria spinosa.*

II.1.2.4 : Pâture de végétation naturelle de boisement de callitris .

La végétation qui nous concerne est le sous-bois qui est constitué par les graminées. Les graminées acceptent une situation bien localisée sur les pentes abruptes des collines (45-60%) et elles couvrent le sol squelettique.

Les espèces caractéristiques que nous y retrouvons sont
- *Hyparrhenia diplandra* dont ce recouvrement y est de 25%
- *Eragrostis Sp*, avec un recouvrement de 15%
- *Loudetia simplex*, son recouvrement se situe autour de 20%
-*Sporobolis sp* 30%.

Nous y retrouvons également d'autres espèces comme *Imperata cylindrica* qui recouvre le sol à 10%

II.2 : Les cultures fourragères

Le pâturage naturel s'amenuise et se dégrade dans la plupart des régions d'élevage suite à la pression démographique, le surpâturage, l'érosion et les feux de brousses incontrôlés. Plusieurs questions se posent : l'amenuisement et la dégradation des pâturages sont-ils inéluctables ? Comment arrêter ce processus et restaurer la valeur nutritive des pâturages ?

L'implantation des cultures fourragères est un thème de vulgarisation à la mode depuis plusieurs années. Elle concerne essentiellement le *Tripsacum laxum*, le *Pennisetum purpureum* et le *Setaria sphacelata*. Toutes les trois graminées ont des rendements variables en fonction de la fertilité du sol et dont la teneur en protéine est faible. La vulgarisation des légumineuses herbacées n'a pas connu beaucoup de succès suite à l'acidité du sol et de sa pauvreté en Phosphore. Actuellement les recherches s'orientent vers les légumineuses arbustes telles que *Leucaena, Calliandra*, etc...

Au Burundi, la recherche herbagère a été confiée à l'Institut de Recherche Agronomique et Zootechnique (IRAZ) et l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). En 1992, l'IRAZ signalait une collection de 49 espèces de graminées, 49 espèces de légumineuses herbacées et 18 arbres et arbustes étaient en collection tandis que 17 espèces étaient en essais (l 'IRAZ, 1992 cité par NITEREKA et NTIBANDYE, 1997).

Selon BRANDELARD et NCAMIHIGO (1993), le *Pennisetum purpureum* et le *Tripsacum laxum* sont d'excellents producteurs de fourrage partout au Burundi.

Les légumineuses sont relativement plus sensibles au milieu que les graminées. Parmi les arbustes fourragères légumineux, *Leucaena leucocephala* est recommandé pour les altitudes basses, mais doit être remplacé par *Leucaena diversifolia*, puis *Calliandra calothyrsus* lorsque l'altitude augmente.

Le transfert des cultures fourragères en milieu rural, se heurte à de nombreux problèmes comme le faible rendement dû à la faible fertilité des sols (d'où la nécessité d'une fumure organique déjà insuffisante pour les cultures vivrières), le fait que les exploitations conservent les fourrages en vert sur pied, technique qui ne convient que pour les arbustes fourragers, la faible rémunération du système d'élevage actuel, le fait que les cultures fourragères exigent des investissements et, en plus que la terre arable soit convoitée par la production vivrière. Enfin, il y a des contraintes de vulgarisation. Il n'existe pas de modèle agro-sylvo-zootechnique approprié, les résultats de la recherche restant dans les stations (NAHIMANA, 2000).

II.2.1. Description et technique culturale de quelques cultures fourragères.

II.2.1.1. : Le *Tripsacum laxum.*

Tripsacum laxum est une poacée vivace, Cespitueuse, pouvant atteindre 4 m de haut à la floraison. Son port est quelque peu semblable à celui du maïs. Il possède un système radiculaire développé et émet au niveau du sol des rhizomes rampants. Ses chaumes sont épais, applatis et robustes. Les feuilles ont une gaine longue, glabre et striée. Elles sont de couleurs vert foncé, mesurant 1,2 m de long et 6 cm de large.

A l'installation, un apport d'au moins 20t/ha de fumier de ferme est nécessaire. A défaut du fumier, on appliquera 60-100-120 unités de NPK.
La plantation se fait par éclat de souche. En haute altitude et sur le plateau central, les densités recommandées sont de 40.000 plants/ha à écartement de 50 cm x 50 cm. Dans les savanes de l'Est, le Bugesera et l'Imbo, ces écartements peuvent être portés à 50 cm x 80 cm (25000plants/ha) ou 80cm x 1m (12500 plants/ha) selon les conditions de fertilité du sol. La mise en place a lieu de Novembre à Janvier pour permettre à la plante de développer ses systèmes aériens et racinaires avant la saison sèche (BRANDELARD et NCAMIHIGO, 1993). La productivité est variable selon la situation, la fumure ,la périodicité des coupes (environ 30 tonnes par hectare de MS). Au Burundi, la productivité en cultures intensives est estimée à 185 tonnes par hectare de MF dans les savannes de l'Est, 130 tonnes par hectare de MF dans le Mugamba, 120 T/ha de MF dans le Bututsi, 135T/ha de MF dans les plateaux centraux et 130 T/ha de MF dans l'Imbo-basse Rusizi (VANCOPPENOLLE et NYOLE. ,1984).

II.2.1.2 : *Pennisetum purpureum.*

Le *Pennisetum purpureum* est une graminée vivace très robuste formant de très fortes touffes à nombreuses tiges pouvant atteindre 4 ou 5 m de haut à la floraison. Les feuilles linéaires peuvent atteindre 1,2 m de long et 6 cm de large et sont couvertes d'une pilosité urticante. L'enracinement est puissant et profond.
L'inflorescence en faux épis, est dense et cylindrique de 10 à 30 cm de long.
La mise en place se fait par voie végétative, par éclat de souche ou boutures de tiges âgées de 6 mois et portant 3-4 nœuds, dont 2 seront enfouis dans le sol.
Pour les altitudes inférieures à 1400 m les écartements sont de 50 cm x 80cm ou 80cm x 1m selon la fertilité du sol. Aux altitudes supérieures, on plante généralement à 40 cm x 50 cm.

La mise en place a lieu de novembre à janvier. La reprise est rapide après une quinzaine et le tallage reprend à 30 jours. La 1ère coupe a lieu de 4 à 6 mois après l'installation un apport d'au moins 20t/ha de fumier de ferme est nécessaire. A défaut , on appliquera 60-100-120 de NPK (BRANDELARD et NCAMIHIGO, 1993).

La productivité est variable selon la situation, la fumure et la périodicité des coupes (environ 40T/ha de MS). Au Burundi, la productivité en MF s'élève à 170T/ha dans le Mugamba, 150T/ha dans le Bututsi, 150T/ha dans les plateaux centraux, 185T/ha dans les savanes de l'Est et 240T/ha à l'Imbo-basse Rusizi(VANCOPPENOLLE et NYOLE, 1984).

II.2.1.3. *Setaria sphacelata* (variété *splendida*).

Poacée vivace densément cespiteuse et rhizomateuse à chaumes dressées atteignant 0,5 m à 2 m de haut. Les feuilles sont lancéolées et glabres. L'inflorescence est cylindrique et mesure 4 à 5 m de longueur.

Les semences ayant un pouvoir germinatif extrêmement faible (4%), la mise en place se fait par éclats de souche. Certaine variétés à semer sont cependant commercialisées au Kenya (CV Nandi, Navok, Kazungula, mais sont moins productives que les types diffusés par l'ISABU.

La culture est vivace et un apport d'au moins 20t de fumier par hectare de ferme est nécessaire à l'installation. A défaut, on appliquera 20-40-40 unités de NPK.

La plantation se fait de préférence au début des pluies en octobre-novembre, toutefois les travaux peuvent être prolongés jusqu'au début de mars. Les éclats de souches sont plantés en terrain humide à des écartements de 25 cm dans la ligne et 40 cm entre les lignes soit 100.000 éclats/ha. La reprise a lieu en deux semaines et le tallage débute après un mois environ, un ou deux sarclages sont prévus après la plantation (BRANDELARD et NCAMIHIGO, 1993). Le *Setaria sphacelata* produit 140T/ha de MF au Mugamba, 120T/ha de MF au Bututsi, 155T/ha de MF sur les plateaux centraux (VANCOPPENOLLE et NYOLE, 1984).

II.2.1.4. *Panicum maximum* ORSTOM T58

Poacée de haute taille, vivace à croissance estivale aux latitudes tropicales, format de touffes denses pourvues de courts rhizomes. Les feuilles sont linéaires , lancéolées et les tiges florifères qui portent des panicules peuvent atteindre 1,5 à 2,4 m de haut. La culture de *Panicum* est mise en place pour plusieurs années. Un apport d'au moins 20t de fumier par hectare est nécessaire à l'installation dans un sol à fertilité modérée. A défaut, on apportera 20-40-40 unités de NPK. Les semences sont de petites dimensions et en conséquences, le lit de semis doit être bien émietté et se fait le plutôt possible au début des pluies. Le semis se fait en lignes continues et distantes de 40 cm et à une dose de 5kg/ha à une profondeur comprise entre 0,5 et 1 cm.

Dans le cas d'une plantation par voie végétative, 4 mois suffisent à l'installation de la plante avant la saison sèche. On plante les éclats de souche en ligne écartées à raison d'un éclat d'au mois 3 talles tous les 0,25 m soit 50.000 éclats/ha. Il est souhaitable de planter en terrain humide .La productivité est variable .Avec un apport de 20T/ha de fumier, cette variété a produit à l'hectare en troisième année 13,4 tonnes de MS à Rukoko ; 16tonnes de MS à Mparambo ;7,7 tonnes de MS au Moso ;6,4tonnes de MS à Murongwe ; 3,6 tonnes de MS à Mahwa ; 12,8 tonnes de MS à Gisozi et 14,7tonnes de MS à Munanira(BRANDELARD et NCAMIHIGO,1993).

II.2.1.5 : *Leucaena leucocephala*

Le *Leucaena leucocephala* est une légumineuse vivace, arbustive, sans épines, pouvant atteindre 10 m de haut, feuilles bipenées, fleurs jaunes à blanche, graines légères (20000 au kg). Originaire de l'Amérique centrale et du sud, le *leucaena leucocephala* appartient à la famille des Mimosacées et s'est implanté dans de nombreuses régions tropicales.

Le *leucaena, leucocephala* préfère les basses altitudes. A des altitudes supérieures à 1600 m, sa croissance est ralentie et la plante reste chétive, peu feuillue et de production médiocre.

L'installation se fait soit à partir des plants de deux mois d'âge, élevés en pépinière, soit de façon plus pratique par semi direct. Les semences doivent obligatoirement être scarifiées par le trempage dans l'eau chaude avant le semis. Le semis en pépinière a donc lieu en saison sèche, afin de pouvoir disposer de plantules de 25 cm au début des pluies de la 1ère saison culturale. Les jeune plants

doivent être protégés de termites par un peu d'insecticide en poudre. La productivité atteint 109.130 kg de MF/ha dont 44310 kg /ha de feuilles à la station de Maramvya. Les rendements par ha au Moso du *cultivar peruvian* ont été respectivement en première ,en seconde et troisième récolte de 42,2 T ; 44,1T et 34,4T de feuilles vertes ; 14,7T ; 45T et 45,9 T de bois frais (BRANDELARD et NCAMIHIGO,1993).

II.3. Les résidus de récoltes.

Dans la région de Kirimiro, il existe quelques résidus susceptible d'être utilisées en alimentation des bovins. Ces résidus sont variés et abondants dans chaque fermette familiale. La quantité de ces sous produits n'est pas connue. Généralement la grande partie des sous produits est utilisée pour le paillage du café et mise dans des compostières.

L'utilisation des résidus de récoltes dans l'alimentation du bétail entraîne ainsi une diminution de matière organique utilisée pour l'amendement. Le retour du fumier sur la parcelle est donc nécessaire, bien que la quantité produite par l'animal ne pourra combler ce déficit causé par l'exportation de cette matière organique.

Parmi les résidus de récolte disponibles au sein de l'exploitation, nous trouvons notamment :

- Les pailles de céréales ;
- Les fanes et cosses des légumineuses ;
- Feuilles, stippes et peaux de bananes ;
- Pulpes sèches de café ;
- Les tiges (cordes), feuilles et épluchures de patate douces ;
- Les noix d'avocats ;
- Les tiges et feuilles de maïs ;
-Les tiges et feuilles de sorgho .

Tous ces résidus de récolte ne sont pas disponibles toute l'année. Cependant quelques uns proviennent des cultures pérennes et leur pénurie n'est pas à douter. Ils doivent être récupérés pour servir de suppléments aux ruminants. Ils peuvent être bénéfiques surtout pendant la saison sèche. Le début de cette saison correspond à la récolte de la plupart des cultures vivrières, mais également à la pénurie des ressources fourragères naturelles.

Le tableau n°1 montre l'inventaire des résidus de récolte disponibles dans la région du kirimiro.

Tableau n°1 : Résidus de récoltes et leur période d'exploitation.

Cultures d'origine	Nature des résidus	Période d'exploitation
Haricot	Fane et cosses	Nov-Déc et Juin-Juillet
Bananier	feuille, Peaux et épluchures	Toute l'année
Patate douce	Tiges, feuilles et épluchures	Toute l'année
Maïs	feuilles, tiges vertes et pailles	Janvier, Février, Mai, Avril
Avocatier	Feuille, noyaux d'avocat	Toute l'année
Caféier	pulpes sèches	Avril, Mai, Juin-Juillet
Sorgho	Pailles de sorgho	Juin-Juillet

Source : NITEREKA et NTIBANDYE , (1997).

L'utilisation des résidus agricoles pose certains problèmes : par exemple dans la région de Kirimiro qui est une région caféicole et densément peuplée, les friches étant rares, un bon nombre de résidus de récolte sert de paillis pour les caféiers au détriment de l'alimentation animale.

Les autres sous produits perdus pour l'élevage sont : les cosses, les fanes de haricot, les pailles de céréales,... Leur collecte pose problème et les animaux les pâturent sur les champs, ce qui entraîne des pertes par piétinement.

II.4 : Les sous produits agro-industriels

Ce sont les sous produits de l'industrie de transformation de certaines productions agricoles. On les appelle mélanges de plusieurs produits .

II.4.1. On distingue :

II.4.1.1. Les Tourteaux:

Qui sont les résidus résultant de traitement de graines ou de fruits oléagineux, en vue de l'extraction des huiles comestibles, industrielles ou

pharmaceutiques. Les tourteaux trouvent un très large emploi dans la fabrication d'aliments concentrés pour toutes les espèces d'animaux d'élevage.

Les tourteaux ci- après sont produits au Burundi :

- Le tourteau de coton produit par RAFINA à partir des graines de coton livrées par la COGERCO.
- Le tourteau palmiste produit par les savonneries. Les noix d'amende contenant de l'amende dont on extrait l'huile palmiste proviennent de la HPB et dans les localités de l'Imbo sud, Rumonge, Nyanza-Lac. (le tourtau palmiste n'est pas très recommandé en alimentation animale et le taux d'incorporation dans les concentrés doit être inférieur à10%).
- Le tourteau d'arachide produit par la coopérative agricole de Mutoyi.

II.4.1.2 : Les sons de céréale :

Selon Larousse agricole, le son est constitué par l'enveloppe (péricarpe) de grains de céréales, séparés de la farine par passage dans des différents tamis.
Le son représente en général 20 à 25% du poids de grain selon le type de mouture employée. Il renferme plus ou moins de farine et en fait le terme général de ce groupe divers de sous produits qui sont obtenus au fur et à mesure de la purification de la farine.

On distingue :

- Le son proprement dit, formé de sortes de petites écailles provenant de la lacération des péricarpes. Suivant les dimensions des écailles, on distingue le son gros et le son fin ;
- Les remoulages, constitués par le refus de la mouture après le dernier convertissage des semoules ;
- Les repasses, résidus de la mouture des semoules , formés de restes très fins des téguments du grain ;
- Les farines basses, derniers résidus avant la farine panifiable.

