

BURKINA FASO

UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR,
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DE L'INNOVATION

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO DIOULASSO (UPB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



Mémoire d'ingénieur du Développement Rural

Option : Elevage

THEME :

Transfert participatif de la technologie de bloc multinutritionnel au profit des éleveurs membres du groupement Azawak « Kossam Bodedji » de Dori



Présenté par : TINDE Djénéba

Maître de stage :

Dr Isidore B GNANDA

Directrice de mémoire :

Prof. Valérie BOUGOUMA/YAMEOGO

JUIN 2016

Table des matieres

Remerciement.....	iv
Liste des sigles et abréviations.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des photos.....	viii
Résumé.....	ix
Summary.....	x
Introduction.....	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LITTERATURE.....	3
I. Généralités sur les blocs multinationnels.....	4
1.1. Problématique d'alimentation du bétail dans le sahel.....	4
1.2. Historique des blocs multinationnels.....	5
1.3. Définition et importances des blocs multinationnels.....	5
1.4. Formulation des blocs multinationnels (BMN).....	6
1.5. Principales matières premières utilisées dans la fabrication des BMN.....	7
1.6. Qualité des blocs multinationnels.....	9
1.7. Valeur nutritive des BMN.....	9
1.8. Effets sur les paramètres physico-chimiques du rumen.....	9
1.9. Impacts des blocs multi nutritionnels sur l'utilisation des fourrages et les performances des animaux.....	10
1.9.1. Impact sur l'ingestion et la digestion des fourrages.....	10
1.9.2. Impact sur la production laitière.....	11
1.9.3. Impact sur la croissance des animaux.....	11
1.10. Règles d'utilisation des blocs multinationnels.....	12
II. Ingestibilité et digestibilité chez les ruminants.....	13
2.1. La digestion chez les ruminants.....	13
2.1.1. L'anatomie du tube digestif chez les ruminants.....	13
2.1.2. La digestion des aliments.....	13
2.2. L'ingestibilité et la digestibilité des aliments.....	15
2.2.1. L'ingestibilité.....	15
2.2.2. La digestibilité.....	15
2.3. Relation entre l'ingestibilité et la digestibilité.....	18
III. Généralités sur la production laitière.....	19
3.1. Définition et rôle du lait.....	19
3.2. Alimentation des vaches allaitantes.....	19
3.3. Les principaux facteurs d'influence de la production de lait.....	20

DEUXIEME PARTIE : ETUDES EXPERIMENTALES	22
I. Matériels et méthodes	23
1.1. Présentation du site de l'étude	23
1.2. Formulation de blocs multinutritionnels et renforcement des capacités techniques des promoteurs/ promotrices à la fabrique des produits définis.....	23
1.2.1. Formulation de blocs multinutritionnels.....	23
1.2.2. Renforcement des capacités techniques des promoteurs/promotrices à la fabrique de BMN.....	23
1.3. Etude de la valeur alimentaire et nutritionnelle des deux (2) formules de bloc multinutritionnel	25
1.3.1. Evaluation des valeurs alimentaires : étude d'ingestibilité et de digestibilité.....	25
1.3.2. Evaluation de la valeur nutritionnelle des BMN : suivi d'insertion des BMN dans les élevages laitiers des acteurs.....	32
1.4. Analyse de la rentabilité financière de l'unité de production des blocs multinutritionnels.....	33
1.4.1. Définitions de quelques terminologies	34
1.4.2. Méthodes de détermination du bénéfice	35
1.5. Traitement et analyse des données	36
II. Résultats	37
2.1. Renforcement des capacités techniques et niveau de participation des acteurs.....	37
2.2. Résultats de l'étude de la valeur alimentaire.....	38
2.2.1. Composition chimique des intrants utilisés dans la fabrication des Blocs et dans l'étude de digestibilité	38
2.2.2. Ingestibilité de la matière sèche des rations et des blocs multinutritionnels.....	40
2.2.3. Utilisation digestive des différentes rations.....	41
2.3. Résultats sur l'insertion des BMN dans les élevages laitiers des promoteurs/promotrices	43
2.4. Dressage du compte d'exploitation	44
III. Discussion	46
3.1. Formulation de blocs multinutritionnels, renforcement des capacités techniques et niveau de participation des promotrices	46
3.2. Compositions chimiques des aliments des blocs	46
3.3. Ingestibilité de la matière sèche des rations et des blocs multinutritionnels	46
3.4. Utilisation digestive des différentes rations.....	47
3.5. L'insertion des BMN dans les élevages allaitantes des promotrices.....	48
3.6. Analyse de la rentabilité financière de l'unité de production des blocs multinutritionnels.....	49
Conclusion	51
Références Bibliographiques	53
Annexes	a

À la mémoire de mon défunt oncle

TINDE Sanzier Yacouba

que la terre lui soit légère

À mon père

TINDE Diontier Abdoulaye

À ma mère

Dissa batchéréba

À toute ma famille

Je vous dédie ce présent mémoire

Merci de m'avoir soutenu jusqu'au bout.

Remerciement

Notre étude a pu être réalisée grâce à la bonne volonté de plusieurs personnes. J'adresse mes sincères remerciements à toutes ces personnes qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de la présente étude. Je remercie tout particulièrement :

- ❖ Le Prof. Valerie BOUGOUMA-YAMEOGO, ma directrice de mémoire pour m'avoir facilité l'obtention de la structure d'accueil de mon stage et pour les différentes contributions à la qualité scientifique du document ainsi que les différents conseils prodigués à mon égard. je ne saurais en ces quelques lignes, vous faire part de ma reconnaissance ;
- ❖ Le Dr Korodjouma OUATTARA, Directeur du Centre de Recherche Environnementales, Agricoles et de Formation (CREAF) de Kamboinsé, pour m'avoir donné son accord pour que je réalise mon stage au sein de sa structure ;
- ❖ Le Dr Hadja Oumou SANON, Chef de Département Productions Animales pour les facilités administratives et d'intégration qui ont été réservées à mon égard ;
- ❖ Le Dr Isidore B. GNANDA, mon maître de stage, pour m'avoir fait confiance en me donnant ce thème d'étude, pour ses qualités humaines, sa rigueur dans le travail et sa disponibilité malgré son calendrier chargé ;
- ❖ Monsieur SINON Boukaré, technicien du laboratoire d'alimentation et de nutrition animale du DPA pour ses conseils et son implication active dans la mise en œuvre des différents travaux sur le terrain ainsi que la conduite des analyses chimiques de laboratoire ;
- ❖ Madame SANOU Assita pour sa contribution dans la mise en place des essais ;
- ❖ Le Dr Aïssata WEREME/ N'DIAYE pour ses apports scientifiques ;
- ❖ Monsieur DICKO Amadou pour sa collaboration et son assistance à la collecte de données sur le terrain à Dori ;
- ❖ Monsieur DICKO Boureima, bouvier du Département Productions Animales pour son aide dans les différents travaux de mesures de paramètres sur les tests de digestibilité ;
- ❖ Toute la direction de l'IDR/UPB et l'ensemble du corps professoral pour leur disponibilité et la qualité de l'enseignement dispensé ;
- ❖ Tout le personnel du Département Productions Animales du CREAF, particulièrement Monsieur KABORE Michel et Dr Almamy KONATE pour leurs différentes contributions ;
- ❖ Au projet AZAWAK/BMN pour la réalisation des activités ;
- ❖ La famille BAILLOU pour leur accueil chaleureux ainsi que leurs soutiens multiformes ;
- ❖ Mes promotionnaires et amis pour leur encouragement.

Liste des sigles et abréviations

AC	: Aliment CITEC
ADF	: Acid Detergent Fiber
ADL	: Acid Detergent Lignin
AG	: Acide Gras
BMN	: Bloc multinutritionnel
BMN1	: Blocs multinutritionnel formule 1
BMN2	: Bloc multinutritionnel formule 2
CB	: Cellulose Brute
CMV	: Concentration Minérale et Vitaminique
CREAF	: Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation
CUD	: Coefficient d'Utilisation Digestive
CVU	: Charge Variable Unitaire
dENA	: Digestibilité des Extractif Non Azoté
DGPER	: Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale
dMAT	: Digestibilité de la Matière Azoté Totale
dMG	: Digestibilité de la Matière Grasse
dMM	: Digestibilité de la Matière Minérale
dMO	: Digestibilité de la Matière Organique
dMS	: Digestibilité de la Matière Sèche
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GMQ	: Gain Moyen Quotidien
IDR	: Institut du Développement Rural
INRA	: Institut National de Recherche Agronomique
MAD	: Matière Azoté Digestible
MAT	: Matière Azoté Totale
MM	: Matière Minérale
MO	: Matière Organique
MRA	: Ministère des Ressources Animales
MS	: Matière Sèche
NA	: Non Appliqué

NDF	: Neutral Detergent Fiber
NEC	: Note d'état Corporel
N-NH ₃	: l'Ammoniaque
PDIM	: Protéine Digestible dans l'Intestin grêle d'Origine Microbienne
PEG	: Polyéthylène glycol
PIB	: Produit Intérieur Brut
PM	: Poids Métabolisable
Pp	: <i>Pennisetum pedicellatum</i>
PU	: Prix de vente Unitaire
SPA	: Sous-Produit Agricole
SPAI	: Sous-Produit Agro Industriel
SPSS	: Statistical Package for the Social Science
UBT	: Unité Bovin Tropical
UF	: Unité Fourragère
UFL	: Unité Fourragère Lait
UFV	: Unité Fourragère Viande
UPB	: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

Liste des tableaux

Tableau 1. Exemples de formules utilisées, % de produit brut	8
Tableaux 2 : Valeurs nutritives des BMN en % MS	9
Tableau 3. Effets des blocs sur la croissance (GMQ)	12
Tableau 4 : Composition de la formule I (BMN1) des promoteurs/promotrices	27
Tableau 5 : Composition de la formule II (BMN2) des promoteurs/promotrices	28
Tableau 6: Composition chimique des ingrédients utilisés dans la fabrication des blocs multinutritionnels (BMN)	39
Tableau 7 : Valeurs nutritives des intrants utilisés dans l'étude de digestibilité.....	39
Tableau 8 : Ingestibilité de la matière sèche des rations entières et des blocs multinutritionnels (BMN)	40
Tableau 9 : Digestibilité moyenne des rations appliquées	42
Tableau 10 : Digestibilité moyenne des rations appliquées	42
Tableau 11 : Digestibilité des Blocs multinutritionnels (BMN)	43
Tableau 12 : Résultats sur la production laitière, la note d'état corporel et la consommation de BMN	44
Tableau 13 : Compte d'exploitation établie sur la production du bloc de formule 1.....	45
Tableau 14 : Compte d'exploitation établie sur la production du bloc de formule 2.....	45

Liste des photos

Photo 1 : Séance de broyage.....	24
Photo 2 : Séance de pesage des composants des BMN.....	24
Photo 4 : Séance de moulage des BMN	24
Photo 3 : Séance de mélange des composants des BMN	24
Photo 5 : Phase de séchage des BMN	25
Photo 6 : Stockage des BMN dans le magasin de l'atelier de fabrication	25
Photo 7 : Moutons en cage de digestibilité	26
Photo 8 : Epruvette utilisée pour la mesure	33
Photo 9 : Séance de traite de lait par le berger	33

Résumé

En saison sèche, dans les zones sahéliennes, l'alimentation du bétail constitue une contrainte majeure à laquelle les éleveurs doivent faire face. L'utilisation des blocs multinutritionnels (BMN) comme complément semble être une alternative. Cependant, la technologie est mal connue et certains ingrédients nécessaires à sa mise en œuvre ne sont pas facilement accessibles. Cela limite sa diffusion au sein des exploitations d'élevage. La présente étude, réalisée dans la ville de Dori, a eu pour objet de formuler, de manière participative avec les membres du groupement d'éleveurs d'Azawak « Kossam Bodedji » de Dori, un BMN à adopter pour leur unité de fabrication des BMN. Il s'est agi dans un premier temps de définir, de manière participative, deux (2) formules de BMN (BMN 1, BMN 2) à valider par des tests d'évaluation de la valeur alimentaire et nutritionnelle en vue de l'adoption de la meilleure formule parmi celles-ci. L'étape suivante a été de former les promoteurs/promotrices sur les techniques de fabrication des BMN. Ce qui leur a permis de produire des échantillons de BMN qui ont servi à mettre en œuvre les tests d'évaluation de la valeur alimentaire (étude de digestibilité) et nutritionnelle (suivi d'insertion de ces formules de BMN dans les élevages laitiers des acteurs). L'analyse bromatologique du BMN2 a relevé des teneurs plus importantes en matière azotée (62,38%) et en matière organique (60,34%) comparativement à celles du BMN1. Les valeurs observées ont montré que l'ingestion de la ration contenant le BMN2 (67 ± 8 g MS/kg PM) a différé significativement de celle de la ration témoin (62 ± 7 g MS/kg PM), contrairement à la ration contenant le BMN1. La consommation du BMN2 (49 ± 44 g/animal/j) a été significative élevée par rapport à celle du BMN1 (18 ± 22 g/animal/j). La valeur de la digestibilité de la matière sèche du régime contenant BMN2 ($56,87 \pm 8,26\%$) a différé significativement de celle rapportée sur la ration témoin, c'est-à-dire le régime *Pennisetum pedicelatum* sans BMN ($52,64 \pm 7,24\%$). Ce qui n'a pas été le cas avec la ration utilisant le BMN1. Contrairement à la digestibilité de la cellulose brute, la digestibilité de la matière organique, celle de la matière minérale et celle de la matière azotée ont subi les mêmes tendances. En outre, la production laitière des vaches complémentées au BMN2 a été en moyenne de $2,79 \pm 1,99$ kg/animal/jour contre des valeurs de $2,50 \pm 0,89$ et de $2,01 \pm 0,84$ kg/animal/jour pour respectivement les vaches complémentées au BMN1 et les vaches témoins. Ces valeurs ont présenté une différence significative au seuil de 5%. Le compte d'exploitation établi sur la vente des blocs a montré une marge nette plus intéressante de 700 F CFA pour le BMN 2 contre une marge de 673 F CFA pour le BMN1. Il ressort de cette étude que le BMN2 serait le mieux adapté dans l'unité de fabrication des membres du groupement Azawak « Kossam Bodedji. »

Mots clés : bloc multinutritionnel, ingestibilité, digestibilité, compte d'exploitation, production laitière

Summary

During the dry season, especially in the Sahel, the animal feed constitutes a major constraint to which the cattle-breeders must face. The use of multinutritional blocks (BMN) as complement appears to be an alternative. However, technology is badly known and certain ingredients necessary to its implementation are not easily accessible. That limits its diffusion within the livestock farms. This study conducted in the city of Dori, was intended to formulate in a participative way with the members of the grouping of stockbreeders of Azawak "Kossam Bodedji" Dori, a BMN to be adopted for their product manufacturing unit. It was initially a question of defining in a participative way, two (2) formulas of BMN (BMN 1 BMN 2) to be validated by tests for assessing the food value and nutrition for the adoption of the best option among them. The next step was to train promoters on BMN manufacturing technics. This allowed them to produce samples of BMN which were used to implement the tests of evaluation of the food value (digestibility study) (followed by insertion of these forms of BMN in dairy farms actors). The bromatologic analysis of the BMN2 noted larger amounts of nitrogenous matter (62.38%) and organic matter (60.34%) compared to those of BMN1. The values observed showed that the ingestion of the diet containing the BMN2 (67 ± 8 g DM / kg PM) differed significantly from that of the control diet (62 ± 7 g DM / kg CT) unlike the ration containing the BMN1. BMN2 of consumption (49 ± 44 g / animal / day) was significantly elevated compared to that of BMN1 (18 ± 22 g / animal / day). The value of the digestibility of dry matter diet containing BMN2 ($56.87 \pm 8.26\%$) was significantly different from that reported on the control diet, that is to say the regime without Pp BMN ($52.64 \pm 7.24\%$). This has not been the case with the ration using the BMN1. Digestibility of organic matter, that of the mineral and that of the nitrogenous matter underwent the same trends. For the digestibility of crude fiber, the highest value was observed with the control diet. In addition, dairy cows supplemented with BMN2 averaged 2.79 ± 1.99 kg / animal / day against values of 2.50 ± 0.89 and 2.01 ± 0.84 kg / animal / day for cows supplemented respectively in BMN1 and control cows. The operating account showed a more attractive net margin of 700 CFA for BMN 2 against a margin of 673 CFA for BMN1. It appears from this study that the BMN2 would be best to adapt in the manufacturing unit of the group members of Azawak "Kossam Bodedji."

