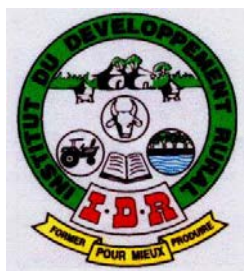


BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



THESE

Présentée en vue de l'obtention du

DOCTORAT UNIQUE EN DEVELOPPEMENT RURAL



Soutenue le 23 avril 2008 devant le jury d'examen composé de :

M. Laya L. SAWADOGO	(Professeur titulaire, Université de Ouagadougou, Burkina Faso)	Président du jury
M. Aimé J. NIANOGO	(Maître de Conférences, IDR/ UPB, Burkina Faso)	Directeur de thèse
M. Marichatou HAMANI	(Maître de Conférences, FA/UAM, République du Niger)	Rapporteur
M. Bernard FAYE	(HDR, CIRAD, Montpellier, France)	Codirecteur de thèse
M. Jean S. ZOUNDI	(Maître de Recherche, INERA, Burkina Faso)	Examineur

Avril 2008

Remerciements

Il me serait impossible de désigner nommément et de remercier ici toutes les personnes physiques ou morales qui ont contribué à la réalisation de ce travail, tant la liste est longue. Je me limiterai à quelques unes, mais que toutes soient remerciées car je sais que, quel que soit leur niveau d'intervention, elles ont participé de façon évidente à l'aboutissement de cette entreprise.

Ma sincère reconnaissance et mes remerciements sans réserve vont d'abord à l'endroit du Pr. Basile L. GUISSOU, Délégué Général du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) et à l'endroit du Pr. Hamidou BOLY, ex-Directeur de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) pour avoir donné leur accord pour que je m'engage dans cette formation et pour l'accompagnement administratif qui a prévalu à toutes les étapes.

Je remercie infiniment l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF) qui, par trois fois de suite, m'a octroyé une bourse de formation à la recherche qui m'a permis d'effectuer trois séjours au CIRAD de Montpellier (France) dans le cadre d'un co-encadrement et des travaux rédactionnels. Dans ce sens, je remercie sincèrement les responsables de cette structure d'accueil, en particulier au Pr. Bernard FAYE, du CIRAD, pour sa disponibilité, son assistance scientifique malgré son implication dans les travaux de plus d'une dizaine de thésards. Mes remerciements vont également à l'endroit du Dr. Christian MEYER et à Monsieur Alain LE MASSON, pour leurs appuis scientifiques inestimables. Ma gratitude à mesdames Martine GLADY LAURENS et Marie-Caroline ESTIENNE et aux messieurs Xavier JUANES et Christian SAHUT pour tout ce qui a été fait de fructueux à mon endroit lors de mes trois séjours au CIRAD.

Ce travail a été réalisé sous la direction du Pr. Aimé Joseph NIANOGO, de l'Institut du développement rural (IDR) de l'Université polytechnique de Bobo-Doulasso (UPB) et je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude et mes très sincères remerciements pour avoir accepté d'assurer cet encadrement à côté de ses nombreuses obligations vis-à-vis de l'UICN auprès de laquelle institution il assure la fonction de chef de mission pour le compte du Burkina Faso. Ses multiples conseils, ses suggestions et son assistance scientifique ont permis le couronnement du présent travail.

Ma reconnaissance particulière et mes sincères remerciements au Dr. Jean Sibiri ZOUNDI, Maître de Recherche à l'INERA et en tant que notre maître de stage pour m'avoir soutenu tant scientifiquement que moralement tout au long de cette formation. C'est grâce à son concours que nous avons pu bénéficier et mettre en route la bourse de mobilité de l'AUF.

Aux rapporteurs scientifiques de la thèse, De Valérie BOUGOUMA-YAMEOGO, Dr. Mamadou D. COULIBALY et Pr. Marichatou HAMANI, pour leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont accordé à consacrer une partie de leur temps à évaluer le travail. Par la même occasion, j'exprime toute ma reconnaissance au Pr. Laya L. SAWADOGO pour avoir accepté présider le jury de la soutenance.

Aussi, je tiens à remercier Dr. Tinrmegson OUEDRAOGO, Chargé de Recherche à l'INERA et ex-Chef de Département Productions Animales (DPA) et Dr. Hamadé KAGONE, Chargé de Recherche et Chef de Programme Petits Ruminants, pour leur écoute, leurs conseils et les facilitations administratives dont j'ai bénéficiées. Ma gratitude est également à l'endroit de

Me WEREM/N'IAYE, Chargé de Recherche et actuel Chef de Département Productions Animales.

Mes remerciements vont à l'endroit du Dr. Souleymane GANABA, ex-Chef du Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles du Sahel (CRREA-Sahel) pour la collaboration et pour tout ce qui a pu être fait dans le sens de la réussite de ce travail. Cet accompagnement administratif a été poursuivi par l'actuel Chef de centre, M. Ferdinand OBULBIGA et donne droit de sincère remerciement.

La contribution et les conseils de certains collègues de mon département scientifique ont été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail. Je citerai : Seydou SANOU, Ousmane ZONO, Hamidou H. TAMBOURA et Jacques SOMDA. Qu'ils trouvent ici ma sincère gratitude et qu'ils soient comblés au centuple de leurs bienfaits. Une mention particulière pour monsieur Ousmane ZONO pour avoir été le principal acteur de la collecte des données sur le terrain.

Il m'est agréable d'exprimer aux autres collègues du DPA/Dori, aux chercheurs des autres Départements, aux techniciens et à tout le personnel d'appui du CRREA du Sahel, ma sincère reconnaissance pour leur soutien moral et leurs encouragements tout au long de la mise en œuvre de ce travail. Leur bonjour quotidien et leurs encouragements multiformes ont été d'un très grand réconfort pour moi.

Ces travaux ont été réalisés grâce à l'accueil et à la disponibilité des éleveurs des villages de Katchari et de Lelly. Ils ont bien voulu nous aider à bien comprendre leur milieu et leur système de conduite et d'alimentation des animaux. Qu'ils en soient tous profondément remerciés. Par la même occasion, j'adresse mes sincères remerciements à Mamadou DICKO, bouvier de la station de Katchari qui a assuré la garde des animaux expérimentaux.

Je renouvelle ma profonde gratitude à mes parents et amis, plus particulièrement à Francis BIDIMA, Idrissa BEOGO et Madame, Edmond HIEN, Gérard DOLEBZANGA et Madame OUEDRAOGO née Gisèle SANOU, pour leur soutien moral et leurs contributions multiformes pour les succès de cette entreprise.

Enfin, Je voudrai traduire ma sincère reconnaissance à toute ma famille et plus particulièrement à ma très chère épouse Elisabeth et à mes deux enfants B. Evrard Landry et Christian, qui ont supporté des longs moments de sacrifice et dont l'indulgence et les encouragements ont servi sans conteste de tremplin pour le couronnement du présent travail. Je réserve une mention spéciale pour mon papa qui a eu à gérer seul la lourde décision de mettre à l'école de Blanc, malgré l'opposition ferme du Grand-père qui aurait souhaité que je reste dans la famille où pour lui, mon rôle était encore plus attendu.