Au Burundi, le son de riz est le plus produit sur le territoire national. Le son de riz présente généralement une teneur élevée en cellulose et en silice qui limite leur digestibilité. De plus en raison soit d'une séparation défectueuse, soit de fraude, le son contient souvent une proportion plus ou moins importante de balles qui réduit considérablement la valeur énergétique de ce produit. La teneur en

Azote n'est pas très élevée. Le son de blé et la semoule de maïs sont produits par la Minoterie de Muramvya.

II.4.1.3. Mélasse

C'est un résidu de sucrerie. La mélasse est constituée par des substances sirupeuses de couleur brun-noir qui demeurent dans les cuves après évaporation et purification du sirop dont on extrait la majeure partie des sucres par cristallisation et centrifugation (RIVIERE, 1991). La mélasse de cane contient 50 à 65% de sucre dont les 2/3 environ sous forme de saccharose.

C'est un aliment présentant une bonne valeur énergétique (0,94 UFL/kg MS) mais une teneur en MAD faible (62g de MAD par kg de MS), appétante et rafraîchissante à faible dose. La mélasse ne doit pas être utilisée en quantité supérieure à 1 kg pour bovin (et à 0,2 kg par jour pour un ovin).
Elle sert surtout à la préparation industrielle d'aliments composés qui peuvent renfermer 10 à 20% de mélasse. Au Burundi, la mélasse est produite par la SOSUMO.

II.4.1.4. : Drèches de Brasserie :

Les drèches sont des sous- produits de Brasserie et constituent donc le résidu le plus important de la brasserie. Elles sont obtenues après séparation du moût, soit par filtration, soit au moyen d'un filtre presse. Dans tous les cas, ce sont des produits très humides contenant 70 à 80% d'eau. Il convient de ramener aux taux de 10%, sinon il se dégrade rapidement. Les drèches fraîches ont une odeur agréable et leur valeur énergétique n'est pas négligeable (0,15 UF à 0,20 UF/kg MS) mais elles sont riches en glucides.

II.4.1.5 : Aliments concentrés.

Ce sont des aliments concentrés vitaminisés fabriqués par les usines AGRIVA,ALCOVIT ainsi que d'autres maisons de fabrications des aliments du bétail. Les matières premières utilisées sont les concentrés simples comme le maïs, les Ndagala, les tourteaux de coton, le son de riz, la farine de blé, le premix UFAC, les germes de maïs, le tourteau palmiste, le chaux, le sorgho, le sel, le malt, les os calcinés, etc.

La composition est variable selon les disponibilités des matières premières et la proportion des mélanges est fonction des espèces animales et de leur états physiologiques.

II.4.2 : Disponibilités.

Les sous produits agro-industriels sont diversifiés mais le tonnage disponible sur le marché est faible. En effet, la quantité produite chaque année dépend des productions nationales en coton, en noix de palme, riz, maïs, etc.

Pour la mélasse, la SOSUMO a une grande capacité (1000 tonnes de cannes/jour) mais elle produit d'une façon saisonnière. Quant au coût, il est fonction de l'offre et de la demande.

Tableau n°2 : Production de sous produits (en tonnes).

Année	Tourteau de coton (RAFINA	Tourteau palmiste (SAVONNERIE)	Son de riz	Drèches BRAGITA	Mélasse SOSUMO
1987	1550,519	1038,1	4,5	-	-
1988	1803,706	1178,1	872	1926	2165
1989	1953,739	1690,5	-	1644	2401
1990	1814,378	2548,0	426,9	1926	2678
1991	1569,727	-	740,345	2106	4339

Source : RUZAGIRIZA (1992).

Notons que l'utilisation en élevage des sous produits agro-industriels peut causer des problèmes sanitaires liés à certains toxines. C'est le cas du gossypol pour le tourteau du coton. La conservation de ces sous produits n'est pas aisée, il peut apparaître du rancissement et une diminution de l'appétibilité.

II.5 : Digestion et ingestion des principales rations.

L'herbe que broute les ruminants sur de bons parcours est à base de feuilles, accompagnées de quelques jeunes tiges. Elle est construite de parenchyme chlorophyllien au premier chef. Elle est peu chargée en tissus lignifiés jusqu'au début de l'épiaison. L'herbe feuillue est riche en matière azotée et autre constituants intercellulaires.

Il s'agit d'un très bon aliment pour la population microbienne du rumen qui en utilise l'énergie fermentescible avec un haut rendement pour synthétiser ses protéines. Le coefficient de digestibilité est supérieur à 80%. Mastiquée et

dégradée rapidement, la jeune herbe est moins encombrante pour le rumen, la quantité de matière sèche présente équivaut à environ la moitié de la quantité ingérée (INRA, 1988).

Par contre les pailles sont constituées de tissus fortement lignifiés . Les parois lignifiées constituent environ 50% de la matière sèche et ne sont pas dégradées par les microorganismes du rumen et du gros intestin. Leur digestibilité est faible (environ 50%). Les pailles sont pauvres en protéines et en minéraux, éléments indispensables pour le microorganismes du rumen et l'animal lui-même. L'ingestion des pailles et autres fourrages lignifiés est sensiblement accrue (25 à 30%) lorsque l'animal dispose d'une petite quantité d'un aliment complémentaire en constituants azotés et minéraux. L'autre voie pour améliorer l'ingestion des fourrages pauvres est de réduire la résistance des tissus lignifiés par des traitements avec la soude, l'ammoniac ou l'urée (JARRIGE, 1980).

Les aliments concentrés sont ingérés rapidement et requièrent moins de rumination. Ils sont dégradés plus ou moins vite selon leur composition mais plus rapidement que les fourrages, ils sont donc moins encombrants.
L'adjonction d'aliments concentrés accroît la quantité de MS ingérée malgré une diminution de la consommation de fourrage. La population microbienne du rumen reçoit beaucoup plus de constituants intracellulaires (amidon, protéine,...) et moins de parois cellulaires (cellulose et pectine)

Au total, la ration de production composée d'aliments concentrés et de fourrages, permet un flux plus abondant de constituants alimentaires et de corps microbiens quittant le rumen et qui seront digérés dans l'intestin grêle.

Le stade végétatif de la plante sur pied reste le facteur principal de la digestibilité et de l'ingestibilité de la plante. La quantité d'énergie valorisée par l'animal est intrinsèquement limitée par les caractéristiques du fourrage à cause de l'effet d'encombrement du rumen.

D'après RIVIERE, 1991, cité par NAHIMANA, 2000, l'ingestion volontaire d'aliments (en kg de MS par jour et par poids) est fonction :

- du facteur " animal " : La capacité d'ingestion des caprins est supérieure à celle des bovins, elle-même supérieure à celle des ovins. L'ingestion diminue également avec l'âge et avec le poids vif de l'animal. Chez le mouton, cette variation n'est pas aussi sensible. Le niveau de production a une influence nette chez les animaux à forte production qui ont des besoins énergétiques élevés. Les différences individuelles existent également. Elles

résulteraient de la différence de temps consacré à manger , de la préférence alimentaire mais aussi des facteurs génétiques. Enfin l'appétit diminue chez les animaux qui présentent des troubles organiques ou des infections ;

- du facteur " aliment " : L'appétit d'un ruminant est conditionné par la capacité de son rumen et par l'activité des microorganismes dont dépendent la digestibilité et la vitesse de transit des aliments. La composition des aliments et l'âge des plantes sont donc des facteurs prépondérants du niveau d'ingestion ;
- du facteur " climat " : Les variations des températures modifient le niveau d'ingestion des animaux. En région tropicale, par les fortes chaleurs, les animaux ont tendance à chercher l'ombrage des arbres et pâturent peu pendant les heures chaudes. En saison sèche, les animaux passent plus de temps pour consommer la même quantité de matière sèche qu'en saison de pluie (Effet densité du pâturage) ;
- du facteur " abreuvement : La consommation de MS est fonction de la disponibilité en eau ; en général, les ruminant absorbent 2 à 4 kg d'eau/kg de MS ingérée. Si on diminue de 50% l'abreuvement, l'ingestion de MS diminue de 30%.

Le tableau n°3 montre les variations de consommations observées sur des ruminants des régions tempérées, alimentés avec de bon fourrages. Ces chiffres peuvent donner des indications pour les régions tropicales mais il faut avoir à l'esprit que les variations sont nettement plus grandes.

Tableau n°3 : Consommation de fourrages en kg de MS/100 kg de PV

Espèces	Etats physiologiques	Quantité
Bovins	**Vache laitière**	
	- fin de gestation	1,6-2
	- début de lactation	1,9-2,3
	- milieu de lactation	2,50-3,0
	- fin de lactation	2,2 – 2,5
	Fourrages verts	
	- pâture libre	2,5-3
	- pâture rationnée	2-2,5
	- fourrage à l'auge	1,8-2,2
	Foins	
	Ensilage	2,5-3
	- frais	1,5-1,8
	- préfané	2-2,2
	- haylage	2,4-2,5
	Jeunes bovins	
	- 6 mois	2,5-3
	- 18-24 mois	2
	Bœufs de boucherie	
	- début d'engraissement	2,5-2,7
	- milieu d'engraissement	2,2-2,4
	- fin d'engraissement	2-2,2
Ovins		3-4
caprins		+5

Source : RIVIERE (1991), cité par NAHIMANA (2000).

CHAP. III : ALIMENTATION DES RUMINANTS .

Selon Pagot (1985) cité par NAHIMANA (2000), la ration alimentaire d'un animal domestique est satisfaisante :

- si elle procure en quantité suffisante des éléments dont la transformation fourni l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'organisme animal ;
- si elle apporte une quantité d'eau suffisante au métabolisme et à la régulation thermique ;
- si elle contient des matières protéiques en quantité suffisante et de la qualité adéquate pour assurer la croissance et l'entretien de l'animal ;
- si elle contient des quantités suffisantes et dans de bonnes proportions de matières minérales et vitamines ;
- si elle a un encombrement en rapport avec une valeur nutritive suffisante. La ration doit évidemment ne pas être toxique.

III.1. Valeur alimentaire d'un fourrage.

La valeur alimentaire d'un fourrage est déterminée sur base de sa composition chimique et de sa digestibilité. La composition chimique est réalisée au laboratoire et se rapporte à la mesure de la matière sèche par dessiccation à 105°C jusqu'au poids constant, des cendres obtenues par calcination au four à 550°c (les minéraux sont dosés sous forme d'oxydes($Na0_2$, K_2O, CaO, P_2O_5, MgO), de la matière azotée totale obtenue par la méthode Kjeldhal , de la cellulose brute obtenue par attaque acide et basique et de l'extrait etheré par la méthode soxhlet. Les macro-éléments tels que le calcium, le phosphore, le sodium et le potassium sont généralement dosés également. Les oligo-éléments tels que le fer, le zinc, le manganèse et cuivre peuvent être également mesurés par la méthode d'absorption émission atomique.L'extraction non azotée est obtenue par la différence ENA = 100 -(eau + cendres + cellulose brute + matière azotée totale +Extrait éthéré).

Les matières organiques équivalent à la différence MS-cendres. Elle comprend les protéines, les glucides, les lipides et les vitamines.

Les facteurs de variation de composition chimique des aliments sont l'espèce, l'âge et la partie de la plante (HORNICK, 1999 cité par NAHIMANA, 2000). La digestibilité est un paramètre inestimable pour apprécier la valeur d'un aliment. Elle peut être obtenue réellement in vivo en cage de digestibilité, on

obtient alors le coefficient de digestibilité apparent, ou estimé in vitro à l'aide du jus de rumen ou in sacco sur l'animal canulé.

Deux éléments déterminants vont principalement conditionner la valeur fourragère : Les teneurs en énergie et en protéines. Diverses unités sont actuellement utilisées pour estimer ces paramètres.

Pour l'énergie, une ancienne unité bien encore d'actualité, ce sont les unités fourragères (UF). Cette unité est estimée assez simplement à partir des teneurs en cendre et en cellulose : UF = 1,53-0,015% cendres - 0,023% cellulose (RIVIERE , 1991).

Des unités plus modernes, notamment UFL et UFV sont plus précises et tiennent compte du devenir et du métabolisme des différents nutriments au cours de la digestion.

Les teneurs en protéines étaient anciennement estimées à l'aide des unités MAD (matière azotée digestible) une formule très simple estime les MAD :
MAD (g/kg MS) = 0,929 MAT (g/kg MS) - 3,55 (Formule de Dermarquilly).

Les unités modernes sont notamment les protéine digestibles dans l'intestin (PDI) qui tiennent compte des potentialités de synthèse microbiennes du rumen à partir de l'énergie et de l'azote fermentescibles présent dans le rumen (PDIE et PDIN). Les valeurs PDIN et PDIE sont les sommes de deux fractions, les protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA) c'est à dire provenant directement des protéines non dégradées dans la rumen et des protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne synthétisées dans le rumen (PDIM). Cette dernière dépend de la disponibilité dans le rumen de l'énergie et de l 'azote dégradables. Donc chaque aliment est défini par deux valeurs reflétant l'une la teneur en énergie fermentescible (PDIME) et l'autre celle en azote dégradable (PDIMN) ; ainsi PDIN = PDIA + PDIMN et PDIE = PDIA + PDIME.

Les apports réels sont obtenus à partir de la plus faible valeur de deux termes. Autrement dit, une valeur PDIE inférieure à la valeur PDIN signifie qu'il existe un excès d'azote fermentescible par rapport aux potentialités de synthèse des bactéries à partir de l'énergie fermentescible.

A l'opposé, une valeur PDIN inférieure à la valeur PDIE, signifie qu'il existe un déficit en azote fermentescible. Actuellement, on a plutôt tendance à calculer les besoins sur PDIE en s'assurant que les PDIN sont supérieures aux PDIE, faute de quoi, il est conseillé d'ajouter une source d'azote fermentescible.

III.2 : Besoins des animaux.

Les besoins des animaux peuvent être séparés de manière factorielle en besoins d'entretien, de gestation, de lactation, de croissance et de travail (déplacement).

Au lecteur intéressé, nous recommandons de consulter des ouvrages de référence repris dans la bibliographie (INRA 1988, RIVIERE 1991, ALUJEVIC ,1980) car dans les lignes suivantes, nous allons proposer quelques normes.

- Les besoins d'entretien en MS sont estimés entre 0,08 - 0,1 x PM ou ± 2,5 kg/100 kg de PV. Les besoins énergétiques sont estimés à 80 kcal d'EN x PM (1UF = 1730 kcal) ou 0,8-1,2 UF/100 kg de PV et les besoins en protéines à 3,2 g PM de PDI ou encore 0,5-0,6 g PDI / Kg PV
- Les besoins de gestation vont de 20% (début gestation) à 40% (fin de gestation des besoins d'entretien pour la plupart des nutriments. Néanmoins, une pénalité en consommation de MS est prévue en fin de gestation et correspond à environ 15% des besoins d'entretien en MS(volume occupé par le fœtus).
- Les besoins de lactation sont d'ordre de 0,25 kg de MS, 0,44 UFL et 60g de PDI par litre de lait. Les besoins énergétiques dépendent des teneurs en protéines et en MG du lait(rapporter au lait standard 4%MG ;3,2% protéines).
- Les besoins de croissance sont normalement indissociables de l'entretien mais sont compris entre 1, 5-3,5 UF ou $54xp^{0.75}x(GQM)^{1.4}$(1,5 UFV pour les animaux à faible croissance et 3,5 UFV pour les animaux à forte croissance) et 150-350g de PDI par kg de gain, selon les caractéristiques de ce gain.
- Les besoins de travail (déplacements) sont de 0,03 x poids x km parcourus ou encore 0,5 à 2 fois les besoins d'entretien pour l'énergie, 0,3% de la MS pour le calcium et 0,25% pour le phosphore.
- Les besoins minéraux et oligo-éléments : les vaches ont besoin de beaucoup d'éléments, mais nous nous intéressons seulement au Ca, P et Na. Les besoins varient assez peu pour les bovins adultes et s'élèvent en moyenne à 0,3% MS pour le calcium, 0,25% MS pour le phosphore et 0,08% MS pour le sodium.