Keywords: multinutritional block, ingestibility, digestibility, operating statement, dairy production.

Introduction

L'élevage représente l'une des principales sources de devises pour un grand nombre de pays de l'Afrique Sub-saharienne, notamment pour ceux situés dans la zone sahélienne (OUATTARA, 2008). Au Burkina Faso, l'activité d'élevage est pratiquée par plus de 80 % de la population qui tirent entièrement ou partiellement leurs revenus de cette activité (Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale DGPER, 2010). Avec un cheptel national de ruminants estimé à plus de 8 millions de bovins, 19 millions de petits ruminants, le sous-secteur de l'élevage participe substantiellement à l'économie nationale (MRA, 2010). En effet, il contribue pour plus de 18 % à la formation du Produit Intérieur Brut (PIB) et représente près de 26 % des exportations en valeur (MRA, 2010). Malgré cette importance socio-économique reconnue à l'élevage burkinabé, les problèmes d'alimentation, en particulier de saison sèche, font que la productivité des élevages reste très faible, voire médiocre. Les progrès réalisés ces dernières années par les éleveurs pour constituer des stocks de fourrages naturels et de résidus de cultures pour la complémentation de leurs animaux en période de soudure, restent globalement limités dans leur impact. En effet, si ces ressources mobilisées du processus de stockage constituent des sources intéressantes d'apports énergétiques aux animaux, leur fourniture en matières azotées et surtout en minéraux, reste très médiocre, tant pour des raisons de disponibilité que de prix. L'emploi de l'urée comme complément des fourrages pauvres (BOUGOUMA-YAMEOGO, 1995) améliore la qualité de ces fourrages. Cependant, mal utilisée, elle peut entraîner des cas d'intoxications. Pour ce qui est de la complémentation minérale, l'essentiel a longtemps été assuré par l'exploitation des cures salées. Or, aujourd'hui, ces ressources alimentaires naturelles sont pratiquement dégradées et ont subi d'importants effets d'ensablement (GNANDA, 2008).

En production laitière par exemple, les minéraux tels que le sodium, le phosphore, le potassium et le chlore contribuent au contrôle quantitatif de la production du lait en synergie avec le lactose. Les animaux d'engraissement ont besoin d'une fourniture suffisante en énergie, des apports équilibrés en azote et en minéraux, leur assurant une bonne prise de poids, tout en maintenant leurs os bien solides pour supporter cette prise de poids. Les carences nutritives des fourrages de saison sèche sont également causes d'importantes baisses des performances de reproduction des animaux de nos élevages.

Il convient dès lors d'améliorer et d'optimiser l'utilisation des ressources locales pauvres en apportant des nutriments pour équilibrer les produits de la fermentation (HASSOUN et BA,

1990). La technologie de Bloc Multinutritionnel (BMN) peut représenter une solution adaptée à cette option car elle aide à mieux valoriser les ressources locales à haute valeur nutritive et à améliorer leur impact sur la valorisation des ressources locales pauvres dans l'alimentation des animaux. En plus, les BMN peuvent être commercialisés au niveau local. Ce qui fait d'une telle technologie un secteur marchand très intéressant pour le développement de l'économie familiale, voire locale. Les producteurs de matières premières entrant dans la production des BMN (producteurs de fourrages cultivés et collecteurs de ressources naturelles) peuvent améliorer leur revenu par la vente de leurs produits aux unités de fabrication.

La présente recherche a donc eu pour objet d'améliorer le transfert de techniques en matière de production de Blocs multinutritionnels au profit des éleveurs membres du groupement d'Azawak Kossam Bodedji de Dori, en y apportant en partie les solutions aux besoins :

- de réduction de la pénibilité de travail (une mécanisation moyenne du processus de production des Blocs multinutritionnels) ;
- de revisiter la composition d'une ancienne formule de BMN utilisée par les promoteurs/promotrices en intégrant de manière optimale les ingrédients localement accessibles ;
- d'amélioration des capacités techniques des acteurs à la fabrication des BMN.

Le présent document s'articule autour des parties essentielles suivantes

- Revue de littérature traitant trois points:
 - ✓ Généralités sur les blocs multinutritionnels,
 - ✓ Ingestion et Digestion des aliments chez les ruminants,
 - ✓ Généralités sur la production laitière.
- Etude expérimentale traitant les points suivants :
 - ✓ Les matériels et les méthodes entrant dans la détermination d'une formule BMN,
 - ✓ Les résultats des différents essais,
 - ✓ Les discussions des résultats,
 - ✓ La conclusion.

PREMIERE PARTIE : REVUE DE LITTERATURE

I. Généralités sur les blocs multinutritionnels

1.1. Problématique d'alimentation du bétail dans le sahel

Les pâturages naturels représentent près de 90% des ressources alimentaires pour le bétail dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne (COULIBALY, 2001). Cependant, l'extension rapide des surfaces cultivées consécutive à la démographie galopante, la persévérance des sécheresses répétées, l'intensification des phénomènes d'érosion et les dégradations multiformes de la nature dues aux hommes et aux animaux, ont fortement réduit les espaces pâturables (KIEMA *et al*, 2012). De plus, pendant la saison sèche, les pâturages naturels sont généralement pauvres. Selon GNANDA (2008), l'un des problèmes liés à cette pauvreté est la rapidité des cycles des herbacées sahéliennes. Ainsi, les stades correspondant à la mobilisation des principes nutritifs pour la formation des graines sont rapidement atteints, si bien que le tapis herbacé s'appauvrit très vite en éléments nutritifs, notamment protéiques. Les animaux font souvent recours aux graminées qui constituent la majeure partie de ces pâturages. Malheureusement, leur valeur nutritive se détériore rapidement avec l'âge et l'avancée de la saison sèche (PAMO *et al*, 2007).

D'autres produits de compensation sont les résidus de récolte encore appelés sous-produits agricoles (SPA) correspondant aux pailles de céréales (mil, maïs, sorgho, riz) ainsi que les fanes des légumineuses (niébé, arachide,). Selon KIEMA *et al*. (2012), au Sahel, les quantités de fourrage les plus stockées concernent les tiges de céréales (près de 80%), les fanes de légumineuses (12,8%) et le fourrage naturel (12,6%). Or, les tiges de céréales sont de qualités médiocres. En effet, elles ne contiennent que 2 à 5 % de matières azotées totales (CHENOST et KAYOULI, 1997). Selon ces mêmes auteurs, l'azote de ces fourrages est en outre souvent inaccessible car il est lié aux parois cellulaires lignifiées. La valeur minérale et vitaminique de ces produits sont également très faibles.

Les éleveurs sont contraints à utiliser les sous-produits agro-industriels (SPA) pour augmenter les performances de leurs animaux d'élevage. Cependant, un des principaux facteurs limitant de l'utilisation de ces produits est leur accessibilité. Les zones d'élevage sont souvent éloignées de leurs zones de production et l'on assiste fréquemment à une flambée des prix (SOME, 1998).

1.2. Historique des blocs multinutritionnels

En saison sèche, la disponibilité et l'accessibilité de fourrage de bonne qualité est un grand défi que les éleveurs, surtout ceux du Sahel doivent relever. La technologie des BMN fait partie des stratégies développées pour relever en partie ce défi. Selon MOUDJAHED *et al.* (2000), la fabrication des BMN a vu ses premiers pas en Australie grâce aux travaux de BEANMES (1963). Ces auteurs rapportent que d'autres auteurs ont également réalisé des travaux sur les BMN tels que LENG (1984), SUDANA (1985), KUNJU (1986), SANSOUCY (1986) et KAYOULI (1994).

1.3. Définition et importances des blocs multinutritionnels

Un bloc multinutritionnel est un assemblage d'éléments homogènes renfermant des nutriments minéraux, azotés, énergétiques et parfois vitaminiques (GNANDA, 2008). Sa confection se fait à partir des ingrédients localement disponibles. Aussi, elle n'exige pas une haute technologie pour sa fabrication. Les avantages de cette technique résident dans l'amélioration des fermentations de la paroi végétale et de la croissance microbienne par un apport synchronisé et réparti sur la journée de l'azote et de l'énergie fermentescible, des minéraux et des vitamines (MOUJAHED *et al.*, 2003).

L'effet des blocs est appréciable sur la performance des ruminants. Du point de vue socio économie, l'intérêt des BMN est considérable. La vulgarisation à grande échelle de cette innovation contribuera certainement au développement de l'élevage et des gains substantiels pour l'économie nationale.

Les principaux intérêts des BMN sont les suivants :

- une complémentation minérale catalytique pour les microorganismes du rumen qui favorise les fermentations ruminales et par là, améliore la digestibilité et l'ingestibilité du fourrage ainsi que la nutrition azotée de l'animal grâce à une synthèse accrue des microbes du rumen ;
- une supplémentation minérale qui fait souvent défaut chez les éleveurs ;
- une facilité de manipulation et de transport, surtout pour les transhumants ;
- une diminution des risques d'intoxication par l'urée (grâce à une consommation

étalée),

- la possibilité de fabrication artisanale et de commercialisation à l'échelle villageoise ;
- une diminution du coût de la complémentation.

1.4. Formulation des blocs multinutritionnels (BMN)

Les blocs multinutritionnels sont surtout utilisés en période sèche comme compléments d'appoint aux animaux. Généralement, faute d'informations sur les bilans nutritionnels des animaux des élevages extensifs, comme c'est le cas de la plupart de nos élevages, il est toujours justifier d'opter pour ce type de complément qui fonctionne sur un principe de consommation à volonté et qui permet d'avoir une bonne disponibilité et de façon continue, de l'azote, des éléments minéraux et de l'énergie fermentescible dans le rumen (GNANDA, 2008).

Le développement de la technologie des blocs multinutritionnels doit se faire sur la base de la prise en compte d'un certain nombre de conditions et d'élément existant dans le milieu de production (GNANDA et OUEDRAOGO, 2013):

- L'utilisation des blocs multinutritionnels n'est surtout recommandée que lorsqu'il s'agit de résoudre des problèmes pratiques rencontrés par les éleveurs tels que par exemple le manque de ressources alimentaires azotées pour les animaux en régime d'alimentation à base de résidus de récolte ou ceux exploitant les pâturages pauvres. Les effets des blocs multinutritionnels sont généralement peu significatifs lorsqu'ils sont apportés aux animaux qui reçoivent déjà une alimentation de qualité.
- Pour la technique d'alimentation basée sur l'utilisation des blocs multinutritionnels, le choix de l'animal cible est très important. Il est prouvé que la technologie est plus adaptée aux animaux laitiers, aux animaux de reproduction et dans une moindre mesure, aux animaux d'embouche. D'autres expériences ont montré également qu'elle peut s'appliquer aux systèmes de production utilisant les animaux de trait.
- Le transfert de la technologie au profit des éleveurs doit se faire sous une très bonne supervision et assistance techniques.

- Il faut prendre en compte le ratio coût/bénéfice dans l'introduction de la technologie au niveau local. Les éleveurs doivent obtenir des bénéfices financiers de leurs investissements ; lesquels bénéfices vont dépendre aussi bien, du coût des intrants utilisés dans la confection des blocs, mais également des recettes issues de la vente des produits récoltés (lait, viande, travail).

1.5. Principales matières premières utilisées dans la fabrication des BMN

Les aliments qui entrent dans la fabrication des BMN peuvent être des produits locaux ou des produits d'origine industrielle. Quel que soit le type de produit, ces aliments peuvent être selon GNANDA *et al*, (2014) regroupés en :

▲ Aliments riches en nutriments azotés

L'urée constitue la principale source d'azote dans un bloc. Son taux d'incorporation dans le bloc dépasse rarement les 10%. Cependant, il est de plus en plus indiqué de faire recours à des sources d'azote protéique qu'un certain nombre d'ingrédients locaux peuvent procurer : gousses de *Acacia raddiana*, cosses et fanes de niébé, fanes de *Alysicarpus ovalifolius*, *Cassia Obtusifolia*, etc.

Les tourteaux (tourteaux de coton, tourteaux de soja, etc.) constituent des sources importantes d'apports de protéines vraies dans la composition des BMN.

▲ Aliments riches en nutriments énergétiques

La mélasse reste une excellente source d'énergie fermentescible rapidement disponible dans le rumen des animaux. Cependant, pour ne pas rendre très durs les BMN, il est conseillé de ne pas incorporer des quantités importantes de mélasse.

Certains produits ligneux tels que les gousses de *Piliostigma reticulatum* et les fruits de *Faidherbia albida*, sont d'assez bonnes sources d'énergie pour les BMN.

Le son de blé et les sons locaux (son de mil, de sorgho, de maïs, etc.) constituent également des ressources énergétiques très intéressantes pour les BMN.

▲ Aliments riches en éléments minéraux

On peut utiliser du sel marin simple ou du sel iodé. La richesse des BMN en phosphore, en calcium et en magnésium, est assurée par la présence de la poudre d'os ou des coquilles d'huîtres, et dans une moindre mesure, du kaolin ou de l'argile, souvent incorporé aux produits pour son rôle de liant. Le phosphate bicalcique représente également une source importante d'apport en phosphore, en calcium et en magnésium.

Les éléments traces tels que le fer, le cuivre, le zinc, le Mn, etc., sont couramment incorporés dans les blocs sous forme de d'oxydes ou de sulfates. Cependant, certains intrants des BMN tels que les feuilles et les gousses des ligneux, peuvent également contribuer à les enrichir en fer, en cuivre, en zinc et en Mn.

▲ Aliments jouant le rôle de liants

Le ciment ordinaire est le plus couramment utilisé comme liant pour la fabrication des blocs multi nutritionnels. En général, il est utilisé à la dose de 5 à 15% (HASSOUN et BA 1990). La chaux vive est également utilisée comme liant pour la fabrication des blocs. D'autres matières telles que la mélasse, l'argile, le kaolin, les cosse de niébés, etc., jouent également le rôle de liant dans la fabrication des blocs multinationnels.

Tableau 1. Exemples de formules utilisées, % de produit brut

Ingrédients	Formules								
	(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(6)
Auteurs									
Urée	10	10	10	4,4	10	10	10	10	5,9
Mélasse			50		10	10	10		
Son de blé	65	60	25	26,7	35	30	43	48	23,5
Gruau de blé				10,7					11,8
Grignons d'olives				42,2	20	15			35,3
Ciment	10		5		10	10	15	20	
Chaux	5	20	5	10,7			5	5	7,8
Sel			5	4,4	5	5	10	10	3,9
Phosphate bicalcique	10	10			5	5	5	5	
CMV				0,9	5	5	2	2	1
PEG 4000						10			10,7

Source : Moujahed *et al*, (2003)

CMV= Concentration Minérale et Vitaminique

PEG = Polyéthylène glycol

1.6. Qualité des blocs multinationnels

La qualité des BMN est appréciable à travers un certain nombre d'opérations qui permettent de tester leur dureté et leur cohésion.

Pour tester la dureté des blocs, on exerce une certaine force avec le pouce sur le milieu du bloc. La qualité du bloc est bonne lorsque le pouce ne s'enfonce pas même avec de grande pression. Le test peut également se faire à l'aide d'un pénétromètre digital (CHABACA et al, 2010).