SOMMAIRE

I. Introduction générale	1
Première partie : Synthèse bibliographique	3
I. Présentation du milieu d'étude	4
1.1. Situation géographique	4
1.2. Les caractéristiques physiques	4
1.2.1. Le climat.....	4
1.2.2. Les ressources en sol.....	4
1.2.3. Le réseau hydrographique	4
1.2.4. La végétation.....	6
1.2.5. Les pâturages.....	6
1.3. Population et principales activités socio-économiques	6
1.3.1. Population.....	6
1.3.2. Activités socio-économiques.....	7
1.3.1.1. Agriculture	7
1.3.1.2. Elevage	7
1.3.1.3. Autres activités socioéconomiques	7
1.5. Cheptel ruminant et problématique de son alimentation au Sahel	8
1.5.1. Importance du cheptel ruminant au Sahel	8
1.5.2. Problématique de l'alimentation des ruminants au Sahel	8
1.5.2.1. Disponibilité et variations de qualité des aliments fourragers	8
1.5.2.1.1. Disponibilité et qualité des pâturages naturels.....	8
1.5.2.1.2. Disponibilité et qualité des sous-produits agricoles.....	9
1.5.2.2. Disponibilité et accessibilité des concentrés hors fermes	9
1.6. Stratégies alternatives en matière d'alimentation du bétail au Sahel et leurs limites objectives par rapport au milieu et au système de production actuel	10
1.6.1. Culture fourragère	10
1.6.2. Fauche et conservation des fourrages naturels.....	11
1.6.3. Valorisation des ressources ligneuses fourragères	11
1.6.4. Stockage et utilisation des résidus de récoltes	12
1.7. Gestion de la reproduction au niveau des élevages	13
1.8. Conclusion sur la première partie	13
II. Elevage, sécurisation socio-économique, alimentaire et lutte contre la pauvreté	13
2.1. Fonction de sécurisation de l'activité d'élevage	14
2.1.1. Au plan alimentaire	14
2.1.2. Sécurisation de l'outil de travail	14
2.1.3. Fertilisation des sols agricoles.....	14
2.1.3.1. Production du fumier.....	14
2.1.3.2. Recyclage des nutriments par le bétail sur pied	15
2.1.4. Fonction d'épargne à court terme	15
2.2. Fonction de capitalisation de l'élevage	16
2.3. Fonction de diversification des activités et des revenus	16
2.4. Elevage comme facteur d'intégration sociale	16
2.5. Spécificité de l'élevage caprin comme moyen de sécurisation alimentaire et de lutte contre la pauvreté dans les milieux arides	17
2.5.1. Caractéristiques raciales de la chèvre du Sahel burkinabé.....	17
2.5.2. La chèvre, un animal rustique qui s'adapte facilement aux milieux à climat aride	18

2.5.3. La chèvre, animal le plus utilisé dans le cadre des évènements sociaux des communautés pastorales.....	19
2.5.4. La chèvre, animal le plus exploité sur pied et le plus utilisé pour la satisfaction des besoins en viande et comme moyen d'entraînement dans la consolidation du capital de l'éleveur.....	19
2.5.5. La chèvre, animal productif en lait de grand intérêt nutritionnel et diététique	19
2.5.5.1. Au niveau vitaminique	19
2.5.5.2. Au niveau minéral	20
2.5.5.3. Au niveau protéique et énergétique.....	20
2.6. Conclusion partielle.....	20
III. Contribution de l'élevage à l'amélioration de la biodiversité végétale	20
IV. Facteurs déterminants de la reproduction	22
4.1. Phases critiques de la reproduction	22
4.1.1. La puberté.....	22
4.1.2. Cycle oestral et manifestations de chaleurs.....	22
4.1.3. La gestation	22
4.1.3.1. Mécanismes de maintien	22
4.1.3.2. Dosage de progestérone comme moyen biochimique de diagnostic de gestation	23
4.1.4. Mise bas/avortement	23
4.2. Facteurs de variations des performances de reproduction chez les femelles de ruminants	24
4.2.1. Facteurs intrinsèques	24
4.2.1.1. Age et rang de mise bas.....	24
4.2.1.2. Race animale	24
4.2.2. Facteurs extrinsèques	24
4.2.2.1. Alimentation/nutrition.....	24
4.2.2.1.1. Influence de la nutrition sur la fertilité, fécondité et prolificité	24
4.2.2.1.2. Influence de la nutrition sur la cyclicité des femelles	25
4.2.2.1.3. Influence de la nutrition sur le problème d'avortement.....	25
4.2.2.1.4. Conclusion.....	25
4.2.2.2. Effets saisonniers.....	26
4.2.2.3. Effets du mode de conduite et de la gestion de la reproduction par les acteurs.....	26
4.2.2.4. L'environnement sanitaire de la production	26
4.2.2.4.1. Principales causes d'infertilité chez les femelles.....	26
4.2.2.4.2. Les principales maladies infectieuses et parasitaires impliquées dans les avortements	27
4.2.2.5. L'appartenance ethnique de l'éleveur	27
4.3. Brèves données sur les stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction du ruminants dans les zones tropicales à climat chaud et sec	27
4.4. Effet mâle et gestion de la reproduction.....	28
4.5. Productivité numérique	29
V. Mécanismes et facteurs déterminants de la production laitière	29
5.1. Le lait : composition, origine et biosynthèse	29
5.1.1. Composition du lait	29
5.1.2. Origine et biosynthèse.....	29
5.1.2.1. Origine et biosynthèse des minéraux et vitamines du lait.....	29
5.1.2.2. Origine et biosynthèse des matières grasses du lait	29
5.1.2.3. Origine et biosynthèse des matières protéiques du lait	30
5.1.2.4. Origine et biosynthèse des glucides du lait	30
5.2. Elaboration et éjection du lait	30

5.3. Entretien de la lactation et involution mammaire.....	30
5.4. Principaux facteurs de variations des performances laitières des ruminants	31
5.4.1. Facteurs intrinsèques	31
5.4.1.1. Parité et stade de lactation	31
5.4.1.2. Race et poids vif	31
5.4.2. Facteurs extrinsèques	32
5.4.2.1. Alimentation/nutrition	32
5.4.2.1.1. Principaux éléments alimentaires en jeu dans la production lactée	32
5.4.2.1.2. Energie et quantité de lait produite	32
5.4.2.1.3. Double rôle des apports azotés pour les ruminants	33
5.4.2.1.4. Besoin d'un équilibre entre fourrage et concentré dans le rationnement des animaux laitiers	33
5.4.2.1.5. Régime alimentaire et variations de la composition du lait	34
5.4.2.2. Effet saison et mode de conduite des animaux	34
5.4.2.3. Environnement sanitaire.....	34
VI. Alimentation des chèvres laitières : relation avec leur état pondéral et celui des jeunes au pis	35
VII. Etat nutritionnel des animaux et principaux indicateurs d'appréciation.....	36
VIII. Importance de compléments catalyseurs sur l'utilisation des fourrages pauvres par les ruminants	36
Deuxième partie : Études expérimentales	39
I. Problématique de la recherche	40
II. Objectifs globaux et hypothèses intermédiaires de la recherche.....	40
2.1. Objectifs globaux.....	41
2.2. Hypothèses intermédiaires	41
III. Activités de recherche	42
3.1. Rôle socio-économique et productivité de la chèvre dans quelques élevages du Sahel burkinabé	42
3.1.1. Rôle et place de la chèvre dans les élevages du milieu d'étude.....	43
3.1.2. Elevage caprin au Sahel burkinabé : pratiques paysannes de complémentation et productivité des animaux	60
3.2. Essai d'amélioration des performances laitières de la chèvre du Sahel burkinabé par l'alimentation	74
3.2.1. Effet d'une complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation	75
3.2.2. Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales	84
3.2.3. Influence de l'utilisation d'un bloc alimentaire en complément de rations à base de ressources locales sur la lactation de la chèvre du Sahel burkinabé	95
3.2.4. Effet d'une complémentation énergétique en période humide sur la production laitière de la chèvre du Sahel burkinabé	115
3.3. Essai de complémentation alimentaire de lutte contre les avortements et d'amélioration des performances de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé ...	124
3.3.1. Test d'un complément minéral et azoté sur les paramètres de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé	124
3.3.2. Relation entre état nutritionnel, avortements et fertilité de la chèvre du Sahel burkinabé	135
IV. Discussion générale.....	147
4.1. Place et rôle de l'élevage caprin dans la vie des éleveurs.....	147