Par kg de PV, les besoins sont estimés à 5 g de Ca/100 kg de PV (pour l'entretien), 3g de cal/l (pour la lactation), 3g de P/100 kg de PV (entretien), 2g de P/l (pour la lactation) et 5 g de NaCl/100 kg de PV, 2 g de NaCl/litre produit.

- Les besoins en vitamines liposolubles sont de 10000 UI par 100 kg de PV pour la vitamine A, 1000 UI par 100 kg de PV pour la vitamine D et 30 UI par 100 kg de PV pour la vitamine E.
- Les besoins en eau varient de 1,6 à 6,2 l par kg de MS. En moyenne, il faut compter une quinzaine de litre par bovin adulte majorée de 5 l en saison sèche et 1 l supplémentaire par degré au delà de 25°c.

III.3 : Principe de rationnement.

En alimentation animale, les apports alimentaires doivent être égaux ou légèrement supérieurs aux besoins des animaux (les besoins comprennent les besoins d'entretien et de production). Un bilan négatif renseigne que le fourrage est médiocre. L'excès pourra servir à la production de la viande ou du lait.

Les besoins peuvent ne pas être toujours couverts, c'est le cas des femelles laitières en début de lactation, en raison de leur faible capacité d'ingestion à cette période.

En outre, certains rapports entre les éléments constitutifs de la ration doivent être respectés, si non des troubles physiologiques surgissent chez l'animal. Il faut surtout songer aux équilibres énergie-matière azotée digestible, calcium-phosphore et corriger les disproportions entre certains minéraux qui risqueraient de créer des antagonismes dans leur absorption. Les apports alimentaires recommandés pour les ruminants concernent essentiellement l'apport énergétique, l'apport protéique et les apports minéraux (Ca, P).

Pour les vaches laitières, les rapports recommandés sont les suivants :

MAD/UF = 60 à 75 pour l'entretien
80 à 130 pour la lactation
100 à 130 pour la croissance
100 pour la gestation

Ca/P = 1 à 1,2 pour l'entretien
1,25 à 6 pour la lactation
2 à 2,5 pour la croissance et 1,1 pour la gestation

(**Source** : MEMENTO DE L'AGRONOME, 4ème édition, 1991).

En pratique la ration doit comprendre d'une part, une ration de base composée en priorité d'aliments grossiers et qui devra suffire aux besoins d'entretien et si possible à une partie au moins des besoins de productions, et d'autre part, d'une ration de production destinée à répondre aux besoins d'une

production supérieure à celle autorisée par la ration de base. Cette ration est composée d'aliments riches et généralement peu volumineux.

CHAP. IV : MATERIEL ET METHODES.

IV. 1 : Description du milieu.

La région naturelle de KIRIMIRO est l'une des régions les plus peuplées du pays. La commune de Gitega a une superficie de 31544 ha avec 100000 habitants, la densité étant de 319 hab/km². La population est inégalement repartie (MININTER, Département de la population 1990). La commune de Gitega est composée de quatre zones à savoir : zone Rurale, zone Mubuga, zone Mungwa et zone urbaine.

Sur 30 collines que compte la commune Gitega, 13 ont fait parties de notre zone d'étude. Il s'agit de NYAMUGARI, BWOGA, MAHONDA, RUKOBA, RUTEGAMA, BIROHE, RUGARI, SONGA, NYABUTUTSI, NTOBWE, MUGOBOKA, MUGUTU, RWEZA ainsi que les marais de NYABUGOGO, de KAMBU et de la partie de la MASENGA. Tous les systèmes hydrauliques des sites d'études font partis du bassin du Nil drainé par la RUVUBU. Au nord de notre zone d'étude, les eaux de la colline MAHONDA et le versant du nord de la colline RUKOBA sont rassemblées par le ruisseau de KAMBU qui coule vers l'ouest et qui rencontre la rivière NYAMBEHO au niveau de la Commune Gitega.

Les eaux de la colline BWOGA et du versant sud de la colline RUKOBA sont rassemblées par la rivière KARONGA qui coule vers le nord-ouest pour se jeter enfin dans la NYABUHIRA. Cette dernière se jette dans la NYAMBEHO pour finalement se jeter dans la RUVYIRONZA.

Les sols de la commune de GITEGA n'ont pas de caractéristiques particulières. Ils se situent dans l'ensemble des sols rencontrés dans la région naturelle de KIRIMIRO. Une grande partie des sols des collines de cette région est constituée des sols ferallitiques riches en silice. Une partie de cette dernière s'est combinée à l'alumine pour former des argiles peu fertiles du groupe de kaolinité et mêlée à des hydroxydes de fer avec peu d'alumine libre.

La végétation qui occupe les sols précités est surtout constituée d'*Eragrostis sp* et d'*Hyparrhenia sp*. Cette végétation est sous forme de savane herbeuse (Cromall, 1986).

L'agriculture occupe essentiellement une place de choix dans les activités de la population de la commune Gitega. La culture du café qui est une culture de rente fait concurrence à l'élevage dans le rôle qu'il joue comme réserve monétaire.

Les autres cultures vivrières sont aussi cultivées pour atteindre l'auto-suffisance. Dans la circonscription urbaine, à côté des activités commerciales, certaines familles et la plupart des collectivités exploitent depuis un certain temps de fermettes laitières. Cette activité a pris des dimensions considérables, ce qui nous pousse aujourd'hui à entreprendre des travaux de recherche pour voir ses tenants et ses aboutissements.

Le paysage est caractérisé par des collines aux sommets aplatis et aux pentes assez raides, délimitées par des vallées larges et longues généralement marécageuse. L'altitude moyenne est estimée à 1600 m.

Les précipitations moyennes annuelles sont de 1247mm et la température moyenne maximale est de 26^0C tandis que la température moyenne minimale est de 14°C (IGEBU, 2001).

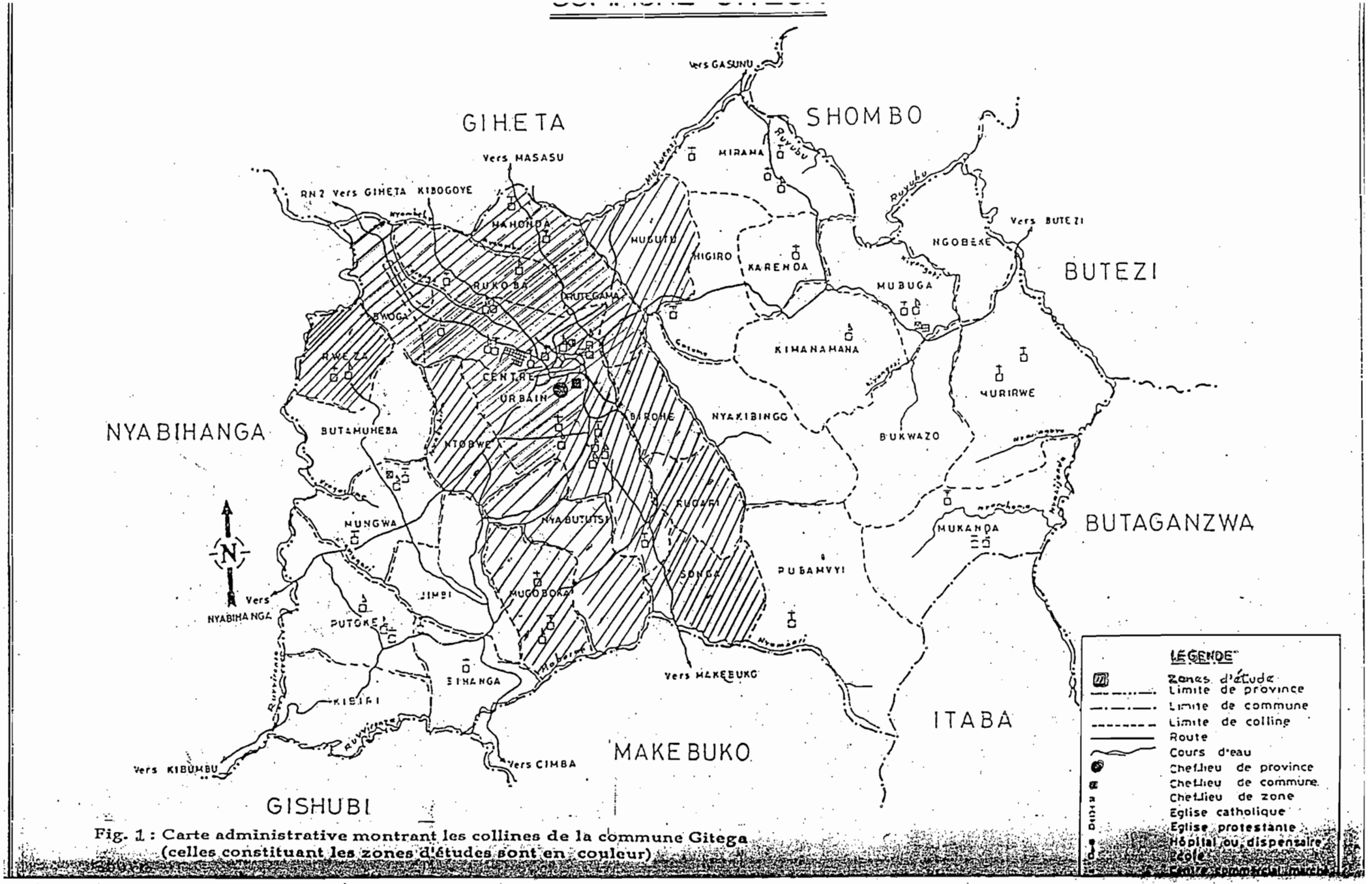


Fig. 1 : Carte administrative montrant les collines de la commune Gitega (celles constituant les zones d'études sont en couleur)

Source : Département de la population du Burundi, 1998

IV.2 : Base de données.

Dehareng.D et Pozy.P (1996) ont complété les travaux chimiques des fourrages du Burundi, du Rwanda et de l'Est de République démocratique du Congo qui ont été réalisés depuis 40 ans. Ils ont fait la synthèse sur la composition chimique et la valeur nutritive des aliments pour animaux au Burundi. Les données ont été soumises à une série de transformation (NAHIMANA, 2000) : les données nutritionnelles proprement dites (MS, UFV, UFL, PDIA, PDIN, PDIE, Ca, P, Na, Mg et k) ont été séparées pour une meilleure utilisation dans les calculs d'autres paramètres tels que la MAT, la MO et la CB. Les différentes bases de données ont ensuite été regroupées en catégories d'aliments (parcours naturels, cultures fourragères, sous produits agro-industriels, minéraux) et compilées en une seule base de donnée indexée.

Les données ont ensuite été standardisées pour que le calcul de rationnement soit opérationnel. C'est ainsi que par exemple, la MS a été transformée en g/kg d'aliments et les autres nutriments ont été exprimés par rapport à la M.S. Vu le grand nombre de données, des moyennes ont été calculées pour les aliments caractérisés par plusieurs échantillonnages de valeurs homogènes. S'il existe une grande variabilité, un triage sur l'énergie a été effectué et le classement bon, moyen, et mauvais a été adapté en fonction des teneurs décroissantes en énergie.

Si un nombre trop important de données manquaient ou s'il était impossible de retrouver des informations à partir de la littérature, la ligne correspondant à l'aliment dans la base de donnée à tout simplement été supprimée. Toute la base de donnée est présentée en annexe.

IV. 3 : Constitution d'une feuille de calcul.

Le système de calcul a été réalisé en Excel version 2000. Son objectif était d'ajuster les apports nutritifs pour satisfaire les besoins d'entretien et de production de bovin.

Quatre feuilles de calcul ont permis d'élaborer le dossier :

- une pour la base de donnée ;
- une pour l'acquisition des données relatives aux caractéristiques animales ;
- une pour le système de calcul proprement dit ;
- une pour le calcul des mélanges d'aliments .

La théorie de l'équilibre des rations est basée sur les principes suivants :

Un aliment donné est sensé satisfaire un besoin nutritionnel du fait de sa richesse en ce nutriment. Pour satisfaire les besoins en MS à l'aide d'un aliment A, il faut résoudre l'équation suivante :
$X\ MS_A = MS$ (où X est la quantité à distribuer, MS_A est la teneur en MS de l'aliment et MS est le besoin absolu ou résiduel de l'animal en matière sèche).
S'il s'agit de satisfaire les besoins en deux nutriments (UF et PDI) il faudra deux aliments (A et B).
$XUF_A + Y\ UF_B = UF$
$XPDI_A + Y\ PDI_B = PDI$
où X et Y sont les quantités respectives des aliments A et B à distribuer, UF_A, UF_B et PDI_A, PDI_B sont les teneurs respectives en UF et PDI des aliments A et B ; UF et PDI sont les besoins absolus ou résiduels de l'animal.

On peut en arriver alors à un système généralisé de résolution matricielle dans lequel
$N \times I = B$
Où N = la matrice des nutriments ;
I = vecteur des inconnues (quantités recherchées) ;
B = est le vecteur des besoins.

Par exemple, avec quatre aliments , on va résoudre un système de quatre équation à quatre inconnues sur MS, UFL,PDIE, Ca .

$$\begin{vmatrix} MS_a & MS_b & MS_c & MS_d \\ UFL_a & UFL_b & UFL_c & UFL_d \\ PDIE_a & PDIE_b & PDIE_c & PDIE_d \\ Ca_a & Ca_b & Ca_c & Ca_d \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \\ k \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} MS \\ UFL \\ PDIE \\ Ca \end{vmatrix}$$

$$N \times I = B$$

Les solutions sont ainsi obtenues par résolution :

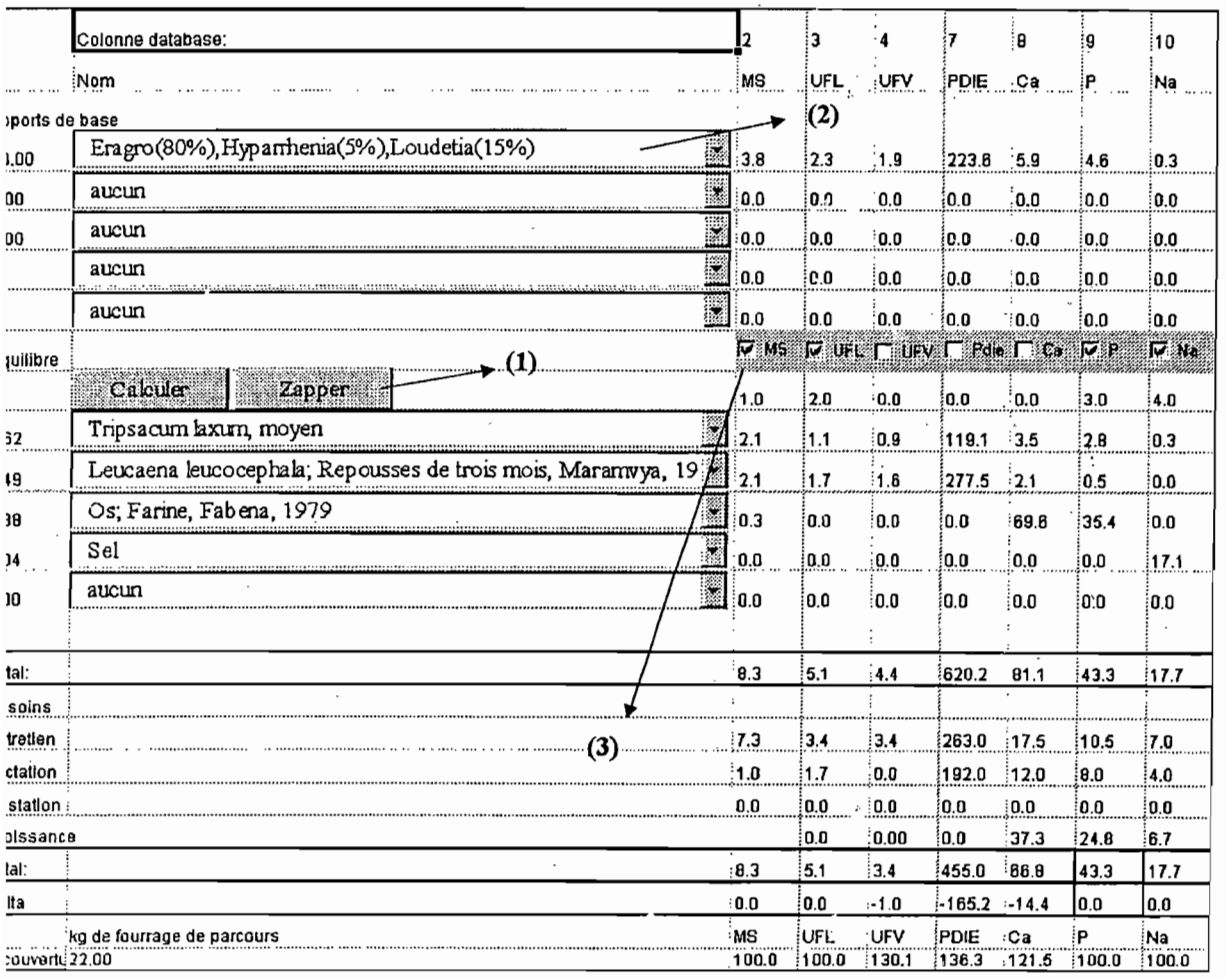
$I = N^{-1}.B$ ou N^{-1} étant la matrice inverse de N

Pour automatiser la tâche et de rendre les opérations d'équilibre plus rapide différents objets de MS Excel ont été ajoutés à la feuille de calcul (figure n°2).