Pour la cohésion, elle est déterminée en essayant de rompre le bloc à la main. Si le bloc reste intact, il est bien cohérent et les animaux pourront le lécher.

1.7. Valeur nutritive des BMN

La valeur nutritive des blocs varie selon leur composition. A ce sujet, la littérature nous fournit quelques données inscrites dans le tableau 2.

Tableaux 2 : Valeurs nutritives des BMN en % MS

Composition	1	2	2	3	4	5	5	5
MS	95,1	84,2	84,2	78,19	82,60	89	89,5	91,5
MM	-	26,7	30,6	33,02	20,10	15,80	19,77	15,81
MO	72,4	73,3	69,4	66,98	79,88	84,20	80,23	84,19
MAD	32,7	-	-	-	-	-	-	-
MAT	-	22,2	21,5	32,45	16,80	9,18	11,72	13,25
CB	-	10,6	4,9	-	15,66	20,72	17,93	8,85
NDF	27,9			16,72				
ADL	-			5,79				
UF	0,56							
UFL					0,92			
UFV					0,94			

(1)ZOUNDI et al (2003), (2) HOUMANI et TISSERAN (1999), (3) CHABACA et al (2010), (4) ABECHA et MENGAA (2007), (5) TABAI (2008)

1.8. Effets sur les paramètres physico-chimiques du rumen

Les fermentations ruminales sont souvent modifiées chez les animaux complémentés aux blocs multinationnels. Ce phénomène est surtout en relation avec l'apport d'azote soluble, de glucides fermentescibles et de minéraux (MOUJAHED et al, 2003). En effet, des auteurs (SUDANA et LENG 1986 ; KUNJU ,1986) ont observé une augmentation de la concentration des acide gras volatil (AGV) dans le rumen. En outre, la consommation des blocs

multinutritionnels se traduit dans la quasi-totalité des cas par une augmentation de la concentration en N-NH₃ dans le rumen. Cette augmentation est surtout liée à la forte solubilité de l'urée et à sa vitesse de dégradation élevée (MOUJAHED *et al*, 2003). En revanche, d'autres auteurs ont testé les BMN avec différents niveaux d'urée et les résultats ont montré que les blocs n'induisent pas de modifications importantes de la valeur du pH.

1.9. Impacts des blocs multi nutritionnels sur l'utilisation des fourrages et les performances des animaux

Les BMN ont pour rôle principale de valoriser les fourrages pauvres tout en améliorant leur ingestibilité et leur digestibilité. Ces éléments nutritifs permettent une amélioration des performances zootechniques des animaux.

1.9.1. Impact sur l'ingestion et la digestion des fourrages

L'utilisation des blocs multinutritionnels permet un équilibre nutritionnel à travers une supplémentation " catalytique" qui favorise l'optimisation des fermentations ruminales et par conséquent, une amélioration de la digestibilité et de l'ingestibilité des fourrages (ABECHA et MENGAA, 2007).

De nombreux travaux ont été réalisés afin d'évaluer les effets des BMN sur l'ingestion et la digestibilité des fourrages. C'est le cas des travaux de CHENOST et KAYOULI (1997) qui ont mis en relief une augmentation moyenne de 28% des quantités ingérées de pailles de céréales riz due à la complémentation au BMN. Les résultats rapportés par ZOUNDI *et al*. (2003 a) montrent que l'utilisation des blocs multinutritionnels seuls en complémentation avec des régimes extrêmement pauvres, permet d'atteindre des niveaux de dégradabilité de la paille de sorgho et du foin de *Pennisetum pedicellatum* comparables à ceux offerts par la ration d'embouche intensive et supérieurs aux valeurs enregistrées avec les animaux utilisant les parcours naturels en mai et en début juin.

On note cependant d'importantes variations individuelles au niveau du comportement des animaux. En effet, selon MOUJAHED *et al*. (2003), l'acceptabilité des blocs ainsi que les quantités consommées dépendent de la composition et des caractéristiques physiques des blocs, tel que le degré de dureté, la texture et la forme. D'où la difficulté de prévision des quantités ingérées. Dans le cas d'un refus des blocs, il est conseillé de mettre un aliment appété par des animaux (tourteau, son de céréale) sur le bloc.

L'ingestion des blocs dépend également des espèces animales. Ainsi, CHEHMA et SENOUSI (2010) ont montré que d'une façon générale, les caprins ingèrent des quantités beaucoup plus élevées (48 g /kg P^{0,75}) que les ovins (15 g / kg P^{0,75}).

1.9.2. Impact sur la production laitière

La production laitière dépend fortement de l'aliment apporté. De façon générale, cette production est faible dans les élevages extensifs. C'est dans ce sens que OUEDRAOGO (2013) indique que sur une durée de lactation de 180 jours, la production laitière exploitée est de 817,11 l/vache en moyenne pour les vaches élevées dans des conditions d'élevage favorables contre 428,41 l/ vache pour celles évoluant dans des conditions d'élevage défavorables.

Les blocs, de par leurs valeurs nutritives appréciables induisent une augmentation considérable dans la production laitière. En effet, KUNJU (1986), travaillant sur des vaches de race locale indienne alimentées à base de paille de riz, a noté une amélioration de la production laitière. Cette production a été de 3,8 l/ vache / j pour les vaches recevant une ration sans BMN contre 4,8 l/ vache /j pour les vaches dont la ration a été complétée avec les BMN.

ABECHA et MENGAA (2007) qui ont évalué l'effet comparé de la complémentation au BMN et à l'orge sur la production laitière ont enregistré des quantités de lait de l'ordre de 1,26 l/ j avec l'orge contre 1,48 l/ j avec les BMN.

1.9.3. Impact sur la croissance des animaux

Plusieurs auteurs ont montré que la complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels améliore la croissance des animaux. Le tableau 3 synthétise les résultats de quelques auteurs ayant traité de cette thématique.

Tableau 3. Effets des blocs sur la croissance (GMQ)

Espèces	Fourrage	Performances (GMQ)		Les auteurs
		sans bloc	avec bloc	
Brebis	paille de blé	- 2,8dePV	+6,4 kg de PV	NYARKO-BADOHU <i>et al.</i> (1993)
Ovins	Tiges de maïs	-	+9,17g/j	ZANETTI (2010)
Veaux de vaches	Paille de riz	-	+ 360g/j	FERDOUS <i>et al.</i> (2010)
Veaux de buffles	Paille de riz	-	+ 400g/j	FERDOUS <i>et al.</i> (2010)
Agneaux	Paille de blé	-88g/j	-53 g/j	
Brebis	Paille	+41g/j	+67 g/j	HADJIPANAYIOTOU <i>et al.</i> (1993)
Brebis	Chaumes	-56 g/j	-6 g/j	
Buffles	Paille	90 g/j	288 g/j	TIWARI <i>et al.</i> (1990)

Source : NAHIMANA (2012)

1.10. Règles d'utilisation des blocs multinationnels

Il est indispensable de rappeler que les blocs multinationnels sont utilisés comme complément à la ration de base et en aucun cas comme aliment unique (MOUJAHED *et al.*, 2003). C'est la raison pour laquelle ils soulignent le fait que l'introduction des blocs dans un régime alimentaire requiert une adaptation minutieuse et dont la durée peut atteindre trois semaines.

Les blocs constituent une complémentation de saison sèche qui peut même se prolonger jusqu'en début d'hivernage. La distribution de blocs en complément d'une ration de base riche en fourrages verts serait un gaspillage.

Il est recommandé de réserver la distribution des blocs aux ruminants et aux animaux adultes. Seuls les adultes sont en effet capables d'utiliser l'urée dans les blocs, grâce aux microbes de leur rumen. Les blocs ne seront par conséquent pas distribués aux veaux.

Lorsque le stock de blocs multinationnels est limité, il est conseillé de les distribuer par ordre de priorité:

- aux animaux très fatigués qui ne peuvent pas suivre le troupeau,
- aux bœufs de trait qui doivent être en bon état pour le démarrage des travaux de culture,
- aux vaches laitières.

II. Ingestibilité et digestibilité chez les ruminants

2.1. La digestion chez les ruminants

2.1.1. L'anatomie du tube digestif chez les ruminants

Les ruminants possèdent un système digestif au fonctionnement complexe en raison notamment, de la diversité des régimes ingérés et des transformations qui se déroulent dans l'estomac sous l'action des populations microbiennes (SAUVANT et BAS, 2001).

En effet, l'estomac des ruminants contrairement aux monogastriques, est pourvu de quatre (4) estomacs : le pré estomac composé du rumen, du réseau et du feuillet et un estomac proprement dit appelé caillette. Le rumen est un écosystème peuplé de microorganismes qui vivent en symbiose avec le ruminant. Ces microorganismes dégradent, via des processus d'hydrolyse et de fermentation, la plupart des composants de la ration alimentaire. Les aliments ainsi dégradés seront acheminés dans le réseau, ensuite dans le feuillet et la caillette avant d'atteindre l'intestin.

2.1.2. La digestion des aliments

La digestion est la transformation des aliments en des particules assimilables par l'organisme. La digestion ruminale dépend de l'activité cellulolytique des enzymes microbiennes, de l'accessibilité des structures végétales à ces enzymes et, enfin, du temps de contact entre microorganismes et particules alimentaires (DOREAU *et al*, 2000). Elle varie selon l'élément nutritif des aliments.

2.1.2.1. La digestion des lipides

L'hydrolyse des lipides alimentaires permet la libération d'une part des acides gras et d'autre part du glycérol et du galactose qui sont rapidement fermentés en AGV, principalement en propionate et en butyrate (TAMMINGA et DOREAU, 1991). A côté de leur activité de dégradation des lipides alimentaires, les microorganismes synthétisent également dans leur organisme, des lipides microbiens. Ces lipides bactériens sont constitués aux 2/3 environ d'acides gras (SAUVANT et BAS, 2001, CUVELIER *et al*, 2005). Les teneurs en lipides des bactéries du rumen sont de l'ordre de 10 à 15 % MS en moyenne et peuvent atteindre 30 % (SAUVANT et BAS, 2001).

Lorsque ces microorganismes quittent le rumen et passent dans la caillette, ils sont détruits par le suc gastrique. Ceci entraîne la libération des lipides microbiens. Les acides gras libres microbiens rejoignent le pool d'acides gras libres d'origine alimentaire pour subir une digestion et une absorption intestinale. Selon SAUVANT et BAS (2001), la digestibilité intestinale des AG varie entre 65 et 75 % environ.

2.1.2.2. La digestion des matières azotées totales (MAT)

Les matières azotées (protéiques et non protéiques) une fois ingérées, sont soumises à l'action protéolytique des micro-organismes du rumen. Ces matières azotées totales seront dégradées par les microbes en ammoniac. L'ammoniac est un élément précurseur essentiel pour la croissance microbienne de la plupart des espèces bactériennes du rumen. Il est même considéré comme la principale source d'azote pour plusieurs souches bactériennes, en particulier celles impliquées dans la digestion de la cellulose et de l'amidon (CHENOST et KAYOULI, 1997). Ces bactéries le prélèvent et l'utilisent pour la synthèse de leurs propres acides aminés.

Les microbes sont constitués de 80 % de protéines, très bien équilibrées en acides aminés (INRA, 1988). Ils fournissent les PDIM (Protéines Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne) du système PDI (Protéines Digestibles dans l'Intestin). Ces PDIM jouent un rôle très important dans la couverture des besoins azotés des ruminants, surtout avec les fourrages pauvres.

2.1.2.3. La digestion des glucides

Les hydrates de carbone alimentaires comprennent divers composés qui sont issus, soit des parois cellulaires végétales telles que la cellulose, l'hémicellulose et les pectines, soit du contenu cellulaire tels que l'amidon et les sucres solubles (JARRIGE *et al*, 1995).

Une fois arrivés dans le rumen, les glucides subissent une fermentation microbienne conduisant à la formation d'un mélange de dioxyde de carbone, de méthane et AGV comprenant de l'acide acétique, de l'acide propionique et de l'acide butyrique dans des proportions fréquentes respectives de 65, 20 et 15 % (BERGMAN, 1990). Selon RUSSEL et GAHR (2000), les AGV sont ensuite absorbés à travers l'épithélium ruminal. Selon ces mêmes auteurs, ces produits de digestion des glucides constituent pour le ruminant une source majeure d'énergie, puisqu'ils procurent 60 à 80 % de l'énergie totale dont il a besoin.

2.2. L'ingestibilité et la digestibilité des aliments

2.2.1. L'ingestibilité

L'ingestibilité d'un fourrage est la quantité de matière sèche de ce fourrage volontairement ingérée par un ruminant. Elle conditionne souvent la valeur nutritive du fourrage, la quantité d'éléments nutritifs ingérés par le ruminant et par conséquent, les performances qu'il peut réaliser lorsqu'il reçoit ce fourrage à volonté (OUEDRAOGO, 2006).

L'ingestibilité dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer la race, l'âge, l'état physiologique des animaux et les conditions extérieures telles que la température, l'humidité et la longueur du jour (DULPHY *et al.*, 1999). Elle dépend également de la vitesse de la digestion des aliments dans le rumen : plus l'aliment est pauvre, plus il est encombrant et reste longtemps dans la panse, faible sera l'ingestion.

Pour ce qui est des BMN, leur ingestion dépend également de plusieurs facteurs physico-chimiques dont la dureté, la couleur, l'odeur et la forme. Selon les travaux rapportés par ZOUNDI *et al.* (2005), l'ingestion des BMN est passée de 3 g MS/animal/jour à 146,20 g MS/animal/jour lorsque la dureté a été améliorée.

2.2.2. La digestibilité

2.2.2.1. Définition

La digestibilité ou coefficient d'utilisation digestive (CUD) indique le degré d'utilisation d'un aliment ingéré par l'animal d'une manière générale. Elle permet de déterminer les proportions de divers constituants d'un aliment qui sont absorbées par l'organisme (OUEDRAOGO, 2006).

Ainsi, on peut calculer la digestibilité de la matière sèche (dMS), de la matière organique (dMO), de la matière azotée (dMA), de la cellulose brute (dCB), de l'extractif non azoté (dENA) et de la matière grasse (dMG) d'un aliment.

La digestibilité de la matière organique détermine la valeur (densité) énergétique du fourrage et est dans la majorité des cas, le principal facteur limitant de la valeur nutritive des fourrages. Il existe deux modes de calcul de digestibilité : la digestibilité apparente et la digestibilité réelle.

- **Coefficient d'utilisation digestive apparent**

Le coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa) donne une information globale sur la quantité utilisée par l'organisme sans tenir compte des pertes dues aux gaz, aux urines et aux ajouts des cellules desquamées. Sa formule est la suivante :

$$(CUDa) = \frac{\text{Élément ingéré} - \text{élément fécale}}{\text{Élément ingéré}} * 100$$

- **Coefficient d'utilisation digestive réel (CUDr)**

Le CUDr fait le bilan entre les aliments ingérés et les fèces de l'animal. Il indique la fraction de l'aliment qui a été réellement ingéré par l'animal. Sa mesure est délicate et demande plus de moyen car il tient compte de tous les éléments endogènes qui ont été ajoutés aux fèces. Sa formule est :

$$CUDr = \frac{\text{Éléments ingérés} - (\text{Élément fécal} - \text{fèces endogènes})}{\text{Éléments ingérés}} * 100$$

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer la digestibilité d'un aliment. Les principales sont : méthode *in vivo*, méthode *in vitro*, méthode *in sacco*.

2.2.2.2 La digestibilité de la matière organique

La matière organique d'un aliment est obtenue à partir de la différence entre la matière sèche et les cendres. Sa digestibilité indique la valeur alimentaire de l'aliment en question. Elle varie selon le stade phénologique, l'espèce, la composition des aliments mais également, la teneur en tanin de certains ligneux. Pour ce dernier facteur, diverses méthodes sont utilisées pour atténuer l'effet des tanins. En effet, OUEDRAOGO (2006) a montré à travers des rations à base de *Piliostigma reticulatum* après l'addition de charbon de 0,5g/kg PV, que la dMO de la ration après l'addition du charbon est significativement plus élevée (55%MS) que celle la ration sans charbon (51%MS).