4.2. L'alimentation sur pâturages naturels et ses contraintes dans l'élevage caprin en milieu sahélien	148
4.3. Stratégies et pratiques paysannes en matière de complémentation des caprins	150
4.4. Faiblesse de productivité des caprins liées au mode de gestion paysanne des troupeaux	150
4.5. Analyse critique des éléments d'intérêt des compléments alimentaires testés au cours des travaux réalisés	151
4.6. Optimisation de l'utilisation des ressources locales pauvres pour l'alimentation des chèvres	153
4.6.1. Valorisation et utilisation optimale des ressources locales	153
4.6.2. Choix de bloc multinutritionnel comme option appropriée pour l'optimisation de l'utilisation des fourrages pauvres par la chèvre du Sahel.....	156
Conclusion générale et implications	159
Bibliographie	162

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Quelques valeurs normales des nutriments et les sources correspondantes.....	36
Tableau 2.1. Répartition ethnique des effectifs de cheptel	48
Tableau 2.2. Taux de vente ou d'exploitation commerciale apparent du cheptel d'élevage (% effectif de l'espèce considérée) en fonction des groupes ethniques enquêtés.....	53
Tableau 2.3. Structure moyenne des revenus monétaires de l'échantillon enquêté (F Cfa/an)53	
Tableau 2.4. Déterminants structurels du revenu d'élevage et du revenu total des ménages enquêtés	54
Tableau 2.5. Déterminants structurels de l'élevage de caprin dans le Sahel	55
Tableau 2.6. Caractéristiques générales des groupes constitués en fonction de leurs dotations en ressources animales*	56
Tableau 2.7. Structure moyenne des revenus monétaires suivant les classes d'éleveurs constituées (F Cfa/an).....	56
Tableau 2.8. Teneurs des éléments sériques observés	67
Tableau 2.9. Paramètres de reproduction des troupeaux suivis	68
Tableau 2.10. Valeurs de l'ingestion	78
Tableau 2.11. Quantités de lait mesurées par lot en 12 semaines de suivi	79
Tableau 2.12. Performances pondérales des chèvres	80
Tableau 2.13. Performances pondérales des chevreaux.....	80
Tableau 2.14. Esquisse du bilan financier.....	80
Tableau 2.15. Composition des rations	86
Tableau 2.16. Performances laitières et pondérales des chèvres et croissance de leurs petits	91
Tableau 2.17. Constitution des lots et apports alimentaires.....	97
Tableau 2.18. Teneurs moyennes en nutriments des organes ou parties prélevées par les animaux pendant la pâture.....	102
Tableau 2.19. Consommation volontaire d'aliments, d'eau et de bloc minéral.....	104
Tableau 2.20. Production et composition du lait.....	105
Tableau 2.21. Quantités de lait selon le type de traite et le mode d'alimentation	106
Tableau 2.22. Statistiques sur la régression	107
Tableau 2.23. Teneurs en éléments biochimiques sanguins des animaux	108
Tableau 2.24. Performances pondérales des animaux	109
Tableau 2.25. Conduite alimentaire	117
Tableau 2.26. Performances laitières et pondérales	119
Tableau 2.27. Quantités de lait selon l'effet âge et rang de mise bas des animaux.....	120
Tableau 2.28. Allotement et régimes alimentaires des animaux.....	126
Tableau 2.29. Effectif des lots par classe d'âge et par numéro de mise bas	127
Tableau 2.30. Influence de la conduite alimentaire sur les paramètres de reproduction	129
Tableau 2.31. Influence de l'âge sur le taux d'avortement au cours de la phase I	130
Tableau 2.32. : Influence du rang de mise bas sur le taux d'avortement au cours de la phase I	130
Tableau 2.33. Valeurs moyennes (phase I et II) des poids post-partum des mères et de poids à la naissance des chevreaux en fonction de la conduite alimentaire	131
Tableau 2.34. Influence de la saison sur les poids post-partum des mères et de poids à la naissance des chevreaux.....	131
Tableau 2.35. Les différents lots et traitements alimentaires correspondants.....	137
Tableau 2.36. Teneurs des éléments sériques	141
Tableau 2.37. Résultats de paramètres de reproduction selon l'effet lot (régime alimentaire), l'effet âge et rang de mise bas des chèvres	142
Tableau 2.38. Performances pondérales.....	143

Liste des figures

Figure 1.1. Carte de localisation du Sahel burkinabé.....	5
Figure 2.1. Cercle de corrélation des espèces animales des unités familiales enquêtées.....	48
Figure 2.2. Représentation des groupes ethniques des éleveurs sur le plan euclidien	49
Figure 2.3. Pyramide de constitution de cheptel dans les élevages du Sahel burkinabé.....	50
Figure 2.4. Importance relative des principaux produits et sous-produits animaux recherchés au Sahel	51
Figure 2.5. Représentation de la participation des bovins, ovins et caprins à l'atteinte des produits et sous-produits d'élevage visés au participation.....	51
Figure 2.6. Fréquence d'exploitation de ressources animales.....	52
Figure 2.7. Fréquences des principaux aliments utilisés dans la complémentation des chèvres au cours de l'année.....	65
Figure 2.8. Courbe évolutive de la lactation des chèvres.....	69
Figure 2.9. Evolution pondérale des chevreaux en milieu paysan	69
Figure 2.10. Courbe évolutive des quantités de lait mesurées par la traite	88
Figure 2.11. Courbe évolutive de la croissance pondérale des chevreaux	90
Figure 2.12. Evolution pondérale des chevreaux selon le sexe.....	90
Figure 2.13. Importance relative des différents organes ou parties consommées par les chèvres lors de leur suivi au pâturage (en p. 100)	101
Figure 2.14. Evolution de la contribution des différents.....	102
Figure 2.15. Evolution des teneurs de pâturages en nutriments au cours du suivi, teneurs (g/kg MS)	103
Figure 2.16 Evolution du rapport entre quantités de matière sèche consommées at quantités offertes.....	104
Figure 2.17. Evolution de la quantité de lait obtenue par la traite avec ocytocine	106
Figure 2.18. Droite de régression entre la production de lait des chèvres et leur poids post-partum et les paramètres métriques	107
Figure 2.19. Evolution de la teneur sanguine en tryglicérides en fonction des dates de prélèvement	109
Figure 2.20. Evolution pondérale des chèvres mères au cours de l'essai	110
Figure 2.21. Quantités d'eau mesurées mensuellement durant l'essai ; pluviosité (mm).....	117
Figure 2.22. Evolution pondérale des chèvres mères durant l'essai	120
Figure 2.23. Evolution pondérale des chevreaux durant l'essai.....	121
Figure 2.24. Importance relative des différents organes ou parties consommés par les chèvres sur les parcours.....	139
Figure 2.25. Evolution des teneurs en azote et en phosphore des fourrages prélevés au pâturage par les chèvres	140
Figure 2.26. Evolution des teneurs en cuivre, zinc et manganese des fourrages prélevés au pâturage par les chèvres	141