Il s'agit :

- des listes déroulantes liées à la base des données pour choisir les aliments de base, des listes prévues pour l'équilibration et d'autres pour les calculs de mélanges.
- Des cases à cocher pour sélectionner les nutriments sur lesquels les équilibres doivent se réaliser afin d'adapter les dimensions de matrices et d'automatiser les résolutions en fonction de choix des utilisateurs.
- Des cases à option pour choisir les types d'animaux (type laitier, viandeux, mixte).

igure n°2 Principaux objets rencontrés dans la feuille de calcul MS Excel conçue pour le ésent travail. (1) = Bouton d'action, (2) = Listes déroulantes , (3) = Cases à cocher.



s tâches ont ensuite été automatisées par programmation en language Visual Basic pour cel.

1 graphique représentant le pourcentage de couverture des besoins a également été ajouté de ;on à pouvoir équilibrer visuellement les rations.

IV.4. Principes de calculs.

IV.4.1. Choix des aliments.

Les aliments sont choisis en fonction des espèces constituants le pâturage. Les types de pâturages suivants ont été considérés dans le présent travail :

- KIR_1 : *Digitaria umfolozi* (30%) + *Chloris pilosa* (35) + *Cynodon nlemfuensis* (25%) + *Eragrostis sp* (5%) + *Sporobolus sp* (5%)
- KIR_2 : *Hyparrhenia diplandra* (40%) + *Eragrostis sp* (15%) + Cynodon *nlemfuensis* (10%) + *Hyparrhenia bracteata* (15%) + *Loudetia simplex* (20%)
- KIR_3 : *Cynodon nlemfuensis* (65%) + *sporobolis sp* (5%) + *Macrotyloma axilaire* (5%) + *Digitaria longiflora* (10%) + *Melenis* (15%)
- KIR_4 : *Digitaria umfolozi* (70%) + *Heteropogon* (8%) + *Oryza* (10%) + *Cynodon* (7%) + *Chloris pilosa* (5%)
- KIR_5 : *Desmodium barbatum* (35%)+ *Macrotyloma axilaire* (20%) + *Melenis* (20%) + *Hyperthelia* (15%) + *Imperata cylindrica* (10%)
- KIR_6 : *Eragrostis sp* (60%) + *Cynodon* (10%) + *Digitaria umfolozi* (15%) + *Hyparrhenia diplandra* (10%) + *Neonotonia* (5%)
- KIR_7 : *Hyparrhenia diplandra* (25%) + *Eragrostis sp* (15%) + *Loudetia simplex* (20%) + *Sporobolis sp* (30%) + *Imperata cylindrica* (10%).

Faute de données pour certaines espèces végétales, nous n'avons pas pu calculer les différents mélanges tenant compte des fréquences des espèces (problèmes de moyens pour les analyses chimiques).

IV.4.2. Calcul des rations

Deux hypothèses ont été considérées :

- Dans un premier temps on a considéré que les bovins satisfaisaient leurs besoins en MS grâce au pâturage uniquement, sans complémentation. On a calculé le taux de couverture en tenant compte de la capacité d'ingestion. Les litres de lait ou les Kg de gain de poids permis par l'énergie ou les protéines ont également été calculés ainsi que certains rapports(PDIE/UF,Ca/P) pour voir si le potentiel

génétique était atteint avec le parcours. Signalons que la grande partie des éleveurs burundais se trouve dans cette catégorie (système extensif).
La formule pour calculer les litres ou gains de poids permis par l'énergie ou les protéines est la suivante :

$$\frac{\text{Total apport-Besoins d'entretien}}{\text{Besoins de l'animal/l ou kg de gain}}$$

- Dans un deuxième lieu, nous avons établi une alimentation rationnelle avec complémentation par les cultures fourragères, les résidus de cultures, le sous produits agro-industriels et les minéraux. L'objectif de ce calcul est de couvrir totalement les différents besoins physiologiques des animaux :

Pour les minéraux, nous avons élaboré des formules des blocs nutritionnels sur base de carences observées aux pâturages. Les proportion retenues sont notamment 40% de chaux ;25% de sel ; 10% d'urée et 25% de terre salée.

L'utilisation de l'urée a été dictée par le fait que les fourrages étaient généralement trop pauvres en azote fermentescible dans le rumen. Pour les races de type laitier, nous avons imaginé des concentrés de type commercial et les différentes proportions proposées sont les suivantes :

-Son de riz (10%) + coton (40%) + Brisures de riz (25%)+ Grain de maïs (25%)
-son de riz (20%) + coton (30%) + Brisures de riz (20%) + Grain de maïs (30%)
- son de riz (30%) + coton (20%) + Brisure de riz (25%) + Grain de maïs (25%)

IV.4.3 : Choix des animaux.

Deux types d'animaux ont été choisis : Le type mixte (Race Ankolé) et le type laitier (Race Frisonne).

Trois états physiologiques sont considérés pour chaque type d'animal :

- l'animal en croissance
- l'animal en gestation
- l'animal en lactation

Le tableau 4 nous montre les caractéristiques de chaque animal considéré

Tableau 4 : caractéristiques des animaux

Races	**Frisonne**			**Ankolé**		
	PV (kg)	G.M.Q (g/j)	Qté de lait l/j	PV (kg)	G.M.Q (g/j)	Qté de lait l/j
Croissance	150	500	-	150	250	-
Gestation	450	-	-	300	-	-
Lactation	450	-	20	300	-	4

Source : Auteurs

Les besoins pour ces animaux sont montrés dans les tableaux 5 à 10.

Tableau 5: Besoins d'une Ankolé en lactaction

	M.S(kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	6,5	3	216,25	15	9
Lactation	1,0	1,8	240	12	8
TOTAL	7,5	4 ,8	456 ,75	27	17

Source : Auteurs

Tableau 6 : Besoins d'une Ankolé en gestation (9 mois de gestation)

	M.S(kg)	UFL	PDI (g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	6,5	3	216,25	15	9
Gestation	-1	1,2	86,5	0	o
TOTAL	5,5	4,2	302,75	15	9

Source : Auteurs

Tableau 7 : Besoins d'une Ankolé en croissance

	M.S(kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	3,9	1,7	128,5	7,5	4,5
Croissance	0	0,3	75	0	0
TOTAL	3,9	2	203,5	7,5	4,5

Source : Auteurs

Tableau 8 : Besoins d'une frisonne en lactation

	M.S(kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	8,8	3,9	293	22,5	13,5
Lactation	5	8,8	1200	60	40
TOTAL	13,8	12,7	1493	82,5	53,5

Source : Auteurs

Tableau 9: Besoins d'une Frisonne en gestation (9mois de gestation)

	M.S(kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	8,8	3,9	293	22,5	13,5
Gestation	-1,3	1,6	117,2	0	0
TOTAL	7,5	5,5	410,2	22,5	13,5

Source : Auteurs

Tableau 10 : Besoins d'une Frissonne en croissance

	M.S(kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
Entretien	3,9	1,7	128,5	7,5	4,5
croissance	0	0,75	175	0	0
TOTAL	3,9	2,45	303,5	7,5	4,5

Source : Auteurs

CHAP V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

V1 : Alimentation des bovins pâturant au pâturage sans complémentation

Nous avons considéré que les bovins satisfaisaient leurs besoins en MS (100% de couverture) et la couverture des besoins en autres nutriments a été calculée. Les données y relatives pour les différents pâturages de KIRIMIRO sont montrées dans les tableaux n°11 à n°13.

Signalons que les calculs n'ont pas été effectués pour les animaux de race laitière (Frisonne) en raison des besoins alimentaires très élevés de ces animaux, les parcours libres étant à priori insuffisants pour ces animaux.

Dans les calculs ci après, $Kirimiro_i$ signifie $i^{ème}$ pâturage de KIRIMIRO.

Tableau 11 : couverture(%) des besoins en nutriments d'une Ankolé en croissance pâturant sur les différents pâturages de KIRIMIRO

	Fourrages nécessaire (kg)	UFL	PDIE	Ca	P	PDIN- PDIE(g)	GMQ/E (g) (1)	GMQ/P (g) (2)	PDIE/UF	Ca/I
KIR_1	10,8	146	138	213,2	147	-70,2	350	433	126	2,4
KIR_2	13,4	119	112,6	151	130	-70,98	194	288	100	2
KIR_3	11,4	132,6	129	239	225	-78,18	272	383	101	1,7
KIR_4	12,1	141	136	312	130	-66,3	339	424	99	4
KIR_5	9,5	152	160,5	322	121	-10,9	383	565	107,5	4
KIR_6	10,8	125	121,6	161,0	112,5	-64,26	227	340	103	2,4
KIR_7	10,5	136,5	157	114	91	43,7	261	545	122,6	2

(1) : Gain moyen quotidien permis par l'énergie
(2) : Gain moyen quotidien permis par les protéines

De ce tableau, il ressort que les besoins en nutriments sont tous couverts exceptés ceux en phosphore pour le pâturage KIR_7. Les quantités nécessaires pour la satisfaction des besoins en matière sèche varient entre 9,5 et 13,4 kg. Pour le bilan PDIN-PDIE, il est d'une part négatif aux pâturages KIR_1 jusqu'à KIR_6, le bilan nous indique que ces fourrages sont pauvres en azote fermentescible dans le rumen. Les techniques de complémentation pourraient donc inclure l'urée dans les blocs à lécher. D'autre part, le bilan PDIN-PDIE est positif, c'est le cas du pâturage KIR_7.

Tous les parcours réalisent un gain moyen quotidien supérieur à 250g/j excepté le pâturage KIR_2 où il y a un gain moyen quotidien permis par l'énergie inférieur à 250g/j. Les pâturages du Kirimiro sont suffisamment riches pour couvrir les besoins d'un Ankolé en croissance. Quand aux rapports PDIE/UF et Ca/P , on a constaté que les résultats obtenus sont d'une manière générale dans les normes recommandées.

Tableau 12 : Couverture (%) des besoins en nutriments d'une Ankolé en gestation pâturant sur les différents pâturages du KIRIMIRO

	Fourrages nécessaires (kg)	UFL	PDIE	Ca	P	PDIN-PDIE (g)	PDIE/UF	Ca/P
KIR_1	13,8	75	86	68	47	-90	105	2,4
KIR2	17,2	61	70,5	48,3	41,6	-91	115	2
KIR3	14,7	68	81	75	72	-100	110	1,6
KIR4	15,6	74	85,2	100	41,6	- 85	100	4
KIR5	12	78	100,6	103	39	- 14	115	4,3
KIR6	13,8	64	76,3	51,5	36	- 82,5	115	2
KIR7	13,5	67	98,4	36,5	29	56	111	2,1

Il ressort de ce tableau que les besoins énergétiques ne sont pas couverts. Le taux de couverture oscille entre 61 et 78%. Quant aux besoins protéiques, ils sont seulement couverts au pâturage KIR_5 (100%) et au pâturage KIR_7 (98,4% environ 100%). Les besoins en minéraux sont loin d'être couverts, leur taux de couverture oscille entre 36,5 et 75% pour le calcium (sauf KIR_4 et KIR_5)et 29 et 72% pour le phosphore.

Pour le bilan PDIN-PDIE, on observe les mêmes situations que dans le cas précédent et les quantités quotidiennement nécessaire pour la satisfaction des besoins en MS varient entre 12 et 17,2kg.Les rapports PDIE/UF,Ca/P calculés n'oscillent pas dans les normes recommandées.

Tableau 13 : Couverture(%) des besoins en nutriments d'une Ankolé en lactation pâturant sur les différents pâturages du KIRIMIRO

	Fourrages nécessaires (kg)	UFL	PDIE	Ca	P	PDIN-PDIE (g)	Q.L/E (litres) (1)	Q.L/P (litres) (2)	PDIE/UF	Ca/P
KIR_1	20,8	117	118	113,5	75	-135	5,9	5,3	96	2,4
KIR_2	26	95	97	70,5	66	-136,5	3,5	3,7	96,5	1,9
KIR_3	22	106,25	110,7	125	114	-150	4,7	4,8	99	1,7
KIR_4	23,4	116	117	166	66	-127,5	5,8	5,3	96	4
KIR_5	18,29	122	138	172	66	-21	6,4	6,8	108	4,4
KIR_6	20,8	100	104,4	86	45,5	-123,75	4	4,3	99	3,3
KIR_7	20,2	109	125,5	61	46	125,15	5,125	6	122	1,4

(1) : Quantité de lait permise par l'énergie
(2) : Quantité de lait permise par les protéines

De ce tableau, on constate un surplus énergétique et protéique exceptés au pâturage KIR_2. Quant aux éléments minéraux, on remarque que les besoins en calcium sont couverts aux pâturages KIR_1, KIR_3, KIR_4 et KIR_5 tandis que les besoins en phosphore sont uniquement couverts au pâturage KIR_3.

La consommation fourragère est comprise entre 18 et 26 kg et le bilan PDIN-PDIE est le même que ceux de deux cas précédents. On a constaté aussi que les pâturages du KIRIMIRO excepté le pâturage KIR_2, permettent aux animaux d'assurer les productions laitières prévues par le potentiel génétique . Quand aux rapports, on constate que les rapports PDIE/UF et Ca/P obtenus se situent dans les normes recommandées .

Suite à ces observations, nous avons été obligés de tirer une conclusion partielle. D'une façon générale, il ressort que les pâturages du KIRIMIRO couvrent les besoins en protéines et en énergie des animaux en croissance et en lactation. Ces pâturages sont généralement carencés en éléments minéraux, surtout en Ca et en P pour les animaux en gestation et en P pour les animaux en lactation. Les différences PDIN-PDIE sont pour la plupart négatives, ce qui montre que ces pâturages sont pauvres en azote fermentescible dans le rumen.

V.2 : Essai d'équilibration des rations des bovins.

Dans cette partie, nous allons considérer deux types de pâturages. D'une part le pâturage moyen de KIRIMIRO pauvre en azote fermentescible dans le rumen et d'autre part le pâturage de KIRIMIRO avec un bilan PDIN-PDIE positif (Pâturage KIR_7).

Le pâturage moyen de KIRIMIRO pauvre en azote fermentescible est la moyenne de six premiers types de pâturages de KIRIMIRO qui présente un bilan PDIN-PDIE négatif. Les différentes rations calculées, c'est la quantité de fourrages à distribuer, les apports nutritifs, les couvertures des besoins en nutriments et le bilan PDIN-PDIE sont donnés dans les paragraphes suivants :

V.2.1 : Essai d'équilibration des rations complémentées au pâturage riche en azote Fermentescible.