Selon SANOU (2005), la digestibilité varie d'une ration à une autre. Ainsi elle note que la digestibilité du foin *Piliostigma reticulatum* est plus élevée (67% de MS) que la ration foin de *Piliostigma reticulatum* +gousse (50% de MS).

2.2.2.3. La digestibilité de la matière azotée

La valeur azotée d'un fourrage n'est pas seulement fonction de sa teneur en matières azotées car une portion de ces éléments échappe à la dégradation dans le rumen et/ou à la digestion dans l'intestin grêle (KONE *et al*, 1987 cités par TAPSOBA, 2001). La digestibilité des matières azotées dépend de divers facteurs tels que les espèces et les éléments nutritifs de la ration. Ainsi, la digestibilité des matières azotées des gousses de *P. thonningii* sont significativement supérieures à celles de *Piliostigma reticulatum* (OUEDRAOGO, 2006).

La digestibilité des matières azotées peut être influencée également par le traitement physique de l'aliment. Ainsi, SANOU *et al.* (2010) ont noté que les différents coefficients d'utilisation digestive pour tous les constituants, surtout les matières azotées des gousses *Piliostigma reticulatum* concassées (352 ± 19 g/kg MS) sont plus élevés que ceux des gousses broyées (281 ± 12 g/kg MS).

2.2.2.4. Digestibilité des fibres

La cellulose, l'hémicellulose et la lignine sont les constituants pariétaux des aliments. Ce sont des composantes qui influent de façon générale la digestion et plus particulièrement la lignine. En effet, ce dernier élément entrave la digestion des autres constituants pariétaux car les bactéries ne parviennent pas à dégrader les tissus lignifiés. De ce fait, la nature et la fréquence des liaisons lignine-glucides pariétaux constituent des facteurs de variation prépondérants de la digestibilité de la fraction pariétale des aliments (GIGER, 1985). Selon BAUMER (1997), la digestibilité des fibres augmente avec la teneur en constituants pariétaux, mais diminue avec celle de la lignine. Aussi, lorsque la valeur des éléments constitutifs des parois cellulaires dépasse 60% (OUEDRAOGO, 2006), on assiste à une diminution accentuée de l'ingestion volontaire. D'une manière générale, les ligneux ont des teneurs en cellulose brute de 11 à – 28,9% de MS (BOUDET, 1991) plus faibles que celles des graminées (25,8 à 52,23% de MS) (KABORE-ZOUNGRANA, 1995).

2.2.2.5. Les facteurs limitant la digestibilité

Plusieurs facteurs peuvent limiter la digestibilité des aliments chez les ruminants. Ils peuvent être liés à l'animal lui-même ou à la ration.

Une étude menée au Burkina Faso (KABORE ZOUNGRANA, 1995) montre que la digestibilité *in vivo* d'*Andropogon gayanus* passe de 56% au stade vert à 31% au stade de dessèchement où la plante est devenue très riche en parois lignifiées. Les quantités de MS ingérées par des moutons diminuent de 63 à 26 g MS/kg P^{0,75} (soit de 900 à 375 g pour un mouton de 35 kg) du stade tallage en hivernage au stade dessèchement en saison sèche.

Les tannins présents dans les feuilles et les gousses des ligneux influent négativement sur la digestibilité de ces matières. Pour éviter cette inhibition, le charbon du bambou est souvent incorporé dans la ration afin d'améliorer la digestibilité. SANOU (2005) rapporte que l'adjonction de charbon de *Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro ou Bambou à des doses de 0,5, 1 et 1,5 % de MS des gousses a eu un effet sur l'utilisation digestive de la ration. Ainsi, la digestibilité de la matière azotée a été améliorée de 2 à 4 points, celle des ADF de 2 à 3 respectivement pour les doses de 1 et 1,5%g de charbon/kg de MS.

2.3. Relation entre l'ingestibilité et la digestibilité

Il existe une relation négative entre les quantités ingérées et la digestibilité des aliments chez les ruminants. En effet, l'ingestion volontaire diminuerait avec l'augmentation du taux de fibres (VAN SOEST et MARAUS, 1975). Selon DOREAU *et al.* (2000) quelles que soient la composition de la ration et l'espèce animale considérée (ovine ou bovine), une augmentation du niveau d'ingestion se traduit par une diminution de la digestibilité de la ration. Avec des rations contenant plus de 60 % de concentré, cette diminution de digestibilité est plus élevée qu'avec une faible proportion de concentré, et elle est plus marquée chez les ovins que chez les bovins.

Selon la littérature, l'activité des microorganismes varie en fonction de la taille de particules ingérées. Lorsque la quantité ingérée est faible, l'ingesta sera bien mastiqué ce qui réduirait la taille des particules et pourrait faciliter la digestion.

III. Généralités sur la production laitière

3.1. Définition et rôle du lait

Par définition, le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il ne doit donc pas contenir du colostrum (DEBRY, 2006). Il provient des glandes mammaires des femelles des mammifères. C'est un aliment nutritif qui assure la subsistance du jeune au début de sa vie (BA, 1992). Sa production survient suite à une parturition et la quantité produite varie dans le temps. Chez les vaches, la durée de lactation permise à la traite de lait varie en moyenne de 180 jours en élevage traditionnel à 305 jours (ou plus) pour les élevages modernes (SAIDOU, 2004). Selon les mêmes auteurs la lactation évolue en trois phases:

- une phase ascendante, de courte durée, qui va du vêlage jusqu'à la date du pic. Elle dure 1 à 2 mois après vêlage;
- une phase plateau fait suite à la première, d'une durée de 3 à 4 semaines au cours desquelles on enregistre la production maximale du lait ;
- une phase descendante ou décroissante qui correspond à une baisse du niveau de production de lait qui va jusqu'au tarissement.

Le lait joue un rôle multiforme de première importance dans les systèmes d'élevage et dans la société : alimentation humaine, croissance et survie des veaux, relations sociales et culturelles, ventes, produits cosmétiques.

3.2. Alimentation des vaches allaitantes

L'alimentation rationnelle des animaux consiste à compenser les dépenses d'entretien et de production grâce à un apport d'aliments équilibrés (OUEDRAOGO, 2013). La ration ingérée par la vache doit apporter suffisamment d'énergie (Unité Fourragère Lait = UFL), de matière azotées (Protéines Digestibles Ingérées = PDI), de minéraux (majeurs et mineurs), de vitamines et d'eau pour couvrir les différents besoins.

Les aliments qui rentrent dans l'alimentation des vaches allaitantes sont principalement :

- **Les aliments grossiers**

Les aliments grossiers se composent des pâturages naturels (graminée et ligneux.), les cultures fourragères, les sous-produits agricoles (tiges de céréales, fanes de légumineuses, etc.).

- **Les aliments concentrés**

Les aliments concentrés sont utilisés à titre de complément. Ils constituent une excellente source d'énergie et sont pauvre en fibres. Ce sont les tourteaux (coton, soja, arachide, sésame, noix de cajou), les blocs multinationnels, les pierres à lécher, les sons de céréales (maïs, sorgho, mil), de drêches locales et de brasserie. La complémentation est cruciale pour les vaches. Selon SIDIBE *et al.* (1996), elle permet une amélioration de la production laitière, une croissance rapide des nouveau-nés, le maintien du poids des mères en lactation. GNANDA *et al.* (2005), lors des essais sur les chèvres laitières, ont constaté que le niveau de la production laitière a augmenté avec l'accroissement de l'apport énergétique de la ration.

- **Autres aliments**

Il s'agit des gousses de quelques ligneux comme le *Piliostigma reticulatum*, le *Piliostigma honningui*, le *Faidherbia albida*, l'*Accacia radianna* et le *stérocarpus lucens*, de la poudre de néré (*Parkia biglobosa*) et des fourrages ensilés, qui sont utilisés dans l'alimentation des vaches laitières et des animaux d'embouche (KIMA, 2008) cité par OUEDRAOGO (2013).

3.3. Les principaux facteurs d'influence de la production de lait

Divers facteurs liés soit à l'animal ou à l'environnement, peuvent influencer la production laitière. Les principaux facteurs sont le climat, l'aliment, la race, l'état sanitaire, l'effet de la traite et le potentiel génétique.

- **Le climat,**

L'effet du climat est perceptible dans les saisons hivernales et sèches où la production laitière est quasi inexistante dans la plus part des élevages. A cela s'ajoute l'effet de la température. La chaleur réduit l'injection et entraîne une baisse de la production.

- **L'alimentation**

La production du lait varie en fonction de plusieurs facteurs et en particulier ceux liés à l'alimentation. En effet, c'est l'alimentation qui définit la quantité et surtout la qualité du lait produit.

GNANDA *et al.* (2005) rapportent que l'apport du complément minéral aux chèvres a eu une incidence significativement positive ($P < 0,05$) sur la production laitière de ces dernières, avec

en moyenne par animal et par jour, une quantité de lait traite de 358 ± 62 g contre 267 ± 70 pour les chèvres ne recevant pas le complément minéral.

- **La race**

La race représente un critère important dans le choix des vaches laitières. Elle détermine fortement la production laitière. De façon générale, les races africaines ont une faible performance par rapport aux races importées. Ainsi, DIOP (1997) relate que les races africaines, qu'elles soient bovines, ovines ou caprines, se caractérisent par des productions faibles en lait. Aussi, la vache Azawak produit plus de lait (1217,5 l) que la Métisse Azawak (875,3 l) et le Zébu Peul Soudanien (581 l) (OUEDRAOGO, 2013).

- **Autres facteurs**

- ✓ L'état sanitaire des animaux

L'état sanitaire influence non seulement la quantité mais aussi la qualité du lait produit. Les pathologies les plus rencontrées sont les mammites, la tuberculose.

- ✓ La traite de la vache

Le nombre de traite, les conditions de la traite (stress) et les techniques de traite (manuelle ou mécanique) peuvent avoir une incidence significative sur la production laitière.

- ✓ Le potentiel génétique

La performance d'un animal en production laitière est la résultante de son potentiel génétique (génotype) et des conditions d'élevage (OUEDRAOGO, 2013).

DEUXIEME PARTIE : ETUDES EXPERIMENTALES

I. Matériels et méthodes

1.1. Présentation du site de l'étude

Les promoteurs/promotrices qui ont bénéficié du transfert de la technologie de fabrication des BMN sont de la commune de Dori. La ville de Dori est située au Nord du Burkina Faso. Ses coordonnées géographiques sont : 14° 02'07'' latitude Nord 0° 02'04'' longitude Ouest. Le climat de la région est du type sahélien caractérisé par une pluviométrie moyenne de 567 mm/an. Les températures varient entre 23,7 °C dans les périodes froides (décembre février) et 34,6 °C pendant les mois chauds (avril et mai surtout).

1.2. Formulation de blocs multinutritionnels et renforcement des capacités techniques des promoteurs/ promotrices à la fabrique des produits définis

1.2.1. Formulation de blocs multinutritionnels

La formulation des BMN a consisté en une sélection des matières premières composant ces produits. Pour permettre un choix participatif avec les acteurs concernés, une rencontre d'animation et de discussion a été organisée avec ces derniers. Il s'est agi dans un premier temps de leur montrer que les matières premières qui entrent dans la composition des BMN sont, soit des sources azotées, des sources énergétiques, des sources minérales, des sources vitaminiques ou tout simplement des liants. Cela avait pour finalité de leur permettre de mieux comprendre les objectifs recherchés à travers l'utilisation des BMN et de pouvoir procéder au choix d'intrants pour finaliser la composition de deux (2) formules de base préalablement définies par la recherche et soumises à leur examen. Le choix des composants des deux (2) formules de BMN a tenu compte de leur accessibilité au niveau local.

1.2.2. Renforcement des capacités techniques des promoteurs/promotrices à la fabrique de BMN

Le renforcement des capacités techniques des promoteurs/promotrices a consisté à leur assurer une formation sur la technologie qui a été mise en œuvre suivant deux séquences : une séquence théorique et une séquence pratique.

La phase théorique a abordé les principaux aspects suivants :

- les avantages pratiques de l'utilisation des BMN dans l'alimentation des animaux,
- le principe de conception physico-chimique des BMN,
- les différentes étapes de fabrication des BMN,
- les règles à observer dans l'utilisation des BMN.

La phase pratique a été conduite en deux volets. D'abord une formation pratique sur l'utilisation du complexe broyeur polyvalent/mélangeur électrique. Cette formation a été réalisée avec l'appui de l'entreprise Kato auprès de laquelle le broyeur polyvalent a été acheté. Ensuite une phase pratique sur la mise en application des différentes étapes de la fabrication de BMN, à savoir le broyage des matières premières, les étapes de pesage des composants, de mélange et de malaxage des composants, de moulage et de séchage des BMN produits. Ces différentes étapes sont illustrées respectivement dans les photos 1, 2, 3, 4, 5 et 6. Elles ont nécessité le matériel suivant : un peson électronique (calibre 50 kg de précision 200g), un moule pour la mise en bloc, des seaux, des bassines, une bâche et des spatules.



Photo 1 : Séance de broyage



Photo 2 : Séance de pesage des composants des BMN



Photo 3 : Séance de mélange des composants des BMN



Photo 4 : Séance de moulage des BMN



Photo 5 : Phase de séchage des BMN



Photo 6 : Stockage des BMN dans le magasin de l'atelier de fabrication

1.3. Etude de la valeur alimentaire et nutritionnelle des deux (2) formules de bloc multinutritionnel

1.3.1. Evaluation des valeurs alimentaires : étude d'ingestibilité et de digestibilité

Pour disposer de données nécessaires à l'évaluation de la valeur alimentaire des deux formules de BMN choisies par les promoteurs/promotrices, un essai de digestibilité a été conduit au Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation (CREAF) de Kamboinsé et a utilisé le *Pennisetum pedicelatum* comme aliment de référence.

1.3.1.1. Matériel expérimental de terrain

▲ Matériel animal

L'expérience a été réalisée sur douze (12) béliers de race Djallonké variété « Mossi » d'âge variant de 18 à 21 mois et de poids vif variant en moyenne de 12 et 20 kg. Ces animaux ont été déparasités, vaccinés et soumis à une antibiothérapie afin d'éviter toute influence pathologique sur les résultats de l'expérience. Ils ont été maintenus dans des cages à métabolisme individuelles (photo 7) comportant à l'avant une mangeoire et à l'arrière un abreuvoir. Ce dispositif a permis de contrôler l'ingestion de chaque animal. On leur a fait porter des culotes afin de faciliter la collecte des fèces émises sans contamination avec les urines.



Photo 7 : Moutons en cage de digestibilité

▲ Intrants alimentaires utilisés

Les aliments utilisés dans l'essai ont été le *Pennisetum pedicellatum* (Pp), les deux (2) formules de blocs multinutritionnels (BMN) fabriqués par les promoteurs/promotrices de Dori (tableaux 4 et 5) et l'aliment composé CITEC (Comptoir des industries textiles et cotonnières). Le *Pennisetum pedicellatum* a été récolté à maturité (stade auquel la teneur en protéine est faible) dans le domaine de Kamboinsé. L'aliment CITEC a été acheté sur le marché à Ouagadougou.