Sigles et abréviations

AFC	Analyse Factorielle de Correspondance
AGV	Acides Gras Volatiles
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CFA	Communauté Financière d'Afrique
CIRAD/EMVT	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement / Elevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté
CTIG/INERA	Cellule de télédétection et d'Information Géographique de l'INERA
DRED	Direction Régionale de l'Economie et du Développement
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GMQ	Gain Moyen Quotidien
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
INRA	Institut National de la recherche Agronomique
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MAD	Matière Azotée Digestible
MAT	Matière Azoté Totale
MED	Ministère de l'Economie et du Développement
MRA	Ministère des Ressources Animales
MS	Matière Sèche
ND	Nom Déposé
NEC	Note d'Etat Corporel
ORSTOM	Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération
PDES (I ou II)	Projet de développement de l'élevage dans le Soum (phase I ou II)
PDIA	Protéines Digestibles Intestinales d'origine Alimentaire
PDIE	Protéines Digestibles Intestinales dépendant de la richesse en énergie fermentescible dans le rumen permise par l'aliment
PDIM	Protéines Digestibles Intestinales d'origine Microbienne
PDIN	Protéines Digestibles Intestinales dépendant de la richesse en matières azotées dégradables dans le rumen permises par l'aliment
PIB	Produit Intérieur Brut
PN	Pâturage Naturel
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PSDZA	Projet de Soutien à la Diffusion du Zébu Azawak
PV	Poids Vif
SPAI	Sous-Produits Agro-Industriels
UF	Unité Fourragère
UICN	Union Mondiale pour la Nature

Résumé

L'Afrique tropicale est une importante zone d'élevage caprin qui détient le tiers de l'effectif mondial des chèvres avec une répartition plus importante dans les régions les plus arides telles que le Sahel burkinabé. Dans ces milieux caractérisés par une grande variabilité dans le temps et dans l'espace des ressources fourragères naturelles, les chèvres ont toujours été considérées comme les animaux les plus adaptés à ces conditions précaires de production et ont été délaissées par les actions de développement. Une étude d'évaluation du rôle socio-économique de cette espèce et des possibilités d'amélioration de son élevage au Sahel burkinabé a été entreprise. Pour le premier point, une enquête de ménages a été réalisée de manière ponctuelle auprès de 150 élevages. Pour le second point, un suivi diagnostique de la conduite et des pratiques des éleveurs en matière d'alimentation de leurs caprins, de la qualité de l'offre alimentaire des pâturages et du statut nutritionnel des animaux a été réalisé. Ce suivi a été couplé par de la conduite en station, des essais de complémentation valorisant les ressources alimentaires locales.

L'enquête socio-économique montre que les caprins représentent la base de la constitution de cheptel ruminant des éleveurs et qu'en terme de contribution à la génération de revenu monétaire des ménages, ils participent pour environ 21 % de la part due à l'élevage. En outre, ils représentent l'espèce la plus concernée par les prélèvements qualifiés de sociaux (abattages, célébrations de baptêmes et mariages, trocs, dons, dots). L'étude montre que les éleveurs de caprins du Sahel Burkinabé complémentent leurs animaux, même si cette complémentation est destinée à une frange du troupeau et qu'elle cible surtout les périodes les plus critiques de l'année, en particulier la saison sèche chaude. Les performances de reproduction et de production de lait des animaux enregistrées au cours du suivi des élevages paraissent globalement faibles comparées à celles obtenues dans d'autres contextes où les conditions d'alimentation ont été maîtrisées et rigoureusement contrôlées. De même, en dépit des compléments apportés par les éleveurs et des aptitudes des chèvres à pâturer les fourrages ligneux, des déficiences alimentaires existent par rapport à certains nutriments tels que le glucose et des oligoéléments tels le cuivre, le zinc et le manganèse. L'étude montre que les parcours ont présenté des subcarences ou des carences en oligoéléments. En matière de production de lait, le plus faible effet des alternatives alimentaires testées en station donne pour la période sèche, une quantité de lait traite supérieure de 12 % à celle traite en milieu paysan, estimée en moyenne à 123 g/jour/animal. L'effet le plus significatif de ces alternatives a permis d'avoir une quantité de lait traite qui équivaut 3 fois les 123 g de lait récoltés en milieu paysan. Lorsque les chèvres reçoivent la complémentation azotée et la complémentation minérale ensemble, les avortements sont évités (même chez les plus jeunes chèvres nullipares qui se sont montrées les plus atteintes par le problème) et les autres paramètres de reproduction (taux de fertilité, taux de mise bas, taux de fécondité, taux de prolificité et poids à la naissance) ainsi que les performances pondérales des chèvres sont améliorés.

Globalement, cette recherche a confirmé l'effet significatif des pratiques d'élevage et les tests de complémentation sur la productivité des chèvres. Néanmoins, il ressort la nécessité de mener des actions d'accompagnement en direction des producteurs et des recherches complémentaires pour mieux élucider certaines questions en suspens utiles au développement de l'élevage caprin au Sahel burkinabé.

Mots clés : Chèvre sahéenne, Elevage caprin, Sécurité alimentaire, Revenu, Pratiques de complémentation, Production laitière, Paramètres de reproduction, Avortement, Complémentation minérale et azotée, Etat nutritionnel. **Mots géographiques :** Burkina Faso, Sahel burkinabé

Title: Socio-economic importance of the Burkinabe Sahelian goat and improvement of its productivity by feeding

Summary

Tropical Africa is an important goat's cattle-breeding area which holds the third of the world manpower of the goats with a more significant distribution in the most arid areas such as the burkinabe Sahel. In these regions characterized by a great variability in time and space of the natural fodder resources, the does were always regarded as the animals most adapted to these precarious conditions and were been forsaken by the actions of development. A study on evaluation of the socio-economic role of the goat and possibilities for improvement of its breeding in the Burkinabe Sahel were undertaken. For the first point, socio-economic investigation of households was carried out in a ponctual way with 150 farms. For the second point, a follow-up diagnosis of control and practices of the stockbreeders as regards food of theirs goats, of the quality of the food offer of the pastures and the nutritional statute of the animals, one hand, and other share, the implementation of complementation tests enhancing the local food resources were realized. The socio-economic study shows that goats represent the base of the constitution of ruminant livestock of the stockbreeders and that in term of contribution to the monetary generation of income of the households, they take part for approximately 21 % to part coming from the breeding. Moreover, goats represent the species most concerned by the takings away qualified the social ones (killings, celebrations of baptisms and marriages, barters, gifts, dowries). The study shows that the stockbreeders of burkinabe sahelian goats make supplementation of their animals, even if this complementation is intended for a fringe of the herd and that it targets especially the most critical periods of the year, in particular the hot dry season. The performances of reproduction and milk production of the animals recorded during the follow-up of the breadings can be considered overall weak compared with those obtained in other contexts where the conditions of food were overpowered and rigorously controlled. In the same way, in spite complements brought by the stockbreeders and of the aptitudes of the goats to graze woody fodder, food deficiencies exist compared to nutriments such as the glucose and traces elements such copper, zinc and manganese. The study shows that pastures presented sub-deficiencies or deficiencies in trace elements. As regards production of milk, the weakest effect of the food alternatives tested in station gives for dry season, a milk yield higher of 12 % that quantity milked from paysan farms, estimated fairly at 123 g/day/animal. The most significant effect of these alternatives permitted to get a milk yield which is equivalent twice of the 123 g of milk collected in traditional medium. When goats receive nitrogen and mineral complementation together, abortions are avoided (even in the youngest nulliparous goats which showed themselves the most reached by the problem) and the other parameters of reproduction (fertility rate, parturition rate, fecundity rate, prolificity rate and weight at the birth of kids) as well as the weight performances of the goats were improved. Overall, this research confirmed the significant effect the farmer's practices of breeding and the tests of complementation on the productivity of the goats. However, it emerges the need for taking actions of accompaniment in direction of the producers and complementary researches to better elucidate certain outstanding questions useful for the development of the goats breeding at the burkinabe Sahel.