V .2.1.1 : Ankolé en lactation

A) on considère une ration composée de pâturage du Kirimiro riche en azote complémentée du *Tripsacum laxum* , source minérale et du concentré.

Soient x, la quantité en MF du pâturage
y, la quantité du *Tripsacum laxum*
z, la quantité du bloc nutritionnel (sel 25% + chaux 40% + urée 10% + terre salée 25%)
k, la quantité du concentré (Son de riz 20% + orge farine 30% + Brisure de riz 20% + coton 30%)

Trouver une ration équilibrée revient à résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} 0{,}37x + 0{,}25y + 0{,}98z + 0{,}89k = 7{,}5 \\ 81{,}9x + 43{,}1y + 0z + 132\,k = 456{,}25 \\ 2{,}2x + 2{,}78y + 145z + 0{,}8k = 27 \\ 1{,}052x + 1{,}37y + 0{,}625z + 6{,}9k = 17 \end{cases}$$

On équilibre sur les MS, PDIE, Ca et P.

Le programme informatique nous donne comme solution :
1,68 kg de pâturage riche en azote
22 kg de *Tripsacum laxum*
60g de bloc
1,42 kg de concentré.

Les taux de couverture sont de 100%, 100%, 97.4%, 99.5% respectivement pour MS, PDIE, Ca, P. Pour l'énergie , il est de 81,6% et le bilan PDIN-PDIE est de 76,32g. Les rapports PDIE/UF et Ca/P sont respectivement de 115,86 et 1,55. Les résultats obtenus oscillent dans les normes recommandées.
La quantité de lait permise par l'énergie est de :

$$11 \times \frac{3{,}92 - 3}{0{,}44} = 2{,}1 \text{ litres}$$

alors que le potentiel génétique est de 4 litres.

B) On choisit une ration composée de pâturage du Kirimiro riche en azote complémentée du *Tripsacum laxum* , du bloc nutritionnel, et du concentré de différentes compositions.

Soient x = le pâturage riche en azote
y = la quantité du *Tripsacum*
z = bloc nutritionnel (sel 25% + chaux 40% + urée 10% + terre salée 25%
k= quantité du concentré(son de riz (20%)+coton (30%)+brisure de riz (20%)+grain de maïs(30%).

Trouver une ration équilibrée revient à résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} 0{,}37x + 0{,}25y + 0{,}98z + 0{,}88k = 7{,}5 \\ 81{,}92x + 43{,}1y + 0z + 139{,}3k = 456{,}25 \\ 2{,}2x + 2{,}78y + 145{,}7z + 0{,}7k = 27 \\ 1{,}05x + 1{,}37y + 0{,}625z + 6{,}5k = 17 \end{cases}$$

On a aussi équilibré la ration en tenant compte de la MS , PDIE, Ca, P.
Après la résolution du système, on trouve qu'il faut donner à la vache :

0,56 kg de pâturage riche en azote
23,2 kg de *Tripsacum laxum*
60g de bloc
1,52 kg de concentré.

Pour la satisfaction des besoins , les taux de couverture sont de 98.5%, 99%, 97%, 99.3% respectivement pour la MS , PDIE,Ca, P. Pour l'énergie , le taux est de 80,3% et le bilan PDIN-PDIE est de 54,77g. Les rapports PDIE/UF et Ca/P sont respectivement de 117,2 et 1,54. On constate que les résultats obtenus se situent dans les normes recommandées .
La quantité de lait permise par l'énergie est de $\frac{1 \text{ litre} \times 3.85 - 3}{0{,}44}$ — 1,9 litres

alors que le potentiel génétique est de 4 litres.

V. 2.1.2 : Frisonne en lactation.

On considère une ration composée de pâturages riches en azote complémentée du *Pennisetum purpureum* , de la source minérale et d'un concentré .

Soient x, la quantité en MF du pâturage
y, la quantité du *Pennisetum purpureum*
z, la quantité du Bloc nutritionnel (sel 20% + chaux 40% + urée 10% + terre salée 30%).
k, la quantité du concentré (Son de riz 10% + coton 40% + Brisure de riz 25% + Grain Maïs 25%).

Equilibrer la ration revient à résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} 0{,}37x + 0{,}22y + 0{,}98z + 0{,}88k = 13{,}8 \\ 81{,}9x + 61{,}01y + 0z + 151{,}8k = 1493 \\ 2{,}2x + 2{,}45y + 145{,}7z + 0{,}86k = 82{,}5 \\ 1{,}05x + 1{,}96y + 0{,}625z + 6{,}88k = 53{,}5 \end{cases}$$

On équilibre sur les MS, PDIE, Ca, P.

Après la résolution du système, on trouve qu'il faut :

12,81 kg de pâturage riche en azote
10,37 kg de *Pennisetum purpureum*
0,42 kg de bloc
7,3 kg de concentré.

Les taux de couverture sont de 100% , 100.2% , 97% , 100.13% respectivement pour MS , PDIE ,Ca, P. Pour l'énergie , le taux est de 89% et le bilan PDIN-PDIE est de 205,4g. Quant aux rapports PDIE/UF et Ca/P, ils sont respectivement de 132.3 et 1.49. On constate que les résultats obtenus se situent dans les normes recommandées .
La quantité de lait permise par l'énergie est de 1litre x 11,31 - 3,9 /0,44 = 16,8 litres $\approx$ 17 litres alors que le potentiel génétique est de 20 litres.

V.2.13 : Ankolé en croissance.

A) On choisit une ration composée de pâturage riche en azote complémentée du *Tripsacum laxum* , du sel et du *Pennisetum purpureum*
Soient x, le pâturage riche en azote
y, le *Tripsacum laxum*
z, le sel
k, le *Pennisetum purpureum.*

Pour satisfaire les besoins, on va équilibrer en tenant compte de la MS, UFL,PDIE, Na.

Après la résolution , il faut donner à la vache :
2 .84 kg de pâturage riche en azote
7.7 kg de *Tripsacum laxum*
10g de sel
2.69 kg de *Pennisetum purpureum*

Les taux de couverture sont de 100%, 115%, 132%, 117% respectivement pour MS , PDIE, Ca, P. Pour l'énergie, le taux de couverture est de 102.5% et le bilan PDIN-PDIE est de 24.7g .En calculant les rapports PDIE/UF et Ca/P, on obtient respectivement 116.09 et 2. Ces rapports se situent dans les normes recommandées

B) On considère une ration composée de pâturage du Kirimiro riche en azote complémentée du *Tripsacum laxum mauvais , Panicum coloratum* et du sel .
Soient x, le pâturage riche en azote
y, le *Tripsacum laxum*
z, le *Panicum coloratum*
k, le sel

Après la résolution, il faut distribuer à l'animal 1.22kg de pâturage riche en azote , 7.77kg de *Tripsacum laxum* , 4.10kg de *Panicum coloratum* , 0.01kg de sel

Les taux de couverture sont de 99% , 99% , 121% , 109.5% respectivement pour MS ,PDIE, Ca, P. Pour l'énergie, le taux est de 98.5% et le bilan PDIN-PDIE est de –23.55g. En calculant les rapports PDIE/UF et Ca/P, on obtient respectivement 102,6 et 1,8.Ces rapports se situent dans les normes recommandées.

V 214 : Ankolé en gestation

On considère une ration composée de pâturage riche en azote complémentée du concentré, du sel et de chaux.

Soient x, le pâturage riche en azote
y, le concentré (Son de riz 20% + coton 30% + Brisure de riz 20% + Grains de maïs 30%,
z, le sel
k, la chaux.

Pour satisfaire les besoins ,on a équilibré sur les MS ,UF, Ca et Na.

Après la résolution , on trouve qu'il faut distribuer
0.76 kg de pâturage riche en azote
5.23 kg du concentré
0.024 kg du sel
0.072 kg de la chaux.

Les taux de couverture sont de 99.5% , 159.5% , 99.5% , 167% respectivement pour MS , PDIE , Ca , P . Pour l'énergie le taux est de 100.4% et le bilan PDIN-PDIE est de 31.7g. En calculant les rapports PDIE/UF et Ca/P, on trouve respectivement 132.2 et 0.98. Les rapports obtenus ne sont pas dans les normes recommandées.

V. 2.1.5. Frisonne en gestation

A) On choisit une ration composée de pâturage riche en azote complémentée du concentré et du sel.

Soient x, le pâturage riche en azote
y, le concentré (Son de riz 20% + coton 30% + Brisure de riz 20% + Grains de maïs 30%)
z, le sel.

Pour satisfaire les besoins , on a équilibré sur les MS , PDIE et Ca .

Après la résolution, on trouve qu'il faut distribuer à l'animal :

10.81 kg de pâturage riche en azote
3.7 kg de concentré
0.032 kg de sel.

Les taux de couverture sont de 100%, 158.4%, 29.5%, 112.7% respectivement pour MS , PDIE, Ca, P. Pour l'énergie , le taux est de 100% et le bilan PDIN-PDIE est de 65.15.Les rapports PDIE/UF et Ca/P sont respectivement 128 et 0.44.Les rapports ne sont pas recommandés.

C) Considérons une ration composée de pâturage riche en azote complémentée du concentré que précédemment, du sel et de la chaux .

Soient x, le pâturage riche en N
y, le même concentré que précédemment
z, le sel
k, la chaux.

Pour satisfaire les besoins, on équilibre sur la MS ,UFL, Ca et Na.

Après la résolution , on trouve qu'il faut donner à l'animal

10.25 kg de pâturage riche en azote
3.85 kg de concentré
0.03 kg de sel
0.07 kg de chaux.

Les taux de couverture sont de 100%, 158.8%, 97%, 115.5% respectivement pour MS, PDIE, Ca, P . Pour l'énergie, le taux est de 100% et le bilan PDIN-PDIE est de 63.5g. Les rapports PDIE /UF = 132.6 et Ca /P=2.1 . Les rapports obtenus ne sont pas recommandés.

Avec la 1ère ration qui est composée du pâturage riche en azote, du concentré et du sel ,on remarque un déficit en Ca (29.5%) et un surplus en PDIE et en P.

Pour corriger le déficit en Ca, on a ajouté à la 2ème ration, de chaux et on observe toujours le surplus en PDIEet en P mais les besoins en d'autres nutriments sont couverts. Le bilan PDIN – PDIE est positif, ce qui est souhaitable.

V.2.2 Essai d'équilibration de la ration complémentée au pâturage moyen pauvre en azote

V.2.2.1 Ankolé en lactation.

Choisissons une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée du *Tripsacum laxum* ,du bloc et du concentré .

Soient x, la quantité en MF du pâturage
y, la quantité du *Tripsacum laxum* (en MF)
z, la quantité du bloc nutritionnel (sel 25% chaux 40% + urée 10% + terre salée 25%
k, la quantité du concentré (Son de riz 20% + coton 30% + Brisure de riz 20% + Grain de maïs 30%).

Trouver une ration équilibrée revient à résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} 0{,}35x + 0{,}25y + 0{,}98z + 0{,}88k = 7{,}5 \\ 69x + 43{,}1y + 0z + 139{,}3k = 456{,}25 \\ 4{,}4x + 2{,}78y + 145{,}7z + 0{,}7k = 27 \\ 1{,}6x + 1{,}37y + 0{,}625z + 6{,}5k = 17 \end{cases}$$

on équilibre sur la MS, PDIE, Ca et P.

Après la résolution du système, on trouve qu'il faut distribuer à l'animal
1.20 kg de pâturage moyen pauvre en azote
22.5 kg du *Tripsacum laxum*
60 g du bloc
1.48 kg du concentré.

Les taux de couverture sont de 99%, 99%, 100%, 100% respectivement pour MS , PDIE, Ca, P. Pour l'énergie , le taux de couverture est de 81.25% et le bilan PDIN-PDIE est de 44.5g. En calculant les rapports , on obtient PDIE/UF=116.1 et Ca/P=1.58. Les résultats obtenus se trouvent dans les normes recommandées.
La quantité de lait permise par l' énergie est de 1 litre x $\frac{3{,}9 - 3}{0{,}44}$ = 2 litres alors que le potentiel génétique est de 4 litres.

V 2.2.2. : Frisonne en lactation

On considère une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée de *Pennisetum purpureum* et du concentré .

Soient x, la quantité du pâturage moyen pauvre en N
y, la quantité du *Pennisetum purpureum*
z, la quantité du concentré (Son de riz 30% + coton 20% + Brisure de riz 25% + Grain de maïs 25%)

Nous avons équilibré sur la MS, UFL, PDIE pour satisfaire les besoins

$$\begin{cases} 0.35x + 0.22y + 0.88z = 13.8 \\ 0.70x + 0.67y + 1.04z = 12.7 \\ 69x + 61.01y + 130.7z = 1493 \end{cases}$$

Après la résolution du système, on a trouvé qu'il faut donner à l'animal :

4.48 kg de pâturage moyen pauvre en azote
7.39 kg du *Pennisetum purpureum*
11.86 kg du concentré .

Les taux de couverture sont de 99% , 103% , 20,8% , 129,5% respectivement pour MS, PDIE ,Ca, P . Pour l'énergie le taux est de 101% et le bilan PDIN-PDIE est de −154,3g. En calculant les rapports PDIE/UF et Ca /P ,on obtient respectivement 121.7 et 0.2. Le résultat obtenu dans le rapport PDIE/UF figure dans les normes tandis que le résultat obtenu dans le rapport Ca/P ne figure pas dans les normes. Cette ration permet d'assurer des productions laitières recommandées par le potentiel génétique.

V.2.5.3 . Ankolé en croissance

A) On choisit une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée du *Tripsacum laxum* mauvais du bloc(terre salée de Rusizi).

soient x, la quantité du pâturage moyen pauvre en N
y, la quantité du *Tripsacum laxum*
z, la quantité du bloc (terre salée Rusizi)

La ration a été équilibrée en tenant compte de la MS, UFL, PDIE,

$$\begin{cases} 0.35x + 0.25y + 0.94z = 3.9 \\ 0.70x + 0.40y + 0z = 2 \\ 69x + 43.10y + 0z = 203.5 \end{cases}$$

Après la résolution du système, on trouve qu'il faut fournir :

4.83 kg de pâturage moyen pauvre en azote
7.96 kg du *Tripsacum laxum*
0.16 kg du bloc en terre salée de Rusizi

Les taux de couverture sont de couverture sont de 99% , 100% , 190.7 , 129.5% respectivement pour MS, PDIE,Ca, P. Pour l'énergie le taux de couverture est de 99.5% et le bilan PDIN-PDIE est de –20.2g. En calculant les rapports , on a obtenu PDIE/UF = 102.11 et Ca/P = 2.45. En conclusion , les résultats obtenus après avoir calculé les rapports , oscillent dans les normes recommandées.

B) On considère une ration composée de pâturage pauvre en azote complémentée du *Tripsacum laxum* , du sel et du *Pennisetum purpureum.*

Soient x, la quantité du pâturage moyen pauvre en N
y, la quantité du *Tripsacum laxum*
z, la quantité du sel
k, la quantité du *Pennisetum purpureum*

Equilibrons la ration en tenant compte des UFL, PDIE, Ca, P

$$\begin{cases} 0{,}70x + 0{,}40y + 0z + 0{,}48k = 2 \\ 69x + 43{,}10y + 0z + 61{,}01k = 203{,}5 \\ 4{,}4x + 2{,}78y + 0z + 2{,}45k = 7{,}5 \\ 1{,}6x + 1{,}37y + 0z + 1{,}96k = 4{,}5 \end{cases}$$

Après la résolution du système , on trouve qu'il faut donner à la vache :
4,17 kg de pâturage moyen pauvre en azote
9,18 kg du *Tripsacum laxum*
0,01 kg de sel
0,2 kg du *Pennisetum purpureum*

Les taux de couverture sont de 98% , 99.5% , 172% , 158% respectivement pour MS, PDIE, Ca, P. Pour l'énergie , le taux de couverture est de 98.5 et le bilan PDIN-PDIE est de –7.76g. En calculant les rapports , on obtient PDIE/UF=102.7 et Ca/P=2. Les résultats obtenus après avoir calculé ces rapports oscillent dans les normes recommandées.