Tableau 4 : Composition de la formule I (BMN1) des promoteurs/promotrices

Catégories	Aliments proposés par catégorie	Nom local	Choix des promoteurs/promotrices
1	1. Mélasse	Mélasse	oui
2	2. Urée	Uré	oui
3	3.1. Gousses <i>Acacia raddiana</i>	Jende	oui
4	4.1. Poudre de néré	Duturi	oui
	4.2. Gousses de <i>Piliostigma reticulatum</i>	Barkeeje	oui
	4.3. Fruits de <i>Faidherbia albida</i>	Kurakura	non
	4.4. Gousses de <i>Prosopis juliflora</i>		non
5	5.1. Son de petit mil	Doobu gawri	oui
	5.2. Son de sorgho	Doobu bayeeri	oui
	5.3. Son de maïs	Doobu kamanaari	oui
6	6.1. <i>Pterocarpus lucens</i>	samo	oui
	6.2. <i>Alizicarpus ovalifolius</i>	Bundiya	non
	6.3. <i>Adansonia digitata</i>	Laalo	oui
7	7.1. Sel iodé	Lamdani	oui
	7.2. Sel de cuisine		non
8	8.1 Kaolin	Loofe	oui
	8.2. Chaux vive	seau	non
	8.3. Cosses de niébé		non
9	9. Ciment	Cima	oui
10	10.1. Poudre d'os	Sonndi yi'e	oui
	10.2. coquilles d'huitres		non

Tableau 5 : Composition de la formule II (BMN2) des promoteurs/promotrices

Catégories	Aliments proposés par catégorie	Nom local	Choix des promoteurs/promotrices
1	1. Urée	Uré	oui
2	2.1. Tourteau de coton	Tuurto	oui
	2.2. Farine de soja torréfiée	Soja	non
3	3.1. Son de petit mil	Doobu gawri	oui
	3.2. Son de sorgho	Doobu bayeeri	Oui
	3.3. Son de maïs	Doobu kamanaari	oui
4	4.1. Gousses de <i>Piliostigma reticulatum</i>	Barkeeje	oui
	4.2. Gousses de <i>Cassia sieberiana</i>		non
	4.3. Feuilles de <i>Adansonia digitata</i>	Laalo	oui
	4.4. Gousses de <i>Prosopis juliflora</i>		non
	4.5. Fruits de <i>Faidherbia albida</i>	Kurakura	non
	4.6. Feuilles de <i>Combretum aculeatum</i>		non
5	5.1. Poudre d'os	Sonndi yi'e	oui
	5.2. Coquilles d'huîtres		non
6	6.1. Sel iodé	Lamdám	oui
	6.2. Sel de cuisine	Lamdám	non
7	7.1. Kaolin	Loofe	oui
	7.2. Chaux vive	seau	non
	7.3. Cosses de niébé		non
8	8. Ciment	cima	oui

▲ Matériel de mesure et de collecte de données de terrain

Un peson électronique de portée 50 kg avec une sensibilité de 200g a été utilisé pour la pesée des animaux. Des fiches de mesure ont été utilisées pour enregistrer les poids lors des pesées. Un peson Salter de 2 kg de portée et de 10 g de précision a été utilisé pour peser le *Pennisetum pedicellatum* et l'aliment CITEC et un autre de 10 kg de portée et de 50 g de

précision a été utilisé pour la pesée des BMN. Des seaux en plastiques placés en arrière des cages de digestibilité ont servi d'abreuvoirs aux animaux.

1.3.1.2. Méthodes expérimentales

▲ Protocole alimentaire et implémentation de l'étude

Les BMN ont été considérés comme des compléments et non comme des aliments de base. Deux niveaux d'estimation des besoins en matière sèche ont été appliqués, à savoir un niveau d'apport de 3,5 kg/100 kg du poids vif de l'animal avec un ajout de refus à hauteur de 30% pour la mesure de l'ingestibilité et un niveau d'apport de 50 g MS/kg PM pour la mesure de la digestibilité. Cinq (5) régimes alimentaires ont été appliqués :

- Régime 1: *Pennisetum pedicellatum* seul (régime témoin);
- Régime 2: *Pennisetum pedicellatum* + BMN1 ;
- Régime 3: *Pennisetum pedicellatum* + BMN1 + Aliment CITEC ;
- Régime 4: *Pennisetum pedicellatum* + BMN2 ;
- Régime 5: *Pennisetum pedicellatum* + BMN2 + Aliment CITEC.

Les rations étaient distribuées deux (2) fois par jour (à 8 h et à 14 h) et l'eau et les BMN ont été offerts à volonté. Le régime 1 était appliqué à un lot de quatre (4) animaux et les régimes 2, 3, 4 et 5 à des lots de deux (2) animaux chacun.

Dans les régimes à *Pennisetum pedicellatum* (Pp) et aliment CITEC, la contribution du Pp était de 85 % contre 15 % pour celle de l'aliment CITEC.

L'implémentation de l'essai a comporté deux (2) cycles d'une durée de 21 jours chacun et structuré en trois (3) phases :

- une première phase d'adaptation de 7 jours pour une accoutumance des animaux aux régimes et aux cages de digestibilité ;
- une deuxième phase de 7 jours de mesure de l'ingestibilité durant laquelle les quantités d'aliments offertes et les refus ont été pesés quotidiennement ;
- une troisième phase de 7 jours appelée semaine de digestibilité durant laquelle les quantités offertes, les refus et les fèces ont été collectés, pesés et échantillonnés.

Les deux (2) cycles d'expérimentation ont permis d'avoir quatre (4) répétitions pour les régimes 2, 3, 4 et 5 qui comportaient des lots de deux (2) animaux par cycle.

▲ **Mesure des paramètres**

Les quantités distribuées ont été pesées chaque matin. Les refus des aliments distribués étaient pesés séparément chaque matin avant la nouvelle distribution. Pour ce qui est des fèces, 10% du poids total des quantités déféquées par chaque animal ont été utilisés pour la détermination de la matière sèche et 20% pour les analyses bromatologiques. Les blocs ont été laissés à volonté aux animaux, retirés chaque matin et pesés.

Les animaux ont été pesés au début de chaque phase en vue d'adapter une nouvelle quantité de la ration à servir.

1.3.1.3. Analyses de laboratoire

▲ **Matériel utilisé**

Une balance analytique portée 220 g et 0,0001g de sensibilité a servi à réaliser les pesées des différentes matières. Un minéralisateur et un distillateur KJELDAHL ont été utilisés pour la détermination des MAT. Un Fiber-sac a été utilisé pour déterminer la teneur en fibre. Une étuve a été utilisée pour la MS. Un four à moufle pour la matière minérale.

Autres petits matériels de labo tels que les jauges, les fioles, les béchers, etc. ont servi utilement aux analyses.

▲ **Méthodes d'analyses**

Toutes les analyses ont été effectuées au laboratoire de nutrition animale du Département Productions Animales au Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation (CREAF de Kamboinsé). Elles ont porté sur la détermination de la matière sèche, de la matière minérale, de la matière organique, du dosage des matières azotées totales et des parois (CB, NDF, ADF, ADL).

La matière sèche (MS) des échantillons a été déterminée après séchage de ces échantillons dans une étuve à la température de 105°C pendant 24 h. Après l'étuvage, les échantillons ont été pesés et mis au four à moufle à 550°C pendant 2 h pour obtenir les cendres ou matières minérales (MM).

La matière organique (MO) a été obtenue par différence de poids des échantillons après leur étuvage et leur transformation en cendres par incinération (MO = MS-MM).

Le dosage des matières azotées a été réalisé selon la méthode KJELDAHL qui comporte une étape de minéralisation des échantillons par l'action de l'acide sulfurique (95%) à 480°C pendant 167min dans le minéralisateur et une étape de distillation à l'aide d'un appareil distillatoire, suivie de titrage des distillats.

La cellulose brute a été déterminée par la méthode de WEENDE dans un FIBER-SAC. La matière cellulosique a été obtenue en hydrolysant successivement les échantillons dans un milieu acide et un milieu alcalin. Les parois (NDF, ADF, ADL) ont été dosées par la méthode de VAN SOEST qui permet d'isoler les composantes totales de la paroi cellulaire.

1.3.1.4. Evaluation des valeurs de l'ingestibilité et de digestibilité

Le calcul de l'ingestibilité a été fait à partir de la quantité initiale et le refus de la ration. Elle a été déterminée par la formule suivante:

$$\text{Quantité ingérée} = \text{Quantité offerte} - \text{Quantité refusée}$$

La digestibilité a été déterminée pour la MS, la MO, les MM, les MAT et la CB. Ainsi, elle est estimée par le coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) et sa formule est la suivante :

$$\text{CUDa} = \frac{(Q_i - Q_e)}{Q_i} * 100$$

Q_i = quantité initiale .

Q_e = quantité excrétée

Les blocs ont été complétés par le foin et l'aliment CITEC. La méthode par différenciation a été utilisée pour déterminer la digestibilité des blocs suivant la formule :

$$db = \frac{dR - (1-X) dF}{X}$$

dR = digestibilité *in vivo* de la ration

dF = digestibilité *in vivo* du fourrage

db = digestibilité *in vivo* du BMN

X = Proportion de BMN dans la ration

1.3.2. Evaluation de la valeur nutritionnelle des BMN : suivi d'insertion des BMN dans les élevages laitiers des acteurs

1.3.2.1. Echantillon des éleveurs et caractéristiques des vaches

Vint cinq (25) éleveurs (5 hommes et 20 femmes) volontaires ont participé au test avec 40 vaches en lactation âgées de 4 à 15 ans et entre le 1er et le 9ème rang de mise-bas. Ces vaches étaient réparties en trois lots (10 vaches témoins et 15 vaches pour les rations contenant le BMN 1 et 2). Les stades de lactation de ces vaches variaient entre 3 et 12 mois. Onze (11) d'entre elles étaient de race Azawak, huit (8) des métisses et 28 étaient de race Zébu Peul.

1.3.2.2. Conduite alimentaire

En ce qui concerne la conduite alimentaire, chaque éleveur alimentait ses vaches selon le disponible fourrager de sa ferme. Les aliments utilisés fréquemment pour nourrir les vaches lactantes sont les suivants :

- les fourrages naturels (foin et paille) ;
- les pailles de sorgho ;
- les tiges de mil ;
- les fanes de niébé ;
- les gousses de *Acacia raddiana* ;
- les gousses de *Piliostigma reticulatum*

Les BMN étaient donc apportés comme compléments d'appoints aux rations paysannes. Ils ont été conçus pour être distribués *ad libitum*. Cependant, les éleveurs ne les apportaient à leurs animaux qu'à leur retour des pâturages le soir et les retiraient au coucher.

1.3.2.3. Matériel et méthodes de collecte de données

Des éprouvettes graduées de contenance de 2 litres (photo 8) ont été utilisées pour mesurer les quantités du lait traites. Pour la mesure des BMN, un peson électronique a été utilisé. Des fiches ont été utilisées pour enregistrer les données : quantités de lait traites, note d'état corporel (NEC) et poids des BMN.



Photo 8 : Eprouvette utilisée pour la mesure



Photo 9 : Séance de traite de lait par le berger

1 .3.2.4. Paramètres mesurés

La production de lait a été suivie chaque deux (2) semaines. A chaque jour de contrôle, les mesures de lait ont porté sur les quantités traites le matin et celles traites le soir. Ce contrôle a duré deux (2) mois. La traite a été d'abord amorcée par le veau pendant quelques minutes, puis il est attaché à sa mère. Toutes les traites ont été effectuées manuellement par des bergers de différentes fermes.

Le suivi a permis également de collecter les données relatives à la consommation des blocs. Des prises des notes d'état corporel ont été également réalisées en vue d'apprécier l'état d'embonpoint (conditions physiques) des vaches. Ces notes ont été appréciées au niveau lombaire des vaches selon la grille suivante : 1 = médiocre ; 2 = mauvais ; 3 = moyen ; 4 = assez bon et 5 = très bon.

1.4. Analyse de la rentabilité financière de l'unité de production des blocs multinutritionnels

La rentabilité est le rapport entre un revenu obtenu ou prévu et les ressources (sommes) utilisées pour l'obtenir. La notion s'applique notamment aux entreprises mais aussi à tout autre investissement. Elle constitue un élément privilégié pour évaluer la performance des entreprises. A partir donc des premières productions des BMN réalisées par les promotrices, des hypothèses ont été émises sur les charges, les produits et sur le régime de fonctionnement afin dresser la question d'analyse de la rentabilité financière de l'unité de fabrication des BMN.

Parmi les termes comptables, les notions de charge et de produit sont fondamentales. Ce sont elles qui constituent le compte de résultat, document comptable annuel obligatoire et nécessaire pour connaître l'état de santé de son entreprise.

1.4.1. Définitions de quelques terminologies

1.4.1.1. Les charges

Les charges correspondent économiquement aux dépenses que l'on réalise, soit quotidiennement, soit quelquefois. Il existe deux types de charges qui sont les charges variables et les charges fixes.

- **Les charges variables**

Les charges variables correspondent aux dépenses de l'entreprise dont le montant varie en fonction de la quantité produite. Pour le cas de l'unité de fabrication des BMN des éleveurs membres du groupement d'Azawak « Kossam Bodedji » de Dori, elles sont représentées par :

- les aliments matières premières des deux formules de BMN au choix ;
- le fonctionnement du complexe broyeur-alternateur (carburant, vidanges) ;
- le lubrifiant (huile) pour les moules au moment de la fabrication des BMN (pour la facilitation des démoulages).

- **Les charges fixes**

Les charges fixes correspondent aux dépenses que l'entreprise doit supporter quel que soit le niveau de la production. Il s'agit essentiellement des investissements (les immobilisations), des salaires, des impôts et des taxes.

Pour le cas échéant, ce type de charge regroupe les frais d'amortissement des infrastructures et des équipements de l'unité de fabrication des BMN ainsi que la main d'œuvre.

- **Amortissements**

L'amortissement permet d'étaler le coût d'une immobilisation sur sa durée d'utilisation.

- les investissements lourds sont amortis entre 20 ans (local) et 25 ans (broyeur) ;
- le petit équipement est amorti sur 5 ans (brouettes, moules, charrettes, pesons, etc.) et un an pour les tamis, câbles et boulons.

○ **Main d'œuvre**

La main d'œuvre constitue l'ensemble des salariés, en particulier des ouvriers, d'un établissement. Il y a six (6) femmes du groupement qui travaillent pour 15 jours dans le mois, avec une estimation de rémunération de 30 000 F CFA/mois/femme. Deux (2) autres personnes aident au broyage avec un temps de travail également estimé à 15 jours par mois, pour une rémunération de 15 000 F CFA/mois/personne. Ce qui donne une charge supplémentaire en main d'œuvre occasionnelle de 30 000 F CFA/mois pour les deux (2) personnes.

1.4.1.2. Les produits

Les produits ou encore recettes, sont en général plus simples à comprendre. Il s'agit des entrées d'argent. Les BMN sont considérés comme les seuls produits de l'unité de fabrication des éleveurs membres du groupement d'Azawak « Kossam Bodedji » de Dori. Une durée de huit (8) mois d'exercice (octobre à mai) a été raisonnée pour l'estimation du volume de production annuelle des BMN, avec une productivité journalière de 12 blocs et un nombre de jours de travail mensuel de 15 jours.

1.4.2. Méthodes de détermination du bénéfice

Les paramètres utilisés dans l'analyse financière de l'unité de fabrication des BMN sont :

✓ **la marge brute :**

La marge brute est la différence entre le prix de vente d'un produit (BMN) et le coût de revient qui ne comporte que le coût de production du BMN. Elle peut se déterminer pour l'ensemble des BMN produits au cours d'un exercice (marge brute totale) ou pour chaque BMN (marge brute par BMN).

Marge Brute = Valeur des produits - Valeur des charges variables

✓ **le bénéfice ou marge nette:**

Le bénéfice ou marge nette correspond au profit réalisé sur un produit après déduction des charges variables et des charges fixes. Elle peut se déterminer pour l'ensemble des BMN produits au cours d'un exercice (marge nette totale) ou pour chaque BMN (marge nette par BMN).

Bénéfice ou marge nette = Valeur des produits - Valeur des charges totales (variables + fixes)

✓ **le ratio avantages/coûts**

Le ratio avantages/coûts exprime ce que rapporte aux opérateurs de l'unité de fabrication de BMN chaque franc investi. C'est le rapport entre la valeur des produits (BMN) et la valeur des coûts totaux (variables + fixes).