Keywords: Sahelian goat, Caprine Breeding, Food safety, Income, Complementation practices, Milk Production, Parameters of reproduction, Abortion, Mineral and nitrogen complementation, Nutritional state. **Geographical words:** Burkina Faso, Sahel of Burkina Faso

Introduction générale

Un des plus grands défis auxquels le Burkina Faso reste confronté au seuil du troisième millénaire est de parvenir à éradiquer la pauvreté et à assurer un niveau de sécurité alimentaire adapté pour une population toujours en expansion (accroissement annuel moyen de 2,4 % selon le MED, 2004) tout en préservant de façon durable les ressources naturelles. En effet, selon les normes du PNUD, 46,4 % de la population globale du Burkina vit en dessous du seuil absolu de pauvreté évalué pour un revenu annuel de 82 672 francs Cfa (MED, 2004). A ce titre, une des solutions à ce défi d'éradication de la pauvreté au Burkina Faso repose notamment sur le secteur agricole qui constitue le socle de l'économie nationale, contribuant ainsi pour 44 % à la formation du PIB (Tiemtoré, 2004). Ce secteur assure 80 % des recettes d'exportation du pays et occupe environ 86 % de la population active (Burkina Faso, 2004). Le secteur élevage à lui seul, participe pour plus de 12 % à la formation du PIB et 19 % à la génération des recettes d'exportation et se place ainsi comme deuxième ressource en devises du pays après le coton.

L'élevage procure annuellement plus de 30 milliards de francs Cfa à l'économie nationale, avec une contribution des petits ruminants avoisinant 32 % de ces chiffres (Tiemtoré, 2004). Comme on peut le constater, cette contribution de l'élevage au plan macro-économique représente sans conteste des recettes propres dans la mesure où l'élevage qui est encore largement extensif, est peu dépendant de l'approvisionnement en intrants importés, contrairement à d'autres produits comme le coton pour lequel les intrants importés entrent pour 40 % dans la constitution des recettes à l'exportation (MRA, 2002).

Selon les résultats de l'ENEC II (MRA, 2004), l'effectif du cheptel petit ruminant de la zone sahélienne du Burkina représente environ 15,5 % du total national estimé à 16 738 307 têtes. Les ovins et les caprins qui constituent la part importante du cheptel ruminant du Sahel (environ 64 % selon les résultats de l'ENEC II) participent fortement à la résolution des problèmes socioculturels et économiques des communautés pastorales sahéliennes et jouent un rôle indéniable de sécurisation alimentaire et nutritionnelle de ces communautés. Cependant, ce sous-secteur d'élevage du Sahel burkinabé reste un des plus confrontés au problème de développement. Parmi les contraintes auxquelles l'élevage des ruminants devra faire face, il y a d'abord la réduction des aires de pâturages suite à l'extension des terres de culture, consécutive à la croissance démographique. Il y a également la baisse de la productivité des pâturages liée à la précarité des pluies et à la dégradation des sols. A ces deux contraintes, s'ajoutent le problème d'augmentation de la charge animale sur les parcours, de l'insuffisance des actions de développement pour le secteur et celui du besoin manifeste des populations elles-mêmes de pouvoir assurer le contrôle et la gestion des ressources de leur terroir. Face à un tel environnement de production, les éleveurs des petits ruminants se sont particulièrement vus obligés d'opérer une certaine diversification dans leurs systèmes d'exploitation qui a abouti à la sédentarisation de la plupart d'entre eux. Pour cette catégorie d'éleveurs, l'option d'intégration agriculture-élevage semble prendre corps dans leur système de production. Dans un tel contexte, l'on est en droit de se demander comment rendre efficaces ces nouvelles formes de conduite d'élevage de petits ruminants dans le dispositif global du système de production de ces élevages. Il importe également de rechercher et de proposer des stratégies et des techniques adaptées qui soient à même d'assurer des meilleures combinaisons des sources de nutriments locales ou hors fermes mais à accessibilité facile pour une utilisation optimale des fourrages pauvres disponibles au sein des fermes, notamment les résidus et les sous-produits de culture. Ceci est d'autant plus nécessaire lorsqu'il s'agit de l'élevage de la chèvre sahélienne au regard des fonctions que joue cette espèce dans la vie des éleveurs du Sahel burkinabé. Outre leur contribution à la couverture des besoins protéiques (protéines de viande, de lait) et énergétiques (matières grasses, lactose de lait), vitaminiques et

minéraux (vitamines et minéraux du lait notamment), les chèvres sont élevées au Sahel dans un but d'épargne et de génération de revenus, en partie afin de faire face aux risques de déficits céréaliers liés à une agriculture très aléatoire. En témoigne donc un taux d'exploitation de plus de 32 % pour cette espèce contre des taux de 25,8 % et 12 % pour respectivement les ovins et les bovins (MRA, 1997).

L'objet de ce travail est d'évaluer la place de l'élevage caprin dans le paysage agricole et au sein des exploitations traditionnelles du Sahel burkinabé et les stratégies paysannes en matière d'alimentation des chèvres puis, de proposer des schémas de complémentation qui optimisent l'efficacité des ressources alimentaires locales utilisées par les éleveurs et qui assurent une amélioration de la productivité des animaux.

La prise en compte d'une composante socio-économique et d'une composante technique dans cette recherche, tient de deux considérations essentielles. La première découle de l'étroite dépendance des aspects techniques et socio-économiques. La seconde s'inspire des échecs qui sont toujours enregistrés dans la recherche de l'amélioration de la productivité des systèmes d'élevage traditionnel sur des propositions des solutions quasi-exclusivement techniques. De cette manière, nous pensons percevoir les possibilités réelles de vulgarisation des résultats ou de l'adoption des solutions techniques ressortant de ce travail.

La présentation du présent travail s'articulera autour des points focaux suivants :

- Synthèse bibliographique traitant de huit principales parties qui sont :
 - Présentation du milieu d'étude,
 - Elevage, sécurisation socio-économique, alimentaire et lutte contre la pauvreté,
 - Contribution de l'élevage à l'amélioration de la biodiversité végétale,
 - Facteurs déterminants de la reproduction,
 - Facteurs déterminants de la production laitière,
 - Alimentation des chèvres laitières : relation avec leur état pondéral et celui des jeunes au pis,
 - Etat nutritionnel des animaux et principaux indicateurs d'appréciation,
 - Importance de compléments catalyseurs sur l'utilisation des fourrages pauvres par les ruminants.

- Etude expérimentale comprenant des chapitres suivants :
 - Problématique de la recherche,
 - Objectifs globaux et hypothèses intermédiaires de la recherche,
 - Activités de recherche,
 - Discussion générale de la recherche,
 - Conclusion générale.