V.2.2.4 Ankolé en gestation.

A) considérons une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée d'un concentré .

Soient x , la quantité du pâturage moyen pauvre en azote

y, la quantité du concentré (son de riz 20%+coton30%+brisure de riz 20%+grain de maïs 30%)

Essayant de satisfaire les besoins, on va équilibrer en tenant compte de la MS et UFL.

Après la résolution , on trouve qu'il faut distribuer à l'animal 11,3kg de pâturage moyen pauvre en azote et 1,16 kg de concentré.

Les taux de couverture sont de 100% , 100% , 61% , 71.6% respectivement pour la MS, PDIE, Ca et P. Pour l 'énergie, le taux de couverture est de 77% et le bilan PDIN-PDIE est de –53,8 g. En calculant les rapports PDIE/UF,Ca/P ; on trouve respectivement 107,8 et 1,4. En conclusion, les rapports obtenus ne sont pas dans les normes recommandées.

B) Considérons une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée d'un concentré et du sel.

Soient x, la quantité de pâturage moyen pauvre en azote

y, la quantité du concentré(son de riz 20% +coton 30% +brisure de riz 25%+grain de maïs 25%)

z, la quantité du sel

Pour satisfaire les besoins ,on a équilibré en se basant de la MS, UFL, PDIE.

Après la résolution , on trouve qu'il faut donner à l 'animal 1,49 kg de pâturage moyen pauvre en azote ; 5,04kg de concentré et 20g de sel.

Les taux de couverture sont de 99.5%, 157%, 18% et 164.6% respectivement pour la MS ;PDIE ; Ca ; P. Pour l'énergie , le taux de couverture est de100 % et le bilan PDIN-PDIE est de 19.36g. Les rapports PDIE/UF, Ca/P sont respectivement de 130.3 et 0.18. Les rapports obtenus ne sont pas aussi dans les normes recommandées.

C) On a considéré une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée d'un concentré , du sel et de la chaux.
Soient x, la quantité du pâturage moyen pauvre en azote ;
y, la quantité du concentré(son de riz 20%+coton 30%+brisure de riz 20% + grain de maïs 30%) ;
z , la quantité du sel ;
k, la quantité de la chaux.

Pour satisfaire les besoins , on va équilibrer en tenant compte de la MS ,UFL, PDIE et Ca.

Après la résolution , on trouve qu'il faut distribuer à l'animal 0,89kg de pâturage moyen pauvre en azote ; 5kg de concentré ;24g de sel et 70g de la chaux.

Les taux de couvertures sont de 97% , 153% , 99% et 162% respectivement pour la MS , PDIE ,Ca et P. Pour l'énergie ,le taux de couverture est de 99,5% est le bilan PDIN-PDIE est de 22,05g. En calculant les rapports PDIE/UF et Ca/P , on obtient respectivement 131 et 1.En conclusion, les rapports obtenus ne sont pas dans les normes recommandées.

V.2.5.5 : Frisonne en gestation.

Choisissons une ration composée de pâturage moyen pauvre en azote complémentée du concentré , du sel et de la chaux.

Soient x, le pâturage moyen pauvre en azote
y, le concentré (son de riz 20% + coton 30% + brisure de riz 20% + grain de maïs 30%)
z, du sel
k, la chaux.

Pour satisfaire les besoins , on a équilibré la ration en se basant sur la MS, UFL , Ca, P .

Après la résolution , on trouve qu'il faut distribuer à la vache

12,01 kg du pâturage moyen pauvre en azote
3,42 kg du concentré
0,03 kg du sel
0,04 kg de la chaux

Les taux de couverture sont de 99.9%, 144%, 98%, 116% respectivement pour MS , PDIE , Ca , P. Pour l'énergie , le taux de couverture est de 100% et le bilan PDIN-PDIE est de –44,5g.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail, on a constaté que la région naturelle de KIRIMIRO, est caractérisée par une grande diversité de biotopes et de pâturage permettant de productions variées pour les ruminants mais nécessitent des complémentations. Les besoins en M . S peuvent généralement être satisfaits même si la ration n'est pas complémentée. D'une manière générale , Les besoins en énergie et en protéines sont satisfaits exceptés ceux pour l'Ankolé en gestation où les taux de couverture oscillent entre 60 et 70% pour l'énergie et 70 et 90% pour les P D I E. Les carences en éléments minéraux sont observés, surtout en Ca et P pour les animaux en gestation et en P pour les animaux en lactation . Le bilan de l'azote ruminal (PDIN-PDIE) est inférieur à zéro excepté le pâturage KIR_7 cela suppose que la plupart des pâturages du KIRIMIRO sont déficitaires en azote fermentescible . En absence de la complémentation, la consommation des animaux en différents stades physiologiques est variable . Pour les animaux en croissance, la consommation varie entre 9.5 et 13.4kg, pour les animaux en gestation la consommation est comprise entre 12 et 17.2kg , pour les animaux en lactation elle varie entre 18.29 et 26kg .

Pour la race Ankolé, la plupart des pâturages permettent d'assurer des productions laitières et des gains de poids prévus par leur potentiel génétique (Les animaux en croissance ont un gain de poids supérieur à 250g/j et les animaux en lactation ont une production laitière supérieure à 4 litres). Quant aux rapports PDIE/UF et Ca/P, on a constaté que ces rapports n'oscillent pas dans les normes recommandées pour les animaux en gestation (les rapports obtenus sont supérieurs à 100 et 1.10 respectivement pour le rapport PDIE/UF et le rapport Ca/P).

En équilibrant la ration, différentes combinaisons ont été tentées en vue de couvrir les différents besoins des animaux. En choisissant les aliments, on a tenu compte de leur disponibilité dans la région, l'état physiologique de l'animal et la richesse des parcours riche en azote fermentescible dans le rumen. C'est pourquoi, on a identifié le pâturage moyen pauvre en azote fermentescible et le pâturage riche en azote fermentescible.

Pour le pâturage riche en azote, des essais d'équilibration ont été réalisés avec ce pâturage complémenté à l'aide du *Tripsacum laxum*, du *Penissetum purpereum*, du *Panicum coloratum*, du bloc nutritionnel,des concentrés , de la chaux et du sel.

Après avoir calculé les besoins, on a observé que pour l'Ankolé en lactation, les besoins en M S, en protéines et en éléments minéraux sont couverts (les taux de couverture se situent autour de 100%) . Pour l'énergie, on a constaté que le taux de couverture est de 81,6% . Le bilan PDIN-PDIE (76,32g) est positif. Les rapports PDIE/UF et Ca/P figurent dans les normes recommandées et la quantité du lait permise par l'énergie est inférieure à la quantité recommandée (2 litres < 4 litres).

Pour l'Ankolé en croissance, les besoins en matière sèche, énergie et PDIE sont couverts et il y a un léger surplus des éléments minéraux (plus de 100%). Pour l'énergie, le taux de couverture est de 100%. Le bilan PDIN-PDIE est d'une part positif(24,7g) si ce pâturage est complémenté à l'aide du *Tripsacum laxum* , du sel et du *Pennisetum purpureum*, d'autre part le bilan PDIN-PDIE est négatif(-22,55g) si le *Pennisetum purpureum* est remplacé par le *Panicum coloratu*m. Même si ce bilan est inférieur à zéro, il est souhaitable car il est proche de 10% des apports PDIE en valeur négative. Les rapports PDIE/UF et Ca/P figurent dans les normes recommandées.

Pour la Frisonne en lactation, les besoins en MS, PDIE, P et Ca sont couverts (respectivement 100%, 100,2% 100,1% et 97%). Pour l'énergie, le taux de couverture est de 89 %. Le bilan PDIN-PDIE est positif (205,4g) mais la ration ne permet pas d'assurer une production laitière prévue par le potentiel génétique pour l'énergie (17litres < 20 litres). Les rapports PDIE/UF et Ca/P oscillent dans les normes recommandées.

Pour l'Ankolé en gestation, les besoins en MS, énergie et calcium sont couverts (respectivement 99.5%, 100.4% et 99.5%) et il y a un surplus en PDIE(159.5%) et en P(167%). Le bilan PDIN-PDIE est positif.

Pour la Frisonne en gestation, les besoins en MS, énergie sont couverts (100%, 100%)et il y a un déficit en calcium et un surplus en PDIE(158,4%) et en P (112,7%). Le bilan PDIN-PDIE est positif (65,15g). Pour corriger ce déficit, on a ajouté dans la deuxième ration de la chaux. D'une manière générale, les rations composées de pâturages riches en azote de KIRIMIRO présente des rapports PDIE/UF et Ca/P non recommandées pour les animaux en gestation. Avec le surplus en PDIE et P, il y a aussi risque de former des graisses pour ces animaux.

Quant aux pâturages pauvres en azote fermentescible, des essais d'équilibration ont été effectués avec ce pâturage complémenté à l'aide des mêmes compléments qu'aux pâturages riches en azote excepté le *Pannicum coloratum*.

En calculant les différents besoins, on a conclu que pour l'Ankolé en lactation, la ration couvre tous les besoins en MS, PDIE, Ca, P avec les taux de couverture respectivement de 99%, 99%, 100% et 100%.Pour l'énergie, le taux de couverture est de 81,25%. Le bilan PDIN-PDIE est positif(44,5g).Les rapports PDIE/UF et Ca/P figurent dans les normes recommandées (116,1 et 1,58).

Pour la Frisonne en lactation, la ration couvre tous les besoins en MS,PDIE ,P avec les taux de couverture respectivement de 99%, 103%, 129.5% exceptés ceux en calcium dont le taux de couverture est de 20,8%. Pour l'énergie, le taux de couverture est de 101%. Le bilan PDIN-PDIE est négatif(-154,3g). Malgré ce bilan négatif, il est souhaitable car il est proche de 10% des apports PDIE en valeur négative. Avec l'apport de 11,4 kg d'un aliment concentré (son de riz 30% + coton 20% + brisure de riz 25% + grains de maïs 25%), la ration permet d'assurer une production laitière prévue par le potentiel génétique (20 litres). Le rapport PDIE/UF (121,7) se situe dans les normes tandis que le rapport Ca/P ne se situe pas dans les normes recommandées(0,2).

Pour l'Ankolé en croissance, les besoins en MS,UFL sont couverts dans les deux rations (environ 100%) et il y a un surplus en éléments minéraux dans les deux rations (172% et 190,7%) pour le Ca et (129,5% et 158%) pour le P. Les bilans PDIN-PDIE sont négatifs (-20,2g et –7,76g), ceci montre que ces rations sont toujours pauvres en azote fermentescible parce que leurs bilans ne sont pas proches de 10% des apports PDIE en valeur négative. Les rapports PDIE/UF et Ca /P figurent dans les normes recommandées(102 et 2,45 ;102,7et 2).

Pour l'Ankolé en gestation, les besoins sont seulement couverts avec les deux derniers types de rations (c.à.d on a ajouté du sel dans la deuxième ration et de la chaux dans la troisième ration). On observe un surplus en PDIE(157% et 153%)et en P(162% et164,6%) mais la ration est toujours déficitaire en Ca lorsque on a pas incorporé de la chaux. Le bilan PDIN-PDIE est négatif (-53,8g) mais acceptable parce qu' il est proche de 10% des apports PDIE en valeur négative.

Pour la Frisonne en gestation, on observe aussi un surplus en PDIE et P (144% et 116%). Le bilan PDIN-PDIE est négatif (- 44,5g), donc la ration est pauvre en azote fermentescible. Les rapports PDIE/UF et Ca/P n'oscillent pas dans les normes recommandées (126 et 1,37). Enfin, il est difficile voire impossible d'équilibrer sur tous les nutriments.

Au vu de ces résultats, nous avons conclu que le problème d'amélioration des systèmes d'alimentation des bovins est basée sur les pâturages du KIRIMIRO qui sont mal exploités et pauvres en quelques nutriments.

A ce titre, nous recommandons, ce qui suit :

- une étude systématique de tous les parcours naturels de la région naturelle du Kirimiro sur la productivité, la composition et valeur nutritive.
- Il faudra faire une diversification des cultures fourragères adaptées à tous le pédo-climats du pays ainsi que les recommandations phytotechniques appropriées.
- Il faudra encourager une production intensive. Cela passera par l'application des fertilisants (fumure organique et minérale) et la diffusion des espèces à croissance rapide, à haut rendement et à bonne valeur alimentaire.
- Les éleveurs de la région devraient apprendre les techniques de stockage et de conservation du fourrage excédentaire de la bonne saison pour assurer l'alimentation du bétail en période de soudure.
- Il faudra améliorer les réseaux de distribution de sous produits agro-industriels par la multiplication des maisons de vente qui aideraient les éleveurs de la région. Il faut aussi que ces éleveurs disponibilisent des mangeoires pour minimiser les pertes.
- Enfin, les fourrages des plateaux sont pauvres en éléments minéraux. Il serait intéressant de mettre à la disposition des blocs à lécher riches en minéraux mais également riches en azote.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALUJEVIC.M, 1980
Table d'alimentation, ITAB. 112p.

ANONYME, 1988
Actes des premières journées de réflexion sur l'élevage au Burundi, FACAGRO, ISABU.137p. BRANDELARD. P et NCAMIHIGO .O,1993
Référentiel des cultures fourragères , ISABU. 37p.

CROMALL, 1986
Monographie des Provinces.

FAO/OMS,1988
Questionnaire annuelle de la production.

GABORYAHEZE .A,1993
Quelques observations sur les problèmes d'intégration agriculture-élevage dans les régions densément peuplées, ISABU, publication n°172. 42p.

IGEBU, 2001
Relevées des données climatiques : station de Gitega.

INRA, 1988
Alimentation des bovins, ovins et caprins, Paris. 471p.

IRAZ , 1992
Bulletin d'information sur les jardins agrostologiques.

IRAZ, 1992
Recherche Agrostologique et la problématique de recherche sur les ressources fourragères dans la région :Cas du Burundi. 36p.

JARRIGE .R, 1980
Principe de nutrition et d'alimentation des ruminants, INRA. 597p.

JEAN MICHEL CLEMENT, 1991
Larousse agricole, Paris. 1208 p.

MEMENTO DE L'AGRONOME, 3ème Edition, 1984
Collection « Techniques rurales en Afrique ».
République Française, Ministère de la Coopération et du Développement, Paris. 1591p.

MEMENTO DE L'AGRONOME, 4ème Edition , 1991
Collection « Technique rurales en Afrique ».
République Française, Ministère de la Coopération et du Développement, Paris. 1635p.

MINAGRI, 2000
Rapport annuel DGE, Gitega.

MININTER, 1990
Recensement de la Population et de l'habitat. Département de la population, Git MINISTERE DU PLAN
IVème plan quinquennal (1983-1987) du développement, économique et social au Burundi.
MINISTERE DU PLAN
Vème plan quinquennal (1988-1992) du développement économique et social.

NAHIMANA . V, 2000
Stratégie de calcul de rationnement des bovins au Burundi. Université de Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire. Service de nutrition. Mémoire. 55p.

NDIMUBANDI. A, 1993
Evaluation de la situation actuelle et des axes de recherches futures en matière de l'alimentation des ruminants au Burundi. ISABU, Département de production animale. 29p.

NITEREKA.N et NTIBANDYE . M, 1997
Contribution à l'évaluation de l'alimentation des ruminants au Burundi. Université du Burundi. FACAGRO. Mémoire. 122p.

PAGOT.J, 1985
Elevage en pays tropicaux. Paris. 526p.

PHILIPPE.L et al,1993
Manuel de Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Paris. 288p.

PNUD, 1986
Etude Sectorielle. Elevage.

POZY. P, 1984
Les sous produits agro-industriels au Burundi pour l'alimentation animale. ISABU. Publication n°57.Bujumbura. 43p.

POZY. P, 1986
Intensification des productions animales dans le Bututsi. Méthodologie du transfert sahiwal en milieu rural. ISABU. Publication n°91, Bujumbura. 51p.