✓ **le seuil de rentabilité :**

Le seuil de rentabilité est le niveau d'activité minimum à partir duquel une entreprise commence à être rentable pour elle-même par ses économies d'échelle, c'est-à-dire qu'elle cesse de perdre de l'argent sur ses activités. Il est calculé par produit et peut s'exprimer en quantité (nombre d'unités produites), en devise (unité monétaire) ou en jours (nombre de jours en supposant une production régulière).

Dans le cas de l'unité de fabrication des BMN, l'activité est programmée pour le moment sur une durée de 8 mois d'exercice dans l'année. Pour ce faire, l'indicateur le mieux approprié serait le nombre de BMN produits durant ce temps et placé à la vente et pour laquelle, les promoteurs/promotrices ne dégagent ni perte, ni profit (résultat brut d'exploitation égal à 0 autrement dit le point mort de l'entreprise). Il est atteint quand les coûts fixes sont totalement couverts par les marges sur coûts variables.

Seuil de rentabilité = (Charges fixes) / (Prix de vente unitaire – charge variables unitaires)

1.5. Traitement et analyse des données

Les différentes données obtenues ont été saisies et traitées à l'aide du tableur Microsoft Excel. Elles ont été ensuite exportées vers le logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Science) version 20 pour une analyse de variance. Les moyennes des lots ont été comparées par le test de t et de Scheffé. Les résultats sont considérés significatifs lorsque $p < 0,05$ et montrent une tendance, lorsque $0,05 < P < 0,1$.

2.2. Résultats de l'étude de la valeur alimentaire

2.2.1. Composition chimique des intrants utilisés dans la fabrication des Blocs et dans l'étude de digestibilité

La composition chimique des ingrédients utilisés dans la fabrication des BMN (tableau VI) montre un groupe d'aliments très pauvres en matière organique mais riches, voire très riches en matières minérales telles que le sel iodé et la poudre d'os. A côté de ce premier groupe d'aliments, on a un deuxième groupe d'aliments assez riches, voire très riches en matières azotées et qui sont également riches en parois (NDF). Ce sont les aliments matières premières tels que l'aliment CITEC (AC), le tourteau de coton, les feuilles d'*Adansonia digitata* et les feuilles de *Pterocarpus lucens*. On distingue également un troisième groupe d'aliments caractérisés par leur pauvreté en matières azotées, mais qui sont riches en parois. Ce sont les aliments tels que les sons (de sorgho, de mil et de maïs), les fruits de *Acacia raddiana*, les gousses de *Piliostigma reticulatum* et la poudre de néré.

Les résultats sur la composition chimique des BMN (tableau VII) indiquent que les deux (2) formules présentent des valeurs nutritives très intéressantes, en particulier leurs teneurs en matières azotées. La teneur en matières azotées du BMN2 vaut deux fois celle de l'aliment CITEC, un aliment concentré industriel.

Tableau 6: Composition chimique des ingrédients utilisés dans la fabrication des blocs multinationnels (BMN)

Ingrédients	MS (%)	% MS						
		MM	MO	MAT	CB	NDF	ADF	ADL
Aliment CITEC	92,98	6,50	93,50	30,53	28,15	45,61	29,67	8,53
Kaolin	99,56	90,78	9,22	0,87	0,40	5,42	0,89	0,45
Tourteau de coton	94,32	5,59	94,41	27,42	34,71	45,75	31,61	8,87
Feuilles <i>Adansonia digitata</i>	93,13	13,56	86,44	13,81	22,87	38,72	23,85	11,91
Son de maïs	93,20	3,82	96,18	10,32	4,34	24,17	3,71	0,23
son de sorgho	98,92	7,58	92,42	1,92	9,62	37,69	10,11	1,99
Fruits <i>Acacia raddiana</i>	94,26	9,65	90,35	5,77	38,64	47,38	34,86	12,13
Gousses <i>Piliostigma reticulatum</i>	93,95	6,20	93,80	8,38	29,23	50,83	42,64	21,59
Feuilles <i>Pterocarpus lucens</i>	94,77	13,10	86,90	15,38	30,44	52,25	31,07	16,50
Poudre de néré	93,14	6,03	93,97	7,69	14,69	20,87	15,37	2,42
Poudre d'os	99,63	98,01	1,99	2,10	1,06	9,85	0,42	0,08
Sel iodé	96,48	91,97	8,03	0,52	0,35	0,58	0,37	0,09
Son de petit mil	93,53	5,70	94,30	1,92	5,30	33,23	5,88	1,44

Tableau 7 : Valeurs nutritives des intrants utilisés dans l'étude de digestibilité

Aliments	MS (%)	%MS						
		MM	MO	MAT	CB	NDF	ADF	ADL
<i>Pennisetum pedicelatum</i>	95,32	8,07	91,94	6,297	45,70	70,08	43,50	5,3
Aliment CITEC	92,98	6,51	93,50	30,53	28,20	45,61	29,67	8,53
BMN1	92,93	45,98	54,02	22,13	12,70	21,05	9,68	3,23
BMN2	95,88	39,66	60,34	62,38	23,60	39,49	16,97	6,06

NB : BMN 1 : Bloc multinutritionnel formule 1

BMN 2 : Bloc multinutritionnel formule 2

MS : Matière Sèche

MM : Matière Minérale

MO : Matière Organique

MAT : Matière Azotée Totale

CB : Cellulose Brute

NDF : Neutral Detergent Fiber

ADF : Acid Detergent Fiber

ADL : Acid Detergent Lignin

2.2.2. Ingestibilité de la matière sèche des rations et des blocs multinutritionnels

Hormis le régime Pp+BMN1, la consommation de la matière sèche des rations a été significativement améliorée avec la complémentation au BMN (tableau 8). L'adjonction de l'aliment CITEC (AC) n'a pas eu d'influence significative sur l'ingestibilité de la matière sèche du *Pennisetum pedicelatum* avec le BMN2.

L'analyse statistique a montré une différence très significative ($P < 0,001$) pour les valeurs de la ration contenant le BMN2 et celle de la ration témoin. En outre, l'amélioration de l'ingestibilité du *Pennisetum pedicellatum* (Pp) due à l'effet du BMN1 n'a été que 10 % en moyenne contre près de 20 % pour le BMN2.

Pour ce qui est de l'ingestion des BMN par ration appliquée, la valeur la plus élevée a été obtenue au niveau de la ration Pp+BMN2, que ce soit en gramme de matière sèche par animal et par jour ou en gramme de matière sèche par kilogramme de poids métabolisable (tableau 8). L'analyse statistique a montré une différence significative au seuil de 5% entre les valeurs de l'ingestion du BMN2 et du BMN1.

Tableau 8 : Ingestibilité de la matière sèche des rations entières et des blocs multinutritionnels (BMN)

	Rations				
	Témoin (Pp)	Pp +BMN1	Pp +BMN1+AC	Pp +BMN2	Pp +BMN2+AC
Les rations entières :					
Ingestibilité (g MS/animal/j)	467±115 ^a	451±96 ^a	520±58 ^b	524±64 ^b	510±129 ^b
Ingestibilité (g MS/kgPM)	56±9 ^a	57±6 ^a	67±5 ^b	66±7 ^b	66±8 ^b
Les BMN :					
Ingestibilité (g MS/animal/j)	NA	16±21 ^a	21±23 ^a	62±51 ^b	36±32 ^c
Ingestibilité (g MS/kgPM)	NA	2±3 ^a	3±3 ^a	8±7 ^b	5±4 ^c

Les moyennes par ligne présentant des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % selon le test t.

NB: Témoin = *Pennisetum pedicelatum* (Pp) ; NA : Non applicable

Pp +BMN 1= Pp+ Bloc multinutritionnel formule 1

Pp + BMN 1+ AC = Pp + Bloc multinutritionnel formule 1 + Aliment CITEC

Pp + BMN 2 = Pp + Bloc multinutritionnel formule 2

Pp + BMN 2 + AC = Pp+ Bloc multinutritionnel formule 2 + Aliment CITEC

2.2.3. Utilisation digestive des différentes rations

L'observation du tableau 9 a montré de façon globale que la digestion de la matière sèche augmentait avec la complémentation de BMN dans la ration. La digestibilité de la ration Pp+BMN2 a été particulièrement plus intéressante et a marqué une différence significative avec les autres rations (tableau 9).

Les coefficients d'utilisation digestive de la matière minérale, de la matière organique et de la matière azotée pour les rations Pp+BMN2 et Pp+BMN2+AC ont été significativement plus élevés par rapport à ceux de la ration témoin. Les valeurs obtenues de la digestibilité de la matière azotée totale des rations Pp+BMN2 et Pp+BMN2+AC ($85,60 \pm 11,16\%$ et $82,56 \pm 6,08\%$) sont supérieures à celles obtenues avec la ration Pp uniquement ($51,79 \pm 20,47\%$), avec une différence hautement significative ($P < 0,001$).

En revanche les coefficients d'utilisation digestive de la cellulose brute des rations contenant les BMN ont présenté les plus faibles valeurs comparativement à la ration Pp. Cependant, la différence entre la valeur de la digestibilité de la ration Pp+BMN2 et Pp respectivement $50,28 \pm 9,79$ et $55,12 \pm 10,35$ n'a pas été significative.

Globalement et selon les résultats du tableau 10, c'est la digestibilité des matières minérales et celle des matières azotées des rations qui ont subi plus d'amélioration due à l'effet des BMN. En effet, la digestibilité de ces deux (2) éléments des rations à effet de BMN a été significativement améliorée par rapport à celle obtenue avec la ration témoin (ration à base de *Pennisetum pedicelatum* uniquement). Aussi, l'effet améliorateur du BMN2 sur la digestibilité des rations entières et du *Pennisetum pedicelatum* a été plus intéressant que celui enregistré avec le BMN1 (tableau X).

La digestibilité de la cellulose brute des régimes contenant les BMN ($46,09 \pm 12,56$ et $49,12 \pm 10,23$ respectivement pour le régime Pp+BMN1 et Pp+BMN2) a présenté une différence significative par rapport au régime Pp sans BMN.

Le coefficient d'utilisation digestive des BMN1 et BMN2 ont été pratiquement similaires pour la matière sèche ainsi que pour tous ces composants. D'ailleurs l'analyse statistique n'a pas montré de différence significative ($P < 0,05$) entre les valeurs.

Les coefficients d'utilisation digestive (CUD) des BMN1 et BMN2 sont pratiquement similaires pour l'ensemble des composants analysés (tableau XI). Les valeurs de digestibilité des blocs sont restées globalement supérieures à 50 %, avec notamment un coefficient de digestibilité de la matière organique relativement intéressant (55 % en moyenne). L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative ($P < 0,05$) entre les valeurs.

Tableau 9 : Digestibilité moyenne des rations appliquées

Rations	Digestibilité (%)				
	dMS	dMM	dMO	dMAT	dCB
Pp	52,64±7,24 ^a	51,61±12,41 ^a	54,92±6,76 ^{ab}	51,79±20,47 ^a	55,12±10,35 ^b
Pp + BMN1	51,50±9,30 ^a	57,38±9,18 ^b	52,53±9,07 ^a	61,10±23,90 ^a	46,14±12,71 ^a
Pp+BMN1+AC	55,23±11,23 ^{ab}	56,65±18,61 ^b	56,59±10,34 ^{ab}	74,16±11,58 ^b	46,05±12,83 ^a
Pp + BMN2	57,52±8,28 ^b	64,47±10,98 ^c	58,96±8,01 ^b	85,60±11,16 ^c	50,28±9,79 ^b
Pp+BMN2+AC	56,22±8,46 ^{ab}	60,59±9,85 ^c	57,00±8,45 ^b	82,56±6,08 ^c	47,96±10,84 ^{ab}

NB: Pp = *Pennisetum pedicelatum* : AC: Aliment CITEC

Pp + BMN 1= Pp+ Bloc multinutritionnel formule 1

Pp + BMN 2 = Pp + Bloc multinutritionnel formule 2

dMS : Digestibilité de la matière sèche

dMO : Digestibilité de la matière organique

dMM : Digestibilité de la matière minérale

dMAT: Digestibilité de la matière azotée totale

dCB : Digestibilité de la cellulose brute

Les moyennes figurant sur la même colonne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P <0,05) selon le test t.

Tableau 10 : Digestibilité moyenne des rations appliquées

Rations	Digestibilité (%)				
	dMS	dMM	dMO	dMAT	dCB
Pp	52,64 ± 7,24 ^a	51,61 ± 12,41 ^a	54,92 ± 6,76 ^{ab}	51,79 ± 20,47 ^a	55,12 ^b ± 10,35 ^b
Pp + BMN1	51,50 ± 9,30 ^a	57,38 ± 9,18 ^b	52,53±9,07 ^a	61,10 ± 23,90 ^b	46,14 ± 12,71 ^a
Pp + BMN2	57,52 ± 8,28 ^b	64,47 ± 10,98 ^c	58,96 ± 8,01 ^b	85,60 ± 11,16 ^c	50,28 ± 9,79 ^b

NB: Pp = Pp = *Pennisetum pedicelatum*

Pp + BMN 1= Pp+ Bloc multi nutritionnel formule 1

Pp + BMN 2 = Pp + Bloc multi nutritionnel formule 2

AC: Aliment CITEC

dMS : Digestibilité de la matière sèche

dMO : Digestibilité de la matière organique

dMM : Digestibilité de la matière minérale

dMAT: Digestibilité de la matière azotée totale

dCB : Digestibilité de la cellulose brute

Les moyennes figurant sur la même colonne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P <0,05) selon le test t.

Tableau 11 : Digestibilité des Blocs multinutritionnels (BMN)

	dMS (%)	dMM (%)	dMO (%)	dMAT (%)	dCB (%)
BMN1	53,13 ± 4,52 ^a	51,72 ± 9,22 ^a	55,39 ± 4,04 ^a	50,34 ± 14,63	53,65 ± 3,57 ^a
BMN2	52,86 ± 4,50 ^a	51,64 ± 8,65 ^a	55,18 ± 4,07 ^a	51,94 ± 15,14	54,60 ± 2,60 ^a

NB :BMN1 : Bloc multi nutritionnel formule 1
BMN2 : Bloc multi nutritionnel formule 2
dMS : Digestibilité de la matière sèche
dMO : Digestibilité de la matière organique
dMM : Digestibilité de la matière minérale
dMAT: Digestibilité de la matière azotée totale
dCB : Digestibilité de la cellulose brute

Les moyennes figurant sur la même colonne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P <0,05) selon le test t.

2.3. Résultats sur l'insertion des BMN dans les élevages laitiers des promoteurs/promotrices

La complémentation au BMN a eu un effet significatif sur l'amélioration de la production laitière des vaches suivies (tableau XII). La production de lait chez les vaches complémentées au BMN2 a été en moyenne de 2,79±2,01 kg/animal/jour, contre des valeurs de 2,50±0,89 et de 2,01±0,84 kg/animal/jour pour respectivement les vaches complémentées au BMN1 et les vaches témoins. Ainsi, la quantité de lait produite chez les vaches recevant le BMN2 a augmenté de 38% contre 24% pour celle ayant reçu le BMN1.

Les quantités de lait traites chez les vaches zébus Peul ont été plus élevées que celles traites chez les vaches Azawak et celles traites chez les métisses Azawak-zébu Peul. En effet, le lait trait chez les vaches zébus Peul a été évalué en moyenne à 2,84±1,65 kg/jour contre des chiffres respectifs de 1,78±0,73 et de 2,31±1,14 kg/j pour les vaches Azawak et les vaches métissées.

Les notes d'état corporel (NEC) des vaches complémentées au BMN ont été significativement plus intéressantes que la NEC obtenue chez les vaches témoins (tableau XII). Les NEC des vaches sous la complémentation du BMN2 ont été significativement plus élevées que celles des vaches alimentées au BMN1.