Première partie : Synthèse bibliographique

I. Présentation du milieu d'étude

1.1. Situation géographique

La zone du Sahel burkinabé représente la partie Nord du pays située entre les 13° et 15° parallèles Nord (figure 1.1). D'une superficie de 36 166 km², elle couvre quatre provinces : le Séno, le Soum, l'Oudalan et le Yagha. La région fait frontière dans sa partie Nord à la république du Mali et à celle du Niger.

1.2. Les caractéristiques physiques

Le milieu sahélien selon Levang (1978), peut être considéré dans un sens général comme un écosystème défini par des conditions spécifiques d'aridité : caractères saisonniers et sporadiques des pluies, longueur de la saison sèche, intensité de l'évaporation, forte variabilité des précipitations, précarité de la réserve en eau du sol, couverture végétale d'allure steppique.

1.2.1. Le climat

Il est de type sahélien à soudano-sahélien (plus au sud, dans le Yagha), marqué par une pluviosité annuelle fluctuant entre 200 et 600 mm (Sanou, 1996). On y enregistre une forte évapotranspiration. La région a un régime climatique marqué par une courte saison pluvieuse et une longue saison sèche à l'intérieur de laquelle se distinguent deux périodes caractéristiques : une période sèche et froide de novembre à mars et une période sèche et chaude de mars à juin. La saison sèche commence par une période de transition de deux mois, entre octobre et novembre. La période sèche et froide enregistre des minima nocturnes parfois inférieurs à 8° C et des maxima diurnes de l'ordre de 32° C et une humidité relative pouvant s'abaisser à 7 %. Quant à la période sèche et chaude, elle est caractérisée par une humidité de l'air plus élevée avec des températures maxima diurnes supérieures à 43° C.

La saison des pluies dure 2,5 à 3,5 mois de juin-juillet à septembre.

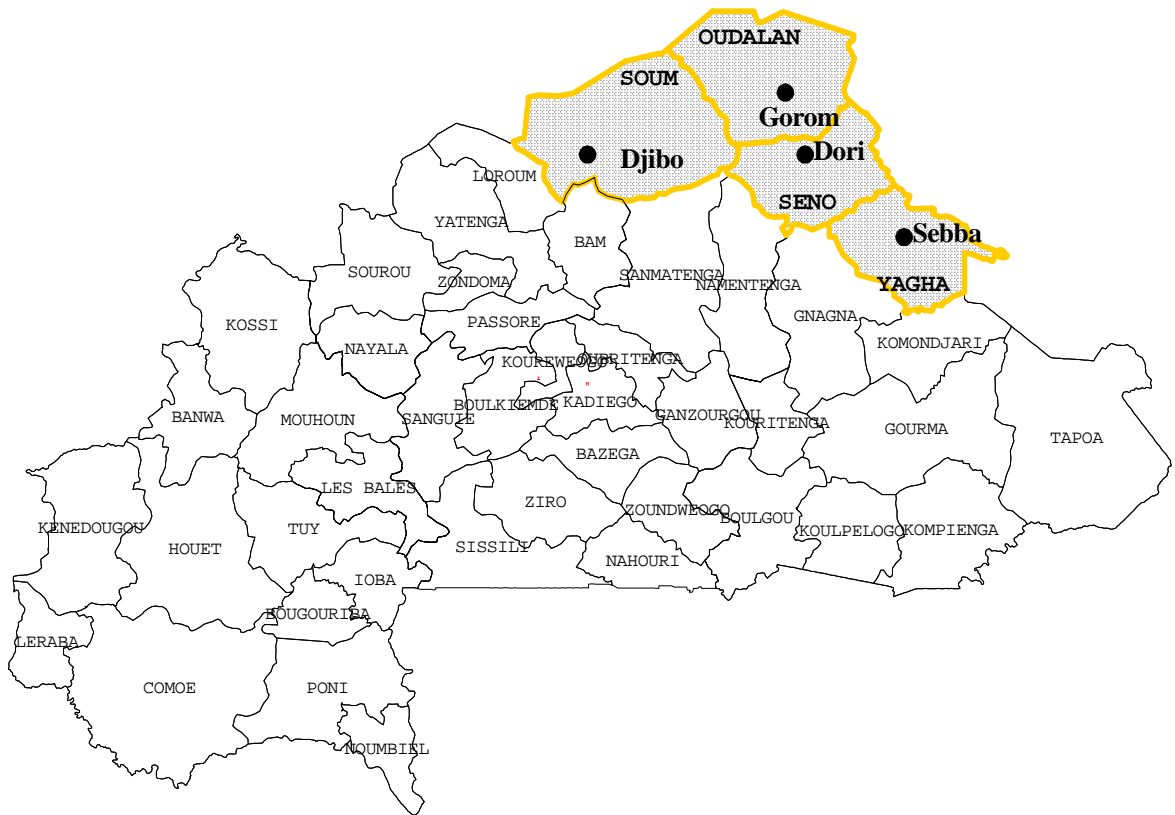
1.2.2. Les ressources en sol

La physionomie d'ensemble des sols du Sahel est étroitement liée au contexte géologique de la région. Il existe une relative disponibilité des ressources en sol à la faveur de la prédominance des sols profonds et de la morphologie en majorité plane du relief (DRED/Sahel, 2003). Selon ORSTOM (1975) cité par DRED/Sahel (2003), on distingue quatre groupes de sols : les sols sur sables éoliens, les sols profonds argileux, les sols profonds alluviaux, les sols à profondeur moyenne et faible (sols inférieurs à 100 cm).

1.2.3. Le réseau hydrographique

Le Sahel burkinabé est drainé en partie par des cours d'eau, affluents ou sous-affluents du fleuve Niger. Cependant, au sud-ouest, on a le Nakambé en tête de vallée. Ce réseau hydrographique assez dense est complété par la présence d'un nombre important de mares naturelles et de nombreux bas-fonds offrant un régime hydraulique assez fourni en eau notamment en saison pluvieuse. En saison sèche, la plupart des sources d'eau de surface tarissent à cause de la forte évaporation.

Figure 1.1. Carte de localisation du Sahel burkinabé



Légende

- Chef lieu de province
- Limite de province

Source : CTIG/INERA/Kamboinsé/Burkina Faso

1.2.4. La végétation

Au Sahel, les formations végétales naturelles sont constituées essentiellement par des savanes et des steppes arbustives, des brousses tigrées, des forêts-galeries et des formations de bas-fonds quelquefois denses (DRED/Sahel, 2003). Au plan éco-climatique, on distingue trois secteurs (Boudet, 1991) :

- un secteur sahélien strict ou Sahel subdésertique qui reçoit moins de 400 mm de pluie par an. Il est le domaine des steppes à graminées annuelles telles que *Aristida mutabilis* Trin et Rupr, *Cenchrus biflorus* Roch et *Schoenefeldia gracilis* Kunth. Les espèces ligneuses fréquemment rencontrées sont : *Acacia raddiana* Savi, *Leptadenia hastata* (Pers), *Commiphora africana* (A. Rich) et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.

- un secteur Sud-sahélien ou Sahel type, avec une pluviométrie de 400 à 550 mm par an. C'est encore le domaine de la steppe et des graminées annuelles xérophiles associées à des mésophiles telles que *Loudetia togoensis* (Pilger) C. E. Hubbard. Les espèces ligneuses dominantes sont *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Acacia senegal* Del., *Commiphora africana* (A. Rich) et *Boscia senegalensis* (Pers).