POZY.P,1989
Méthode rationnelle d'élevage. ISABU. Publication n°57.Bujumbura. 43p.

POZY .P, 1993
Alimentation des bovins dans le Bututsi. Fiche technique n°17. ISABU. Bujumbura. 56p.

POZY.P et DEHARENG.D ,1996
Composition et valeur nutritive des aliments pour animaux au Burundi. A.G.C.D. Publication agricole n°37. Bruxelles.59p.

RIVIERE .R,1991
Manuel d'alimentation des ruminants en milieu tropical I.E.M.V.T, 3ème édition. 527p.

RUZAGIRIZA .G, 1992
Supplémentation des résidus de récolte par le *Leucaena* chez le mouton en cage de digestibilité. Université du Burundi. FACAGRO. Mémoire. 80p.

VANCOPPENOLLE.R et NYOLE.H., 1984
Note explicative de la carte des pâturages naturels de l 'Imbo-basse Ruzizi, ISABU, publication n° 38. 43p.

ANNEXES

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
	Parcours													
	aucun													
1	Acacia	0,37	7,00	0,68	21,0	57,0	73	11,7	2,0					
2	Andropogon Gayanus; Rukoko, saison des pluies,1977	0,30	0,71	0,63	25,3	70,6	75	3,8	1,7		113	325	21	79
3	Brachiaria ruziziensis; Origine non connue	0,17	0,69	0,61	13,6	38,1	62	2,0			61	333	21	90
4	Brachiaria ruziziensis; Rukoko, avril 1980	0,17	0,67	0,59	13,3	37,1	61,41	2,0	2,1		59	342	21	82
5	Brachiaria ruziziensis; Rukoko, saison des pluies,1982	0,15	0,87	0,83	24,5	68,4	82	2,0	2,1		109	238	21	131
6	Chloris pilosa	0,49	0,80	0,73	16,0	44,6	71	3,0	1,5					
7	Cyanodon niemfuensis	0,31	0,66	0,58	10,0	28,0	59	4,8	3,2					
8	Dactyloctenium	0,28	0,73	0,65	20,0	55,0	71	5,6	2,4					
9	Digitaria longiflora	0,26	0,66	0,65	24,0	55,0	72	3,1	2,3					
10	Digitaria umfolozi; Début floraison, Bukemba, 1958	0,27	0,75	0,68	20,5	57,1	73	6,5	1,3	0,2	91	302	19	95
11	Eragrostis bon	0,46	0,67	0,57	14,31	39,97	62,23	1,01	1,23	0,15				
12	Eragrostis moyen	0,39	0,62	0,52	14,75	41,20	59,66	1,34	1,00	0,08				
13	Eragrostis mauvais	0,39	0,54	0,43	11,26	31,46	51,56	1,36	0,79	0,18				
14	Heteropogon contortus	0,50	0,80	0,80	20,00	54,00	69,00	3,40	1,20					
15	Hyparrhenia bracteata; Mahwa	0,25	0,68	0,59	12,59	35,17	61,11	2,89	0,78	0,17	56,00	313,50	20,50	66,00
16	Hyparrhenia diplandra; Mahwa, mars 1956	0,23	0,58	0,48	15,7	44,0	58	3,4	0,9	0,1	70	351	21	73
17	Hyparrhenia sp; Moso	0,26	0,68	0,60	13,74	38,39	62,41	2,16	0,75		61,13	333,55	21,00	85,71
18	Hyperthelia dissoluta; Moso, juillet 1956	0,47	0,66	0,58	10,3	28,9	59	5,0	1,9	0,5	46	349	16	75
19	Hyperthelia filipendula; Moso, juillet 1956	0,54	0,73	0,65	19,8	55,3	71	5,5	1,5	0,2	88	321	19	72
20	Imperata cylindrica; Moso, saison des pluies	0,32	0,69	0,61	14,16	39,56	63,48	1,70	1,04		63,00	335,68	21,00	73,50
21	Loudetia simplex	0,37	0,59	0,48	15,70	44,00	58,00	2,50	2,60	0,10				
22	Oryza longistaminata	0,45	0,68	0,62	20,20	54,00	65,00	6,80	1,60					
23	Panicum phragmitoïdes; Marais, Moso, février 1958	0,37	0,80	0,73	16,0	44,6	71	3,3	1,0	0,3	71	296	28	63
24	Association de marais à dominance; Cyperus latifolius; Mahwa	0,24	0,76	0,68	22,03	61,54	73,39	3,51	1,60		98,00	273,00	27,50	86,00
25	Association à dominance; Eragrostis - Hyparrhenia; Paddocking, Mahwa	0,45	0,72	0,64	8,79	24,57	59,91	3,40	0,73	0,21	39,13	299,38	18,13	67,63
26	Association à dominance; Eragrostis - Hyparrhenia; Ranching, Mahwa, mars 1958	0,32	0,54	0,43	9,0	25,1	49	3,3	0,8	0,2	40	375	23	63
27	Association; Eragrostis - Hyparrhenia - Exotheca; Bordure de marais, Mahwa	0,38	0,72	0,65	10,11	28,26	61,26	2,81	0,64		45,00	289,50	17,00	89,50
28	Association; Eragrostis - Hyparrhenia - Loudetia; Ranching, Mahwa	0,53	0,71	0,63	24,84	69,39	75,16	3,53	0,71		110,50	296,50	13,50	64,50
29	Association à dominance Loudetia; Paddocking, Mahwa, septembre 1959	0,50	0,76	0,68	10,6	29,5	64	3,7	0,7		47	281	18	73
30	Association à dominance Loudetia; Ranching, Mahwa	0,55	0,63	0,54	7,75	21,67	54,33	3,79	0,59	0,21	34,50	335,50	14,50	64,00
31	Association Themeda - Exotheca; Paddocking, Mahwa, août 1959	0,37	0,65	0,56	11,5	32,0	57,93	4,9	0,9	0,3	51	321	23	81
32	Calllandra calothyrsus; coupes 1-2 (âgée de 6 à 12 mois), milieu rural, Bututsi	0,33	0,43	0,32	52,81	136,40	84,13	5,31	1,51	0,05	206,26	549,18	21,00	48,38
33	Desmodium barbatum; Origine non connue	0,21	0,85	0,79	38,4	99,3	95	8,9	1,4	0,1	151	226	21	65
34	Leucaena leucocephala; Repousses de trois mois, Maramvya, 1989	0,24	0,82	0,76	82,0	211,8	134,03	1,0	0,2		322	209	30	77

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
35	Macrotyloma axillare; Origine non connue	0,77	0,80	0,74	46,4	119,9	100	6,2	2,0	0,1	182	239	21	90
36	Mucuna utilis; Bututsi, après la saison sèche, octobre 1988	0,45	0,97	0,93	47,9	123,8	110	6,3	1,5	0,1	188	142	21	65
37	Mucuna utilis; Feuilles, milieu rural, Bututsi, octobre 1988	0,38	0,80	0,73	33,4	86,2	88	7,0	0,8	0,1	131	277	21	47
38	Mucuna utilis; Feuilles séchées sur le sol, milieu rural, Bututsi, octobre 1987	0,88	0,70	0,67	19,9	51,3	65	4,6	0,6	0,1	78	156	21	320
39	Neonotonia wightii; Origine non connue	0,72	0,74	0,67	47,93	123,79	96,85	10,99	1,81	0,05	188,15	247,50	21,00	144,35
40	Sesbania sesban; Première coupe (à 15 mois), milieu rural, Bututsi, octobre 1988	0,29	0,99	0,96	44,7	115,5	108	9,7	1,7	0,1	176	129	21	65
41	Setaria longiseta	0,57	0,71	0,63	24,0	69,0	75	3,2	1,1					
42	Sporobolus sp	0,43	0,80	0,76	82,0	211,0	134	1,7	0,1					
43	Stylosanthes guyanensis; Avant floraison, Bukemba, 1969	0,22	0,71	0,63	37,4	96,6	86,31	13,0	2,4	0,5	147	305	19	99
44	Stylosanthes guyanensis; En floraison, Bukemba, 1969	0,23	0,68	0,60	24,8	64,1	73,52	13,1	1,3	0,4	98	352	17	68
45	Stylosanthes guyanensis; Bukemba, saison des pluies, 1977	0,19	0,72	0,64	32,6	84,2	82,37	7,2	1,1		128	316	21	76
46	Cultures fourragères													
47	Brachiaria brizantha; Avant floraison, Mahwa, janvier 1956	0,20	0,58	0,49	35,5	99,2	76				158	330	18	126
48	Brachiaria brizantha; En floraison	0,47	0,67	0,59	16,30	45,53	64,46	3,51	0,82	0,31	72,50	327,75	16,25	76,50
49	Brachiaria brizantha; Foin, Mahwa, octobre 1959	0,92	0,45	0,35	12,2	28,6	105	6,0	1,2		46		20	74
50	Brachiaria brizantha, bon	0,20	0,58	0,49	35,51	99,22	76,19	0,00	0,00	0,00	158,00	330,00	18,00	126,00
51	Brachiaria brizantha, moyen	0,47	0,67	0,59	16,30	45,53	64,46	3,51	0,82	0,31	72,50	327,75	16,25	76,50
52	Brachiaria brizantha, foin	0,92	0,45	0,35	12,15	28,64	104,51	5,98	1,18	0,00	46,00		20,00	74,00
53	Brachiaria mutica; Avant floraison, Mahwa, janvier 1956	0,22	0,61	0,52	23,4	65,3	67				104	328	20	100
54	Brachiaria mutica; Début floraison, Mahwa	0,33	0,68	0,59	25,74	71,90	73,52	3,39	1,39	0,41	114,50	318,00	15,50	90,50
55	Brachiaria mutica; En floraison, Mahwa, juillet 1956	0,41	0,67	0,58	17,3	48,4	65	3,3	1,4	1,4	77	312	17	82
56	Cenchrus ciliaris	0,28	0,65	0,56	17,00	47,49	63,18	1,50	1,28		75,78	351,25	21,00	84,97
57	Eragrostis abyssinica; Mahwa, moyen	0,23	0,58	0,48	19,8	55,3	62	2,0	0,8	0,1	88	353	21	69
58	Eragrostis abyssinica; Mahwa, bon	0,32	0,73	0,65	10,3	28,9	61	3,1	0,6		46	291	25	78
59	Eragrostis curvula; Jeunes pousses, Mahwa, août 1959	0,30	0,72	0,63	17,3	48,4	68	2,3	0,6		77	307	21	34
60	Eragrostis curvula; Foin, Mahwa, octobre 1959	0,93	0,70	0,61	32,5	76,6	26	4,0	1,9		123	295	24	47
61	Graminées, mélange (Setaria splendida-; Brachiaria brizant.-Eragrostis curvula); Mahwa,	0,50	0,49	0,39	12,27	34,27	49,91	2,03	1,40	0,13	54,57	389,71	16,14	77,00
62	Melinis minutiflora; En floraison, Bukemba, 1958	0,34	0,72	0,64	17,1	47,7	68	5,0	1,1	0,3	76	328	16	63
63	Panicum coloratum; Début floraison, Bukemba,1958	0,25	0,91	0,86	10,3	28,9	72	3,1	0,1	0,1	46	261	21	46
64	Panicum coloratum; Rukoko, saison des pluies, 1977	0,27	0,79	0,72	25,4	71,0	79	3,0	1,8		113	286	21	94
65	Panicum coloratum; Rukoko, fin des pluies, 1977	0,35	0,63	0,53	10,3	28,9	57	1,9	1,3		46	372	14	46
66	Panicum maximum; Repousses de cinquante-deux jours, Maramvya, 1989	0,26	0,64	0,56	18,6	52,0	63,77	0,4	0,2		83	329	16	161
67	Pennisetum purpureum; divers cultivars	0,22	0,57	0,48	19,86	55,49	61,01	2,45	1,96	0,27	88,51	357,42	20,41	104,06
68	Setaria sp.; Haie anti-érosive, milieu rural, Bututsi	0,23	0,59	0,50	18,81	52,54	60,97	2,65	2,20	0,41	83,67	335,67	21,00	113,33
69	Setaria sp.; parcelle, Milieu rural, Bututsi	0,17	0,63	0,55	23,93	66,93	68,75	2,65	2,16	0,41	106,77	309,31	20,33	113,68
70	Setaria splendida	0,23	0,59	0,51	19,60	54,75	61,85	2,65	2,20	0,41	87,19	335,91	22,78	110,00

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
71	Themeda gigantea; Aouté, Mahwa,1956	0,27	0,60	0,50	14,8	41,4	59	1,1	0,6	0,6	66	347	15	58
72	Tripsacum laxum, mauvais	0,25	0,40	0,29	16,60	49,26	43,10	2,78	1,37	0,16	79,69	431,15	18,83	93,27
73	Tripsacum laxum, moyen	0,31	0,54	0,45	19,90	57,12	57,90	1,70	1,37	0,14	88,56	353,16	21,71	91,18
74	Tripsacum laxum; bon	0,23	0,66	0,58	21,31	59,65	67,11	1,93	1,63	0,10	94,99	316,80	29,10	93,89
75	Maïs + Setaria + Kikuyu; Mélange (coupe à 6 mois), Mugamba	0,25	0,63	0,53	14,4	45,0	57	2,0	1,4	0,1	77	328		82
76	Pennisetum	0,32	0,60	0,53	9,71	38,55	39,36	2,43	1,09	0,10	66,28	286,73	21,00	216,40
77	Sous-produits de culture													
78	Arachide; Feuilles	0,90	0,64	0,60	30,0	90,0	80,00	11,1	2,4		202			153
79	Avoine; Paille	0,79	0,52	0,41	7,7	17,2	49	1,0	0,2		25	395	21	24
80	Bananier; Tronc, milieu rural, Bututsi	0,06	0,58	0,50	9,49	21,07	52,93	2,65	0,59	0,08	30,65	287,58	21,00	127,08
81	Blé; Glumelles	0,84	0,82	0,76	6,8	22,0	64	3,1	0,3	0,0	34	310	21	88
82	Blé; Paille, milieu rural, Bututsi, octobre 1987	0,74	0,43	0,32	9,3	20,6	43,43	2,5	0,3	0,1	30	358	21	54
83	Canne à sucre; Bagasses, Bukemba	0,51	0,13	0,10	0,0	0,0	15,00	0,4	0,4	0,1		372		63
84	Eleusine; Plante entière.	0,50	0,56	0,45	29,27	64,95	69,69	4,35	3,06		94,50	35,00	14,00	44,00
85	Haricot; Fanes, milieu rural, Bututsi, juillet 1987	0,85	0,82	0,76	11,3	36,6	69,46	4,8	0,5	0,1	57	419	21	60
86	Haricot; Gousses sèches, milieu rural, Bututsi, juillet 1987	0,83	0,83	0,76	9,0	29,2	66,75	4,8	0,4	0,1	45	360	21	70
87	Maïs; Feuilles à la récolte du grain, milieu rural, Bututsi	0,24	0,80	0,74	22,8	73,8	77	3,8	2,3	0,0	114	223	21	104
88	Maïs; Feuilles sèches, milieu rural, Bututsi	0,78	0,79	0,74	9,0	29,1	64	4,1	0,6	0,0	45	287	21	113
89	Maïs; Tige stade "laiteux", milieu rural, Bututsi, mars 1989	0,13	0,60	0,50	22,9	50,8	67	4,0	2,5	0,2	74	362	21	92
90	Maïs; Tige stade "pâteux", milieu rural, Bututsi, mars 1989	0,15	0,61	0,52	13,9	30,8	60	2,8	0,8	0,1	45	362	21	74
91	Maïs; Tige à la récolte du grain, milieu rural, Bututsi, mars 1989	0,26	0,62	0,53	7,5	16,7	54,57	1,6	0,9	0,0	24	362	21	82
92	Maïs; Tige séchée sur pied (grain récolté), milieu rural, Bututsi	0,53	0,57	0,47	17,6	39,1	62	2,4	0,9	0,1	57	678	21	88
93	Patate douce; Cordes, Moso, 1958	0,20	0,53	0,42	19,5	43,3	58	1,3	0,8	0,8	63	254	28	72
94	Patate douce; Feuilles, Mahwa, 1956	0,18	0,76	0,70	36,2	117,3	86	2,6	0,2		181	195	41	127
95	Riz: Paille	0,92	0,51	0,42	13,12	29,12	52,36	4,08	0,83	3,23	42,99	335,50	13,00	155,80
96	Sorgho; Feuilles à la récolte du grain, milieu rural, Bututsi, juin 1987	0,90	0,78	0,72	13,8	44,7	68	9,3	0,9	0,2	69	311	21	115
97	Sorgho; Tige à la récolte du grain, milieu rural, Bututsi, juin 1987	0,91	0,51	0,41	14,6	32,3	53,72	5,0	0,6	0,1	47	379	21	87
98	Triticale; Paille, milieu rural, Bututsi, septembre 1987	0,90	0,43	0,32	9,3	20,6	43,43	2,5	0,3	0,1	30	358	21	54
99	Manioc; Cossettes sèches	0,88	1,14	1,16	7,53	18,78	84,56	0,80	1,27		27,81	25,16	16,04	32,10
100	Patate douce; Tubercule	0,33	1,14	1,17	8,16	22,05	84,59	0,75	1,76	0,14	35,00	45,81	9,00	39,44
101	Sous-produits agroindustriels													
102	Arachide; Graines décortiquées, Bukemba, 1967	0,95	0,82	0,82	25,6	156,6	54	0,6	3,3		256	24	526	24
103	Blé; farine	0,89	1,19	1,20	34,85	93,02	110,67	0,35	1,53		137,72	30,00	19,67	7,93
104	Haricot; Grains	0,91	1,07	1,06	24,95	152,80	96,33	1,53	4,79	#DIV/0!	249,75	54,75	14,50	45,25
105	Maïs; Grains	0,88	1,16	1,18	66,07	88,19	136,43	0,22	2,88	0,17	107,95	23,12	46,51	18,75
106	Orge; farine	0,90	1,12	1,12	41,00	109,43	111,10	0,45	4,02		162,00	55,00	26,50	31,50