La consommation des BMN par les vaches a été faible (67 ± 57 et 72 ± 34 g/vache/jour respectivement pour le BMN1 et le BMN2). Par ailleurs la différence entre ces deux valeurs n'a pas été significative ($P < 0,05$).

Tableau 12 : Résultats sur la production laitière, la note d'état corporel et la consommation de BMN

	Lot témoin	Lot complémenté au BMN1	Lot complémenté au BMN2
Quantités de lait traites (kg/j)	$2,01\pm 0,84^a$	$2,50\pm 0,89^b$	$2,79\pm 2,01^b$
Note d'état corporel	$4,30\pm 0,46^a$	$4,93\pm 0,26^b$	$4,50\pm 0,50^c$
Quantité de BMN consommé (g/j)	NA	67 ± 57^a	72 ± 34^a

Les moyennes figurant sur la même ligne et portant des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$) selon le test de Scheffe.

2.4. Dressage du compte d'exploitation

Les simulations pour les deux formules permettent de considérer (tableaux XIII et XIV) :

- une production de 1 440 blocs par an (8 mois de travail d'octobre à mai avec 15 jours de production par mois).
- un prix de cession (vente) par bloc de trois mille cinq cent (3 500) francs CFA.

L'analyse de rentabilité dans les conditions ci-dessus a tenu compte d'un fonctionnement minimum et d'une production moyenne par mois (312 blocs), mais également des valeurs des amortissements, tout en évitant d'éventuels réinvestissements au cours d'une période considérée d'un an. Ces estimations ont permis d'envisager, pour la formule 1, un seuil de rentabilité annuelle de 1 017 blocs en 255 jours d'exercice (tableau XIII). Pour la formule 2, ce seuil est atteint avec 1 013 blocs en 255 jours de production (tableau XIV).

Une fiche modèle d'enregistrement des charges et des produits a été présentée et discutée au cours de la formation. Les femmes ont été instruites à l'utiliser ou à s'inspirer du modèle pour préparer leurs cahiers de suivi des comptes.

Tableau 13 : Compte d'exploitation établie sur la production du bloc de formule 1

Libellé	Coût/unité	Quantités	Montant (F CFA)
A. COUTS DE PRODUCTION			
S/T Matières premières			1 627 422
S/T fonctionnement groupe			24 865
Total coûts variables			1 652 286
Total coûts fixes			2 418 503
Coûts totaux			4 070 789
B. PRODUITS			
Vente Blocs	3500	1440	5 040 000
Marge brute globale			3 387 714
Marge brute/Bloc			2 353
Le bénéfice total (Total des produits-Coûts totaux)			969 211
Le bénéfice par Bloc (Bénéfice total/Nbre bloc)			673
Seuil de rentabilité (Coûts fixes/ (PU-CVU)			1 028,02

Tableau 14 : Compte d'exploitation établie sur la production du bloc de formule 2

Libellé	Coût/unité	Quantités	Montant (F CFA)
A. COUTS DE PRODUCTION			
<i>Coûts variables</i>			
S/T matières premières			1 578 034
Total coûts variables			1 602 865
Total coûts fixes			2 418 503
Coûts totaux			4 021 367
B. PRODUITS			
Vente Blocs	3500	1440	5 040 000
Total des produits			5 040 000
Marge brute globale			3 437 135
Marge brute/BMN			2 387
Le bénéfice total (Total des produits-Coûts totaux)			1 018 633
Le bénéfice par bloc (Bénéfice total/nbre bloc)			707
Seuil de rentabilité (Coûts fixes/ (PU-CVU)			1 013

III. Discussion

3.1. Formulation de blocs multinationnels, renforcement des capacités techniques et niveau de participation des promotrices

Quinze acteurs (10 femmes et 5 hommes) ont pris part à la mise en œuvre de la convention de délégation de fonds et ont bénéficié du renforcement des capacités. Cependant, c'est seulement six (6) femmes de ce groupe-cible qui ont constitué le noyau de relai sûr du transfert de la technologie de BMN. Ces femmes, du fait de l'appui scientifique et technique, ont acquis une très bonne maîtrise des techniques de fabrication des BMN et ont fait preuve de capacité (sauf comment actionner le démarrage du moteur diesel) à faire fonctionner les équipements de mécanisation, c'est-à-dire, le broyeur polyvalent, l'alternateur et le mélangeur électrique.

3.2. Compositions chimiques des aliments des blocs

La faible teneur en matière minérale observée au niveau de la formule 2 du BMN serait due à sa faible quantité en ingrédient minéral. En revanche sa forte teneur en matière azotée totale serait due au tourteau de coton dans sa composition et également à sa teneur élevée en urée. En effet, la composition chimique du BMN dépend des matières premières qui le composent. La teneur en matière azotée totale de nos BMN expérimentaux (22,13 et 62,38%) est supérieure à celles obtenues par d'autres auteurs BENGUEGA (2006), ABECHA et MENGAA, (2007) et TABAI (2008) sur des blocs multinationnels à base des rebuts de dattes en Algérie, dont les valeurs sont respectivement de 15,45 ; 6,80 et 13,25%. Par contre la teneur en MAT du BMN1 est inférieure à celle de 32,4% observée par BOUHLAGHEM *et al.* (2010).

3.3. Ingestibilité de la matière sèche des rations et des blocs multinationnels

La forte valeur d'ingestibilité des rations Pp+BMN1+AC et Pp+BMN2 par rapport au témoin permet de dire que le BMN2 peut améliorer la consommation du fourrage pauvre sans l'adjonction d'une autre source protéique. Ce qui suggère que le BMN1 a toujours besoin

d'un supplément alimentaire riche en azote pour mieux impacter le niveau d'amélioration de l'ingestion des fourrages pauvres.

Du fait de la richesse du BMN2 en matières azotées, l'adjonction de l'aliment CITEC (AC) s'est traduite par un effet inhibiteur de l'ingestion de la ration, marquée par une baisse significative des quantités ingérées. Cependant, l'adjonction de l'AC au BMN1 a eu un effet améliorateur sur l'ingestion de la ration utilisant ce produit. Les valeurs d'ingestion obtenues au cours de la présente étude sont supérieures à celles enregistrées par GNANDA (2008) sur les chèvres laitières (10,1 et 14,64 g /animal/j) et à celles rapportées par ZOUNDI *et al.* (2005) qui ont également observé des consommations très faibles en BMN (2,37 et 6,27g/kg PM). Par contre, elles sont inférieures à celles enregistrées par SOUMANA *et al.* (2016) avec des blocs multinutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia* L. qui ont varié de 214 à 471 g/animal/j. Elles sont également moins élevées que celles rapportées par BOUHLAGHEM *et al.* (2010) qui ont été de 22 et 27 g/kg PM.

Les résultats d'amélioration de l'ingestibilité du régime Pp avec le BMN2 sont en accord avec ceux de HOUMANI et TISSERAND (1999) qui trouvent les mêmes tendances avec des blocs multinutritionnels renfermant des fientes de volaille. Par contre, ils sont en désaccord avec ceux trouvés par GNANDA *et al.* (2015) qui n'ont pas trouvé de différence significative entre les valeurs de l'ingestibilité des rations contenant les blocs multinutritionnels et celle de la ration sans les blocs multinutritionnels.

La baisse significative de l'ingestion de la formule 1 des BMN pourrait être due à sa dureté et également à l'appétibilité, à cause de la présence d'une quantité élevée du ligneux dans la formule. En effet, FOGANG ZOGANG *et al.* (2012) ont montré que l'appétibilité avait baissé avec l'inclusion de *Tithonia diversifolia* à différents niveaux dans les BMN. Pour ces derniers, cela serait dû à la présence du tanin dans les ressources ligneuses utilisées.

3.4. Utilisation digestive des différentes rations

Les résultats de la digestibilité de la matière sèche sont en accord avec ceux de ZOUNDI *et al.* (2003) qui ont trouvé une amélioration de la dégradabilité de la matière sèche pour les rations complémentées aux BMN. Par contre, ils sont en désaccord avec ceux trouvés par FOGANG ZOGANG *et al.* (2013) qui n'ont pas trouvé de différence significative entre les valeurs de la digestibilité de la MS. L'amélioration de la digestibilité de la matière minérale

dans le régime Pp+BMN2 serait due à l'accélération du transit qui se manifeste par l'action laxative des minéraux exprimés par les cendres lorsqu'elles sont en grande quantité dans la ration (CHABACA *et al*, 2010). Mais nous constatons que la digestibilité du BMN2 en matière minérale est plus élevée par rapport au BMN1, bien que ce dernier soit plus riche en matière minérale. Cela signifierait que les blocs multinutritionnels pourraient avoir une teneur optimum en minéraux au-dessus de laquelle le surplus ne serait pas valorisé par la digestion.

Les résultats du coefficient d'utilisation digestive de la matière azotée sont en accord avec ceux de HOUMANI et TISSERAND (1999) qui ont utilisé les blocs multinutritionnels contenant des fientes de volaille. Par contre, ils sont en désaccord avec ceux trouvés par SOME (1998) qui n'a pas observé une augmentation de la teneur en N-NH₃ dans le rumen avec les BMN intégrant le Burkina phosphate.

La baisse de la digestibilité de la cellulose brute observée dans les rations contenant les BMN serait due à la faible consommation de ces BMN. En effet, la quantité consommée par les animaux serait insuffisante pour favoriser une activité cellulolytique optimale par la flore microbienne du rumen (HOUMANI et TISSERAND, 1999) vu que l'ingestion de ces BMN ne s'est pas étalée de façon continue tout au long de la journée.

Globalement, les résultats de la digestibilité des BMN traduiraient l'efficacité des deux formules des blocs. Ainsi, la faible valeur observée au niveau de l'ingestibilité du BMN1 serait due à sa dureté, sa cohérence et sa palatabilité par les animaux.

3.5. L'insertion des BMN dans les élevages allaitantes des promotrices

L'augmentation de la production laitière dans les lots supplémentés (38%, 24% respectivement pour le lot au BMN2 et celui au BMN1), corroborent ceux rapportés par SINGH et SINGH (2003) et MISRA *et al.* (2006) qui ont obtenu respectivement +34% et +30% comme accroissement de la production chez des vaches allaitantes du fait de la complémentation au bloc multinutritionnel. Nos observations corroborent celles de OUEDRAOGO (2013) selon lesquelles la complémentation alimentaire influe sur la production laitière.

Nos résultats sur la production du lait en fonction des races sont en contradiction avec ceux de OUEDRAOGO (2013) qui a plutôt constaté en 180 jours de lactation, que la production laitière exploitée des vaches Azawak était supérieure à celle mesurée sur les métis Azawak dont la production à leur tour et restée supérieure à celle des vaches zébu Peul. Les vaches qui ont fait l'objet de suivi au cours de la présente étude font partie des élites du noyau laitier des

éleveurs membres du groupement d'Azawak « Kossam Bodedji » de Dori. Ce qui pourrait justifier que les sujets de race Zébu Peul soient les meilleurs producteurs de lait car ayant été soigneusement sélectionnés par leur propriétaire par une sélection massale intense. Même si les vaches Azawak sont habituellement reconnues pour avoir des bonnes aptitudes laitières, celles qui sont introduites dans les élevages burkinabés sont fréquemment peu satisfaisantes en la matière.

La faible consommation des BMN par les vaches (67 g/animal/j pour le BMN1 et 72 g/animal/j pour le BMN2) pourrait se justifier par le fait qu'ils n'ont pas été offerts à volonté. Sur la base des résultats de l'ingestibilité rapportés en station et en considérant le fait qu'un UBT vaut 10 ovins, l'on parvient à des ingestions potentielles estimées à environ 210 et 620 g par vache par jour pour respectivement le BMN1 et le BMN2. Ce qui est en concordance avec la fourchette de valeur attendue en termes de consommation des BMN comme complément d'appoint chez les bovins.

3. 6. Analyse de la rentabilité financière de l'unité de production des blocs multinutritionnels

Le coût élevé des charges fixes comparativement au coût variable des BMN est dû en grande partie au coût d'amortissement du complexe broyeur-alternateur, au mélangeur et au local. L'augmentation du total du coût variable du BMN1 serait due à sa composition. En effet, la formule 1 mobilise plus de matières premières comparativement à la formule 2 des blocs. Ce qui rend la marge bénéficiaire du BMN2 plus intéressant par rapport au BMN1. Le prix de vente (3500 F CFA) est raisonnable au regard du coût de revient d'un bloc (2827 F CFA pour la formule 1 et 2793 F CFA pour la formule 2). Le seuil annuel de rentabilité est également intéressant car il est en dessous de nombre de blocs produit par an.

Afin de maximiser leur bénéfice (marge bénéficiaire unitaire), les promoteurs/promotrices de l'unité de fabrication des BMN peuvent augmenter leurs ventes (en nombre de BMN par opération ou nombre de BMN dans l'année) et la qualité de leurs produits vendus ou réduire leurs dépenses par la maîtrise et la meilleure gestion de l'unité de production, ou combiner les deux. Les 1 440 blocs correspondant aux hypothèses de production annuelle des femmes sont supérieurs aux valeurs seuils annuels de rentabilité de l'unité économique (1 028 blocs pour la formule 1 et 1 013 blocs pour la formule 2). Ce qui voudrait dire que si ces actrices parvenaient

à augmenter leur production journalière en BMN ou le prix de vente unitaire de leur bloc, elles amélioreraient inéluctablement la rentabilité de leur unité de fabrique.

L'augmentation de la production des blocs pourrait se faire avec l'acquisition d'une presse à BMN bien que cela engendra des charges supplémentaires à prendre en compte dans l'analyse financière.

L'augmentation du prix unitaire du BMN reste une question de marketing à réaliser auprès des utilisateurs. Les qualités des BMN ont été mises en relief à travers la présente étude. Elles sont à exploiter par les femmes pour négocier un prix plus intéressant pour leur produit.

A l'issue de cette étude, nous constatons que la formule 2 du BMN serait la mieux adaptée dans l'unité de fabrique de produit. De l'avis des promoteurs/promotrices, les deux (2) formules de BMN (formule 1 et formule 2) sont intéressantes en termes de valeurs nutritionnelles. C'est pourquoi, pour exprimer leur choix de formule, ils ont préféré le porter sur la formule 1 à cause de sa présentation physique et ses aptitudes esthétiques liées à la présence de la mélasse dans sa composition et qui la rend plus lisse et beau à voir.

Conclusion

Cette étude montre que grâce à une démarche scientifique participative, les acteurs locaux parviennent à définir par eux-mêmes leurs formules de blocs multinationnels. Les formations, bien que suffisamment complexes dans leur ensemble, ont été assimilées par ces derniers, grâce surtout au fait que les parties les plus importantes étaient dispensées sous forme de démonstration ou purement sous forme d'exercice pratique.

Les résultats de l'évaluation de la valeur alimentaire et nutritionnelle des blocs confirment bien le rôle améliorateur de la valorisation des ressources pauvres de ces produits et ainsi leur rôle de compléments d'appoint aux animaux. La richesse de leur composition en éléments utiles tels que la matière organique, les matières minérales et les matières azotées, traduit bien leur fonction multinationnelle.

A travers l'analyse de la rentabilité financière, l'étude a permis aux promoteurs/promotrices de connaître avec précision leurs dépenses (coûts de production), le seuil de rentabilité de leur unité économique ainsi que les perspectives d'amélioration de leurs bénéfices. Les marges financières évaluées ont été à la faveur de la formule de BMN2 qui a offert une marge bénéficiaire nette de près de 700 F CFA par bloc contre une marge d'environ 670 F CFA pour le BMN1. Par ailleurs, ces résultats financiers montrent que si l'unité fonctionne selon les prévisions de production du noyau des six (6) femmes volontaires, elle reste rentable et permet à ces femmes d'avoir un salaire mensuel de 30 000 f CFA par femme pendant huit (8) mois de l'année. Deux (2) autres personnes bénéficieront de rémunérations mensuelles en main d'œuvre occasionnelle de 15 000 F CFA/personne. On peut dire donc que l'unité de fabrication de BMN des éleveurs membres du groupement d'Azawak « Kossam Bodedji » de Dori représente une source certaine de création d'emplois si les acteurs se l'approprient, la développent et assurent un marché certain pour ses produits.