- un secteur Nord-soudanien ou Sahélo-soudanien qui reçoit plus de 550 mm de pluie par an. Dans cet espace, de nombreuses espèces soudanaises se mêlent aux espèces typiquement sahéliennes. Ainsi, on y voit apparaître des espèces comme *Andropogon gayanus* Kunth, *Hypparhenia dissoluta* (Nees ex. Steud) W. D. Clayton, *Andropogon pseudapricus* Stapf. et *Pennisetum pedicellatum* Trin. Les graminées annuelles constituent un tapis continu. Les graminées mésophiles dominent et on note la présence d'espèces indifférentes à la texture du sol telles que *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Loudetia togoensis* (Pilger) C. E. Hubbard et *Dicheteropogon hagerupii* Hitchc. Le couvert ligneux est assez important et marqué par la présence des espèces telles que *Guiera senegalensis* J. F. Gmel., *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst., *Combretum micranthum* G. Don., *Pterocarpus lucens* Lepr ex Guill. & Perrott et *Combretum glutinosum* Guill. & Perr.

1.2.5. Les pâturages

La qualité et la disponibilité des fourrages, notamment les fourrages herbacés, connaissent une grande variabilité due aux fluctuations pluviométriques. Toutefois, il reste tout de même que dans l'ensemble, les pâturages sahéliens possèdent les meilleures valeurs pastorales et mêmes fourragères, comparativement aux pâturages des autres régions du pays. Hormis les pâturages naturels, il y a les résidus de récolte dont la contribution à l'amélioration du disponible alimentaire n'est pas négligeable.

1.3. Population et principales activités socio-économiques

1.3.1. Population

Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 1996, la population résidente du Sahel burkinabé est estimée à environ à 708 000 habitants, soit 6,6 % de la population nationale. C'est une population jeune et rurale avec un taux d'accroissement de 2,6 % par an (INSD, 1997). Plusieurs groupes ethniques cohabitent au Sahel burkinabé avec une prédominance de l'ethnie peule, peuple pasteur par excellence. Ces groupes ethniques sont : Peuls, Touareg, Bella, Maures, Hawanabé, Foulcé, Mossi, Sonrhäi, Haoussa, Djerma et Dogons.

1.3.2. Activités socio-économiques

Une des caractéristiques socio-économiques fondamentales du Sahel burkinabé réside dans la coexistence de l'agriculture et de l'élevage. L'élevage et l'agriculture sont les deux activités de base qui assurent les besoins de subsistance des populations sahéliennes (Dicko *et al.* 1994). Cependant, au regard des conditions pédo-climatiques difficiles dans la région, la pratique de l'agropastoralisme apparaît comme une alternative plus sécurisante que l'élevage ou l'agriculture pure.

1.3.2.1. Agriculture

L'agriculture sahélienne est essentiellement pluviale, céréalière et de subsistance. Les principales cultures céréalières sont par ordre : le mil, le sorgho, le maïs et le riz. Les cultures associées ou de rotation avec ces spéculations céréalières de base sont : le niébé, l'arachide, l'oseille. Les cultures maraîchères sont également pratiquées à la faveur de quelques aménagements autour des points d'eau, même si cela reste toujours à un stade embryonnaire. Sur le plan vivrier, la région est caractérisée par une sous-production quasi-chronique, entretenant un déficit céréalier presque permanent. On note cependant pour ces dernières années, une certaine émergence de la culture du sésame, notamment dans la province du Yagha.

1.3.2.2. Elevage

Le Sahel burkinabé est une région essentiellement pastorale où l'élevage, plus qu'une activité économique, représente une tradition culturelle. L'élevage demeure la principale source de revenus réguliers des ménages de la région. Cependant, par rapport à sa conduite, Gaston et Lamarque (1994) font remarquer que c'est une activité qui se caractérise par un système d'exploitation traditionnelle et ambulatoire et où la satisfaction des besoins alimentaires du bétail dépend directement et presque exclusivement des pâturages naturels. La couverture des besoins alimentaires dépend de l'offre de fourrage et de l'accessibilité des animaux aux pâturages. On distingue globalement deux systèmes d'élevage au Sahel burkinabé qui sont : le système transhumant et le système sédentaire, ce dernier ayant tendance à se répandre. Les systèmes présents ont les mêmes composantes :

- un espace pastoral ouvert, donc accessible à tous ;
- un cheptel mixte afin de limiter les risques de pertes en cas de sinistre ;
- un milieu humain et socioprofessionnel assez complexe où l'on distingue des "pasteurs purs" et des "pasteurs- agriculteurs".

1.3.2.3. Autres activités socio-économiques

A côté des activités agricoles, les populations du Sahel burkinabé pratiquent d'autres activités non moins importantes dont : l'artisanat, le petit commerce, l'orpaillage. Pour ce qui est de l'orpaillage, environ 10 % de la population s'y intéressent avec pour l'essentiel des acteurs (93 % des orpailleurs) se recrutant parmi les agriculteurs (DRED/Sahel, 2003).

1.5. Cheptel ruminant et problématique de son alimentation au Sahel

1.5.1. Importance du cheptel ruminant au Sahel

Au cours de ces dernières années, l'élevage s'est diversifié et a fortement progressé en milieu sahélien, en raison d'une amélioration de la protection sanitaire et de l'intérêt marqué des agriculteurs pour ce secteur d'activités (Yung et Bosc, 1992). Les petits ruminants qui sont les mieux adaptés à une aggravation de l'aridité du milieu, ont le plus progressé en effectif (Pyre de Fabregues, 1984). La part des caprins et ovins dans la biomasse des ruminants domestiques est estimée entre 15-25 % pour ces zones de production (Wilson *et al*, 1992).

Au Burkina Faso, les statistiques fournies par la deuxième enquête nationale sur les effectifs du cheptel, publiées en 2004, indiquent pour le Sahel, un cheptel de 2 779 115 têtes de petits ruminants (993 712 têtes d'ovins et 1 785 403 têtes de caprins) contre un effectif de 1 570 146 têtes de bovins, soit des accroissements respectifs en dix ans de 30,4, 27,9 et 19,5 %. Cela dénote de l'option prise par les éleveurs d'adapter leurs objectifs de production aux conditions nouvelles de l'environnement socio-économique et technique de leur milieu de vie.

Il semble que la progression pour l'élevage des ovins correspond à une substitution de la production de viande de qualité en compensation des bovins en baisse d'effectif (Peyre de Fabregues, 1984). L'importance de l'élevage des caprins tient non seulement de sa fourniture en viande, mais également en lait et en peau (Bourzat et Koussou, 1994 ; Cissé *et al*, 1996b).

1.5.2. Problématique de l'alimentation des ruminants au Sahel

L'insuffisance quantitative et qualitative des ressources alimentaires constitue probablement l'un des plus importants sinon, le plus important goulot d'étranglement du développement de l'élevage des ruminants en milieu sahélien. L'irrégularité et le niveau peu élevé de la nutrition énergétique et azotée sont sources de faible productivité des animaux (Guérin, 1988 ; Toutain, 1987 ; Wilson, 1988). A cela s'ajoute le problème de carences en minéraux des fourrages (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Guérin, 1988).