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
107	Orge; Grains	0,89	1,11	1,12	29,0	72,4	98	0,4	3,4		106	46	66	21
108	Orge; Grains malt[illegible], BRARUDI, 1980	0,94	1,16	1,16	28,6	76,3	102	0,4	3,3		113	49	21	23
109	Riz; Brisures, Imbo, 1979	0,86	1,27	1,29	22,8	60,8	100,62	0,2	2,2	0,3	90	13	23	13
110	Riz; Paddy	0,92	1,02	0,99	30,80	85,26	93,28	0,19	2,56	0,13	127,00	103,00	27,00	55,13
111	Soja; Graines	0,93	0,89	0,86	38,47	235,60	86,96	1,40	6,10	0,03	384,44	91,49	206,58	49,12
112	Sorgho; Grains	0,87	1,15	1,16	23,00	61,50	96,00	0,10	2,88	0,03	96,00	35,00	27,67	17,20
113	Tournesol; Graines décortiquées	0,94	0,87	0,86	16,78	102,80	66,47	1,14	4,46		168,00	52,00	269,50	33,50
114	Arachide; Mutoyi, 1979	0,92	0,91	0,88	96,14	257,83	143,57	1,13	6,84	0,18	401,00	86,00	152,67	47,78
115	Coton; Rafina	0,91	0,96	0,92	167,1	311,03	213,28	1,77	12,01	0,33	458,97	72,62	82,85	67,44
116	Palmiste	0,91	0,64	0,56	92,82	119,67	121,58	1,91	4,84	0,28	150,88	250,19	187,87	35,77
117	Tournesol; Origine non connue	0,93	0,73	0,66	51,0	151,9	93,52	3,8	5,3	0,2	235	214	116	55
118	Blé (origine étrangère); Remoulage	0,88	1,13	1,13	35,3	94,2	105	0,6	0,5		139	45	51	26
119	Blé (origine étrangère); Son	0,88	1,06	1,04	38,70	103,28	102,43	0,80	11,14		148,35	85,96	41,08	50,89
120	Maïs; Son	0,88	1,11	1,10	28,88	77,07	95,91	0,42	3,09		114,10	68,55	55,51	31,60
121	Riz; Farine de cône, Imbo (SRDI)	0,91	0,93	0,92	32,6	87,1	79	0,2	17,1		129	49	222	118
122	Riz; Son	0,89	0,81	0,77	25,58	68,28	71,56	0,48	8,11	0,22	101,82	152,13	112,73	121,59
123	Minéraux													
124	Chaux	1,00						360,0						
125	Echantillon de Fabena, 1979	0,99						141,6	0,7	5,4				923
126	[illegible]	0,94						7,1	2,5	15,5				921
127	Os; Farine, Fabena, 1979	0,92						200,6	102,1					
128	Divers													
129	Albizzia adenthifolia; Origine non connue	0,30	0,82	0,75	60,3	155,7	114	4,4	1,9	0,1	237	251	21	42
130	Avoine; Plante entière	0,50	0,56	0,47	25,5	71,3	65,50	1,0	2,5		114	343	21	121
131	Bananier; Fruit, mauvais	0,18	1,12	1,12	16,18	43,12	86,98	0,16	1,01		64,78	61,00	21,00	60,63
132	Bananier; Fruit, moyen	0,23	1,14	1,14	11,65	31,05	83,73	0,16	0,95		46,63	56,67	21,00	49,67
133	Bananier; Fruit, bon	0,31	1,15	1,15	8,49	22,64	81,35	0,18	0,96	0,00	34,00	49,00	21,00	43,60
134	Bulgur; Origine non connue	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
135	Caféier; Pulpe, Imbo	0,14	1,08	1,07	21,6	57,5	90,97	4,8	0,6		86	210	22	70
136	Cassia siamea; Feuilles, Bututsi	0,73	0,78	0,71	33,1	85,4	86	32,5	1,7	0,1	130	255		103
137	Corne; Farine matrice, Ankole, Fabena, 1979	0,90	0,40	0,38	112,2	195,6	124	0,5	0,5		326	0	3	671
138	Drèches sèches de brasserie; BRARUDI	0,83	0,70	0,63	136,4	192,09	171,39	2,21	5,35		248,36	143,70	95,02	51,22
139	Eriosema lebrunii; Origine non connue	0,83	0,95	0,93	27,7	77,4	88	7,5	1,1	0,2	123	172	21	147
140	Manioc; Farine fermentée en présence de Rhizopus oryzae, 1982	0,85	1,15	1,16	29,2	77,9	102,21	2,3	4,1		115	36	19	41
141	Ndagala sec; Artisanal, 1976	0,87	0,91	0,87	351,8	503,7	373	17,9	20,5	3,2	678	19	79	223
142	Ndagala sec; Artisanal, 1979	0,92	0,81	0,77	303,6	434,6	320,69	23,5	19,7		620	39	133	204

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
143	Poisson; Farine	0,91	0,90	0,87	269,2	385,4	298,94	26,4	11,0	1,9	519	17	62	244
144	Sang; Farine, Mahwa, 1956	0,90	1,11	1,00	474,0	679,0	498	3,3	2,8		835	0	6	50
145	Viande; Farine, Mahwa, 1956	0,94	0,70	0,67	239,0	377,0	257	100,0	48,0		600	0	125	308
146														
	Mélanges													
147	mélange	0,24	0,61	0,51	21,6	60,5	66	1,2	1,2	0,0	96	347	21	49
148	Eragro(58%),Hyparrhenia(15%),Andropo(10%),Bracchia(7%),Themeda(10%)	0,33	0,62	0,53	15,8	44,1	61	1,8	1,0	0,1	25	106	6	23
149	Eragro(60%),Hyparrhenia(20%),Loudetia(10%),Panicum(4%),Themeda(6%)	0,34	0,61	0,52	15,3	42,8	60	1,8	1,2	0,1	16	72	4	15
150	Eragro(80%),Hyparrhenia(5%),Loudetia(15%)	0,38	0,61	0,51	14,9	41,7	59	1,6	1,2	0,1	2	10	1	2
151	Eragro(30%),Hyparrhenia(10%),Loudetia(60%)	0,36	0,60	0,49	15,4	43,1	59	2,2	2,0	0,1	4	22	1	5
152	Panicum(50%),Themeda(10%),Loudetia(20%),Association herbe(20%)	0,36	0,71	0,63	14,9	41,7	65	3,3	1,3	0,3	52	244	20	53
153	Brachiaruz(23%),Hypa(30%),Setaria(23%),Sporobo(9%),Imperata(15%)	0,33	0,73	0,66	27,0	74,0	78	2,4	1,0	0,0	35	153	10	45
154	Brachiaruz(9%),Hypa(11%),Chloris(30%),Sporobo(30%),Panicum(20%)	0,37	0,77	0,71	39.5	104,0	92	2,1	0,8	0,0	20	81	5	34
155	Cyanodon(50%), Eleusine(50%)	0,41	0,60	0,50	21,9	50,8	66	4,5	3,1	0,0	58	22	9	27
156	Cyanodon(56%), Sporobo(32%),Chloris(4%),Hyparrhenia(8%)	0,35	0,72	0,66	38,7	101,2	89	3,3	1,7	0,0	4	20	1	5
157	Bracchia(40%),Heteropogon(25%),Andropo(25%),Hyperthelia(5%),Digitaria(5%)	0,30	0,77	0,74	21,7	59,2	72	3,3	1,6	0,0	54	158	11	53
158	Panicum(90%), Cyanodon(10%)	0,28	0,77	0,71	23,7	66,2	77	3,2	2,0	0,0	100	254	19	84
159	Hyparre(25%),Hyperthelia(25%),Sporobo(13%),Setaria(12%),Chloris(25%)	0,39	0,72	0,65	23,7	63,5	74	3,2	1,3	0,2	30	185	10	45
160	Hyparre(16%),Imperata(16%),Sporobo(50%),Panicum(2%),Chloris(16%)	0,39	0,77	0,71	51,8	134,7	104	2,0	0,6	0,0	16	84	5	21
161	Hyparre(32%),Bracchia(32%),Panicum(16%),Chloris(20%)	0,27	0,72	0,64	14,9	41,6	65	2,2	1,3	0,0	41	216	13	62
162	Hyparrenhia diplandra+Triumfetta flabella+Indigofera	0,34	0,92	0,98	9,9	33,7	30	0,8	0,1	0,1	74	256	40	68
163	Melenis+Katshya+Triumfetta +vigna unquiculta	0,22	0,95	1,00	15,0	50,3	47	0,9	0,1	0,1	92	224	40	57
164	Eragrostis+Lantana camara+Eriosema librumii	0,42	0,90	0,97	7,1	23,8	20	0,7	0,1	0,1	64	284	40	60
165	Hyparrhenia+Eragrostis	0,34	0,93	0,99	6,2	20,6	19	0,7	0,1	0,1	60	253	40	64
166	Bloc nutritionnel:sel(20%)+chaux(40%)+urée(10%)+terre salée(30%)	0,98	0,00	0,00	0,0	147,1	0	148,9	0,7	86,0				
167	Pâturage moyen du Bututsi	0,35	0,61	0,51	15,3	42,9	60	1,8	1,3	0,1	11	51	3	11
168	Pâturage moyen du Moso	0,36	0,71	0,63	14,9	41,7	65	3,3	1,3	0,3				
169	Imbo, pauvre en N	0,33	0,65	0,58	21,0	55,5	66	3,0	1,6	0,0				
170	Imbo, riche en N	0,37	0,76	0,70	43,5	113,3	95	2,4	1,0	0,0				
171	Buyogoma moyen	0,33	0,93	0,99	9,6	32,1	45	0,7	0,1	0,1				
172	Concentré son de riz10%+orge farine40%+riz brisure20%+coton graine30%	0,89	1,07	1,06	74,3	157,3	136	0,8	6,5	0,2				
173	Concentré son de riz20%+orge farine40%+riz brisure20%+coton graine20%	0,89	1,05	1,04	60,0	132,8	122	0,7	6,1	0,2				
174	Concentré son de riz 20%+orge farine30%+riz brisure20+coton graine30%	0,89	1,04	1,02	72,8	153,3	132	0,8	6,9	0,2				
175	BUTUTSI1	0,34	0,65	0,56	23,4	63,2	70	1,7	0,9	0,1	17	84	5	21
176	Bututsi2	0,37	0,63	0,53	16,5	45,8	62	1,9	1,2	0,1	14	42	3	12
177	Butusi3	0,44	0,66	0,57	30,3	80,5	76	4,3	1,7	0,1	47	64	5	36

	Nom	MS	UFL	UFV	PDIA	PDIN	PDIE	Ca	P	Na	MAT	CB	MG	CT
	Unités	%			g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS	g/MS
178	Bututsi4	0,36	0,66	0,58	27,2	72,7	74	1,7	0,8	0,1	19	92	5	22
179	BUTUTSIMOYEN	0,36	0,64	0,55	20,8	56,6	67	2,0	1,1	0,1	18	63	4	17
180	ConcentréBUT1	0,89	0,98	0,96	84,8	159,3	139	2,1	7,8	0,4	231	81	77	80
181	ConcentréBUT2	0,89	1,10	1,08	104,0	184,4	165	1,0	7,2	0,2	257	48	50	40
	Parcours naturels de Kirimiro													
182	Kir 1:Digit 30%, Chloris35%, Eragro 5%, Cynodon 25%, Sporobolis 5%	0,36	0,75	0,68	19,7	54,0	72	4,1	1,7	0,1	27	91	6	29
183	Kir 2:Hyparh 40%, Eragro15%, Cynodon 10%, Hyparh bracteata 15%, Loudeti 20%	0,29	0,61	0,51	14,4	40,6	59	2,9	1,5	0,1	36	187	11	39
184	Kir 3:Cynodon 65%, Sporobolis 5%, Macrot 5%, Digit longiflora 10%, Melenis 15%	0,34	0,68	0,61	17,8	47,4	67	4,5	2,6	0,1	21	61	3	14
185	Kir 4:Digit 70%, Heterop 8%, Oryza 10%, Cynodon 7%, Chloris 5%	0,32	0,74	0,68	19,4	54,0	71	6,0	1,5	0,1	64	211	13	67
186	Kir 5: Desmod 35%, Macrot 20%, Hypertelia 15%, Melenis 20%, Imperata 10%	0,41	0,78	0,71	30,5	81,0	84	6,2	1,4	0,1	124	274	20	71
187	Kir 6 :Eragr 60%, Cynodon 10%, Digit 15%, Hyparh 10%, Neonotonia 5%	0,36	0,64	0,55	17,0	47,0	64	3,1	1,3	0,1	30	93	6	29
188	Kir 7 : Hyparh 25%, Eragr 15%, Loudetia 20%, Sporobolis 30%, Imperata 10%	0,37	0,67	0,59	35,3	93,1	82	2,2	1,1	0,1	24	122	7	26
189	Kirimiro moyen (pauvre en azote fermentescible)	0,35	0,70	0,62	20,0	54,0	69	4,4	1,6	0,1	50	153	10	41
	Aliments concentrés													
190	Son de riz 10% + Coton 40% + Brisure de riz 25% + Grain de Maïs 25%	0,88	1,07	1,06	91,6	168,4	152	0,9	6,9	0,3	235	115	77	57
191	Son de riz 20% + Coton 30% + Brisure de riz 20% + Grain de Maïs 30%	0,88	1,05	1,04	79,6	145,5	139	0,7	6,5	0,3	223	129	94	44
192	Son de riz 30% + Coton 20% + Brisure de riz 25% + Grain de Maïs 25%	0,88	1,04	1,03	63,2	119,0	131	0,6	6,1	0,2	104	90	77	42
	Bloc nutrutionnel													
193	Sel 25% + Chaux 40% + Urée 10% + Terre salée 25%	0.98	0.00	0,00	0,0	147,2	0	145,7	0,0	0,6	104			