L'analyse combinée des résultats d'évaluation de la valeur alimentaire et nutritionnelle des blocs multinationnels et ceux de la rentabilité financière de l'unité de fabrication des BMN de la présente étude, permet de suggérer l'adoption de la formule 2 aux promoteurs/promotrices pour leur unité de fabrication. Cependant, compte tenu de l'attachement des femmes aux qualités physiques, esthétiques et organoleptiques des blocs produits, il serait nécessaire de revisiter scientifiquement et techniquement cette formule 2 afin de la rendre plus attrayante pour les utilisateurs. Aussi, des études plus élaborées d'évaluation de l'effet des blocs multinationnels sur la qualité de la production lactée, la croissance des jeunes et sur

l'engraissement des animaux d'embouches seraient nécessaires à entreprendre au regard de l'importance de ces types de production sur le terrain. Nécessité d'étendre l'étude au niveau des autres promoteurs de BMN afin de renforcer leurs capacités techniques et d'améliorer la rentabilité de leurs activités. .

Références Bibliographiques

ABECHA E., MENGAA H., 2007. L'utilisation des blocs multinutritionnels en alimentation des chèvres laitières. Mémoire d'ingénieur, option: production animale. Université KASDI Merbah Ouargla, Algérie, 79 p.

BA. O., 1992. Contribution à l'étude du système de production laitière de la vache N'dama (*Bos taurus*) en haute Casamance : contrainte et stratégie d'amélioration. Thèse : Méd. Vét. : Dakar, 46 p.

BAUMER., M., 1997. L'agroforesterie pour les productions animales. ICRAF, CTA, 340 p.

BENGUEGA S., 2006. Utilisation des blocs multinutritionnels dans l'alimentation des ovins et des caprins. Mémoire d'Ingénieur, option : Zootechnie, Université Kasdi Merbah Ouargla Algérie, 57 p.

BEAMES R. M., 1963. Provision of urea to cattle in Slate/ Urea/ Molasses block. *Queensland J. of Agric. Sci.* 20: 213-230.

BERGMAN E. N., 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.*, 70 : 567-590.

BINDELLE J., BULDGEN A., 2004. Utilisation des plantes à tubercules ou à racines tubéreuses en alimentation animale. *Troupeaux et cultures des tropiques*, 4 : 47-50.

BOUHLAGHEM S., BOUGRINAT A, CHABACA R., HADJSMAIL B. LARWENCE A., 2010. Blocs multinutritionnels à base de rebuts de dattes pour ovins dans les zones arides. *Sécheresse*, 21 (4) : 278-82.

BOUDET G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (2ème éd.). Ministère de la coopération et du développement : IEMVT, collection manuels et précis d'élevage: France, 264 p.

BOUGOUMA-YAMEOGO V., 1995. Valorisation des fourrages naturels récoltés au Burkina Faso (zones sahélienne et nord-soudanienne) traitement à l'urée de la biomasse. Utilisation par les ruminants. Thèse Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 134p.

CHABACA R., HADJSMAIL B., LARWENCE A., 2010. Blocs multinutritionnels à base de rebuts de dattes pour ovins dans les zones arides Valeur nutritionnelle. *Sécheresse*, 21 : 271-277.

CHENOST M., KAYOULI C., 1997. Roughage utilization in warm climates. FAO. Animal production and health paper: 135, FAO. Rome 226 p.

- COULIBALY A.**, 2001. Manuel de vulgarisation des productions fourragères. FAO, 71 p.
- CUVELIER C., CABARAUX J.-F., DUFRASNE I., ISTASSE L., HORNICK J.-L.**, 2005. Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Ann. Méd. Vét.*, Belgique 149, 49-59.
- DEBRY G.**, 2006. Lait, nutrition et santé. Ed : tec. et doc. Lavoisier, Paris. 566 p.
- DGPSE**, 2010. Evaluation des impacts socio-économiques de l'élevage, MRA, Ouagadougou. 83 p.
- DIOP P. E. H.**; 1997. Comment réussir une filière laitière en Afrique. In : actes du séminaire sur l'étude des contraintes au développement des productions animales en Afrique subsaharienne. Cahier N°3 de l'EISMV.-Abidjan (Côte d'Ivoire), 131-140.
- DOREAU M., GRIMAUD P., DOREAU B. MICHALET**, 2000. La sous-alimentation chez les ruminants: ses effets sur la digestion. *INRA Prod. Anim*, 13 (4) : 247-255.
- DULPHY J. P., BAUMONT R., L'HOTELIER L., DEMARQUILLY C., JAILLER M., JAMOT J., DETOUR A.**, 1999. Amélioration de la mesure et de la prévision de l'ingestibilité des fourrages chez le mouton par la prise en compte des variations de la capacité d'ingestion à l'aide d'un fourrage témoin. *Annales de zootechnie*, 48 (6) : 469-476.
- FOGANG ZOGANG B., TENDONKENG F. CAMARA S., BOUKILA B., PAMO E.T.**, 2013. Effets de l'inclusion de différents niveaux de feuilles de *Tithonia diversifolia* dans des blocs multinutritionnels sur l'ingestion et la digestibilité in vivo de rations à base de paille de *Brachiaria ruziziensis* chez la brebis Djallonké. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 66 (3) : 103-107.
- GIGER S**, 1985. Revue sur les méthodes de dosage de la lignine utilisées en alimentation animale. *Ann Zootech*, 34 (1) 85-122.
- GNANDA B. I.**, 2008. Importance socio-économique de la chèvre du Sahel burkinabé et amélioration de sa productivité par l'alimentation. Thèse de doctorat, IDR/UPB, Burkina Faso, 189 p.
- GNANDA B. I., NIGNAN M., OUEDRAOGO S., WEREME N'DIAYE A., TRAORE O. SINON B.**, 2015. Influence d'une co-construction de rationnement amélioré sur les performances d'embouche ovine paysanne dans la commune rurale de Korsimoro au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(3) : 1544-1556.
- GNANDA B. I., OUEDRAOGO H., WEREME/N'DIAYE A., OBULBIGA M. F., SANON H. O., KABORE A., SANOU S. SINON B.**, (2014). Le Bloc Multinutritionnel (BMN) : un produit adapté à la valorisation durable des ressources locales

pauvres utilisées dans l'alimentation des animaux. Poster présenté à la journée de paysan tenue les 10, 11 et 12 avril 2014 à Fada N'Gourma.

GNANDA B. I., OUEDRAOGO T., 2013. *Problématique de l'alimentation des ruminants et intérêt des blocs multi nutritionnels*. Communication présentée à l'atelier national d'échanges sur la valorisation des Blocs multi nutritionnels: mise en place de Plateformes d'innovations multiacteurs (PIMA) au profit du Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation(MRSI) du Burkina Faso, tenu du 9 au 10 avril 2013 à Dori, Burkina Faso.

GNANDA I.B. ZOUNDI J.S. NIANOGO A.J. LE MASSON A. MEYER C., 2005. Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales, *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop*, 58 (3) 175-182.

INRA, 1988. L'Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications. Route de Saint-Cyr, 78000-Versailles. 471 p.

JARRIGE R., GRENET E., DEMARQUILLY C., BESLE J.-M., 1995. Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. In : Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.-H., Journet M. (Eds.), Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. Institut National de la Recherche Agronomique : Paris, 25-81.

KAYOULI C, 1994. Rapport de mission, projet FAO. PNUD/NER/89/016 Niger: *traitement à l'urée des fourrages grossiers en milieu agricole* Mai 1994.

KABORE ZOUNGRANA, C-Y., 1995. Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits du Burkina Faso. Thèse d'état. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 224 p.

KIEMA A., SAWADOGO I., OUÉDRAOGO T., NIANOGO A. J., 2012. Stratégies d'exploitation du fourrage par les éleveurs de la zone sahélienne du Burkina Faso. *International journal of biological and chemical sciences* 6(4): 1492-1505.

KUNJU P. G., 1986. Urea molasses block, a future animal feed supplement. Asian livestock II. FAO regional office. Bangkok. Thailand, 53-159.

MOUDJAHED N; KAYOULY C; THEWIS A; BECKERS Y; and REZGUI S., 2000. Effects of multinutritional blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and by sheep fed acasia cyanophylla Linda. Foliage-base diets. *Animal feed science and technology* 88. 219-238.

LENG R. A., 1984. The potential of solidified molasses based bloc for the correction of multinutritional deficiencies in buffaloes and other ruminants, fed low quality agro-industrial by products in: proceeding of final research coordination meeting organized by the joint

FAO/IAEA Division of isotope and radiation. Application of atomic energy for feed and agricultural development. 135-150.

MRA, 2010. Politique nationale de développement durable de l'élevage au Burkina Faso 2010-2025, 45 p.

NAHIMANA G., 2012, Effets de la supplémentation de la méthionine et des antioxydants sur la production laitière chez les Chèvres du Sahel au Sénégal. Mémoire de Master, option : Productions Animales, Université cheikh ANTA DIOP de Dakar, 32 p.

OUATTARA S., 2008. Utilisation des graines de *acacia macrostachya* Reichend. ex DC comme source de protéine dans l'alimentation des poulets de chair. Mémoire de DEA, option Nutrition et Alimentation Animale, IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, 90 p.

OUEDRAOGO A., 2013. Etude des performances laitières des vaches zébus et de la croissance pondérale des veaux des noyaux de Ouagadougou et komsilga. Ingénieur de conception en vulgarisation agricole, Option vulgarisation agricole, IDR/UPB, Burkina Faso, 48 p.

OUEORAOGO S., 2006. Potentialités fourragères et essais d'amélioration de la valeur nutritive de trois ligneux fourragers: *Piliostigma thonningii* Schumacher Mile-Redh, *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hoscht et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss, Mémoire d'Ingénieur, option : élevage, IDR / UPB, Burkina Faso, 55 p.

PAMO T.E., BOUKILA B., FONTEH F.A., TENDONKENG F., KANA J.R., NANDA A.S., 2007. Nutritive values of some basic grasses and leguminous tree foliage of the Central region of Africa, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 135: 273-282.

RUSSEL R.W., GAHR S.A., 2000. Glucose availability and associated metabolism. In: D'Mello J.P.F. (Ed.), Farm animal metabolism and nutrition. CABI Publishing: Oxon, 121-147.

SAIDOU. O., 2004. Influence de la production laitière sur l'évolution des vaches et des veaux chez les Zébus Azawak à la Station Sahélienne Expérimentale de Toukounous (Niger). Mémoire : Productions Animales : Dakar (EISMV), 1, 30 p.

SANOU S., SAWADOGO L., KABORE ZOUNGRANA C.Y., 2010. Amélioration de la valeur nutritionnelle des gousses de *Piliostigma reticulatum* (D. C.) Hochst dans l'alimentation du bétail en période de soudure. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(5) : 1519-1528.

SANOU. S., 2005. *Piliostigma reticulatum* (D.C) Hoscht : Potentialités fourragères et essai d'amélioration la valeur nutritive des gousses. Mémoire d'ingénieur, option élevage, IDR/UPB, Burkina Faso, 57 P.

SAUVANT D., BAS P., 2001. La digestion des lipides chez le ruminant, *Prod. Anim*, 14 (5) : 303-310.

SIDIBE A., LALBA A., NIANOGO J. AIME, KANWE B. AUGUSTIN, 1996. Effet d'une complémentation stratégique sur la production laitière en zone cotonnière du Burkina. Rapport de synthèse des activités menées dans le cadre du projet 7è FED. INERA. CNRST. Farakoba, 37 p.

SINGH P. R. et SINGH M., 2003. Effect of UMMB supplementation on milk production in buffaloes and cows: an on farm trial. *Indian journal of Animal Nutrition* 20, (10) : 1-5.

SOME N. C., 1998. Systèmes d'alimentation et productivité des ovins djallonke au sein des exploitations mixtes agriculture - élevage du plateau central. Mémoire d'ingénieur, option élevage, IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 65 p.

SOUMANA I, AYSSIWEDE S. B., ISSA S., GUERO, MISSOHOU A., 2016. Effets de la complémentation avec des blocs multinutritionnels concentrés à base de *Sida cordifolia* L., une plante invasive, sur les performances zootechnico-économiques des antenais de race Balami à Déréki/Dosso (Niger), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 15 (3) : 2028-9324.

SUDANA I B, LENG R A 1986. Effect of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses block and /or cotton seed meal on intake and live-weight change of lambs. *Animal Feed Science and Technology* 16, 25-35.

SANSOUCY R., 1986. Manufacture of molasses urea blocks. *World animal revue* 57, 40-48.

TABAI S., 2008. Essai de fabrication de blocs multi nutritionnels à base de rebuts de dattes, de pédicelles, de paille d'orge et d'urée. Mémoire d'ingénieur, option : Productions Animales, Université KASDI Merbah- Ouargla, Algérie, 67 p.

TAMMINGA S., DOREAU M., 1991. Lipids and rumen digestion. In: Jouany J.-P. (Ed.), Rumen microbial metabolism and ruminant digestion, Institut National de la Recherche Agronomique: Paris, 151-163.

TAPSOBA W. S., 2001. Phénologie, composition chimique et digestibilité de cinq ligneux: *Acacia raddiana* Savi *Maerua crassifolia* Forsk. *Pterocarpus lucens* Lepr. *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl. *Grewia flavescens* JUSS. Mémoire d'ingénieur, option élevage, IDR/UPB Burkina Faso, 77 p.

VAN SOEST P. J.; MARAUS W. C., 1975. Method for the determination of cell wall constituents in forage, using detergent and the relationship between this fraction and voluntary intake and digestibility. Association Affairs Abstracts. Paper 81. *Journal of Dairy Science* 24: 824 – 843.

ZOUNDI J. S., NIANOGO A. J., SAWADOGO L., 2003. Effet de la complémentation avec des blocs multinutritionnels sur la dégradabilité des fourrages pauvres utilisés dans l'alimentation des ovins du plateau central au Burkina. *Agronomie Africaine* 15 (2) : 77-92.

ZOUNDI J. S., SAWADOGO L. A., NIANOGO J., 2005. Utilisation de blocs multinutritionnels en substitution partielle de concentré pour l'engraissement des ovins au sein des systèmes mixtes agriculture-élevage du plateau central du Burkina Faso. *Journal des Sciences*, 5 (1) 15-27.

ZOUNDI J.S., SAWADOGO L., NIANOGO A.J., 2003b. Pratiques et stratégies paysannes en matière de complémentation des ruminants au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage du plateau central et du Nord du Burkina Faso. *tropicultura*, 21 (3) : 122-128.

WEB GRAPHIE

FOGANG ZOGANG B, BOUKILA B., CAMARA S., TENDONKENG F., ZOUGOU TOVIGNON G., PAMO E T., 2012. Caractéristiques physiques et appétibilité des blocs multinutritionnels à base de *Tithonia diversifolia* associés à la paille de *Brachiaria ruziziensis* chez la brebis Djallonké, <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/foga24041.htm>.

CHEHMA A. SENOUSSE A., 2010. Fabrication de blocs multi nutritionnels (BMN) à base de sous-produits de palmier dattier et d'urée. <http://www.lrrd.org/lrrd22/4/cheh22073.htm>

HASSOUN P., BA A A., 1990. Mise au point d'une technique de fabrication de blocs multinutritionnels sans mélasse. *Livestock Research for Rural Development* 2, (2) <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd2/2/hassoun.htm>

MOUJAHED N, KAYOULI C., RAACH-MOUJAHED AZIZA, 2003. La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants. www.lrrd.org/lrrd24/11/kous24203.htm