1.5.2.1. Disponibilité et variations de qualité des aliments fourragers

1.5.2.1.1. Disponibilité et qualité des pâturages naturels

Au Sahel burkinabé comme dans la plupart des régions sahéliennes, les pâturages naturels constituent la base quasi exclusive de l'alimentation du cheptel, en particulier en saison pluvieuse (Bougouma-Yaméogo, 1995). Cependant, ce fourrage naturel subit de fortes variations quantitatives et qualitatives au cours de l'année. Au plan qualitatif, en raison de la rapidité des cycles des herbacées sahéliennes, 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 protéiques. Sa teneur en matières azotées décroît de 15-20 % de la matière sèche en début de cycle à des valeurs inférieures à 5 % au stade "pailles sur pied" (Fall, 1991). Pendant les neuf mois de saison sèche que connaît la région, la strate herbacée n'intervient dans le bilan fourrager que par la fourniture de 400 à 600 kg de MS à l'hectare (Ickowicz, 1995). En plus, ce fourrage herbacé de saison sèche est caractérisé par une très forte déficience en protéines, en phosphore, en magnésium, en cuivre et en carotène et ne peut, seul assurer la couverture des besoins d'entretien des animaux (Le Houérou, 1980).

Les arbres et arbustes contrairement aux graminées, produisent du fourrage en toute saison bien que la consommation de ce fourrage ligneux demeure faible pendant la saison des pluies au cours de laquelle les graminées vertes répondent aux besoins du bétail en protéines, en phosphore et en carotène (Le Houérou, 1980 ; Fall, 1991 ; Bonnérat, 2002). Cela tient du fait que les essences ligneuses notamment sahéliennes, possèdent un système racinaire plus profond et étalé leur permettant d'exploiter l'eau stockée dans les profondeurs inaccessibles aux herbacées. En outre, les ligneux possèdent une capacité de stocker des glucides et des protéines dans leurs structures racinaires et tissulaires pour les réutiliser en cas de déficit. Un pâturage sahélien moyen produirait à partir des ligneux 15 kg/ha de protéines brutes consommables par le bétail, soit une capacité de charge moyenne d'une unité bovine tropicale (UBT) pour 4,5 ha durant les 9 mois de saison sèche (Le Houérou, 1980b).

Cependant, il semble que sans l'intervention du berger, c'est au maximum 25 % de la production annuelle des feuilles et des rameaux qui peuvent être consommés par les animaux en zone sahélienne contre 15 % en savane (Breman et de Ridder, 1991).

1.5.2.1.2. Disponibilité et qualité des sous-produits agricoles

La volonté d'une plus grande implication des acteurs locaux dans la gestion des terres villageoises et leur mise en valeur, a remis en cause les pratiques de la transhumance dans les zones sahéliennes (besoins en main-d'œuvre). Les éleveurs ont donc opté de trouver une partie du fourrage nécessaire à leurs animaux sur place en mettant l'accent sur la collecte et le stockage des résidus de culture dont notamment les résidus des céréales traditionnelles. Cependant, en terme de valeur nutritive, des travaux (Ouédraogo *et al*, 1995 ; Savadogo *et al*, 1999 ; Savadogo, 2000) montrent que le taux de matières azotées de ces pailles est faible (2,37 à 5,20 %) alors que celui des parois cellulaires totales est très élevé (77,04 à 90,91 %). En outre, les pailles contiennent de faibles quantités de glucides solubles (3 à 13 g /kg MS) et sont très pauvres en minéraux et en vitamines (Theander et Aman, 1978 cités par Pouya, 1989).

Les fanes de légumineuses sont généralement mieux ingérées et digérées en raison d'une part de leurs teneurs relativement élevées en azote et d'autre part de leur faible richesse en parois cellulaires (Ouédraogo *et al*, 1995). Cependant leur disponibilité est très limitée par rapport aux besoins réels en complément azoté indispensable en saison sèche (Sedogo, 1999).

1.5.2.2. Disponibilité et accessibilité des concentrés hors fermes

C'est avec l'avènement de la dévaluation du franc Cfa que l'utilisation des sous-produits agro-industriels (SPAI) va connaître un réel regain d'intérêt au Sahel. Les plus connus de ces produits sont : le tourteau de coton, les graines de coton et dans une moindre mesure, le son de blé. Malgré l'intérêt éprouvé par les éleveurs pour les SPAI, leur utilisation à grande échelle est confrontée à leur faible disponibilité et à leur prix de revient assez élevé, du fait de l'éloignement des zones de production de ces produits et des méthodes spéculatives de la part des commerçants (Ouédraogo et Gnanda, 2000). Les aliments qui parviennent au Sahel voient leurs prix pratiquement doublés par rapport à ceux appliqués au niveau des centres de fabrication.

1.6. Stratégies alternatives en matière d'alimentation du bétail au Sahel et leurs limites objectives par rapport au milieu et au système de production actuel

1.6.1. Culture fourragère

Des travaux de projets de développement des cultures fourragères améliorantes en zone Soudano-sahélienne ont permis d'identifier un certain nombre d'espèces fourragères à promouvoir au Sahel. Il s'agit notamment de deux graminées (*Andropogon gayanus* et *Cenchrus ciliaris*) et trois espèces de légumineuses (dolique, niébé local et siratro). Pour ce qui est des deux graminées, bien qu'elles aient été sélectionnées du fait de leur adaptabilité aux difficiles régimes pluviométriques sahéliens, il a été relevé comme contrainte majeure, l'installation aléatoire des pieds liée notamment aux facteurs tels que : (1) faible pouvoir germinatif des semences; (2) qualité des sols; (3) insuffisance et irrégularité des pluies.

En ce qui concerne les espèces de légumineuses, notamment la dolique et le niébé, les résultats des essais de production ont montré que la première donne, en année de bonne pluviométrie, des rendements égaux ou supérieurs à la seconde. Cependant, dans des conditions pluviométriques difficiles, le niébé comparativement à la dolique, donne des rendements plus intéressants.

Un bilan fait à l'issue d'une dizaine d'années (1987-1996) de vulgarisation de ces cultures fourragères, a montré que globalement, il n'y a pas eu le progrès escompté en la matière. Il semble que les espèces telles que la dolique et le siratro qui faisaient l'objet de vulgarisation, aient buté sur des pesanteurs sociologiques du fait que les producteurs ne pouvaient rien tirer de ces dernières une part pour la consommation humaine.

Les quelques cas de résultats tangibles qui ont été enregistrés dans la province du Soum trouvaient une grande part de leurs explications par le fait de la présence du Projet de Développement de l'Élevage dans le Soum, Phase une (PDES I) qui a eu à soutenir les producteurs par des mesures incitatives telles que le labour gratuit d'au moins un (1) ha de parcelle, et l'organisation de concours « meilleurs éleveurs ».

Cependant, malgré les quelques tentatives et résultats enregistrés, la culture fourragère est un secteur dont le développement est resté des plus problématiques et continue de l'être en région sahélienne, du fait des conditions optimales à réunir (Peters, 1999) :

- pouvoir protéger durant l'année, les domaines exploités ;
- existence d'un potentiel de rendement élevé de l'élevage et production orientée vers les besoins du marché ;
- surfaces disponibles suffisantes pour ne pas menacer les cultures de subsistance.

Comme on peut le constater, toutes ces conditions n'existent pratiquement pas au Sahel compte tenu de l'état de dégradation des sols, du système de l'élevage en présence et des objectifs de production des éleveurs où toute idée de professionnalisation et de spécialisation sur des filières précises semble léguée au second plan. A cela, il faut ajouter le faible niveau d'organisation et de formation des producteurs.

Particulièrement pour le Sahel burkinabé, d'autres contraintes spécifiques existent telles que les caprices pluviométriques, la compétition entre les temps des travaux qu'exigent les cultures céréalières et ceux nécessaires à la production fourragère.

1.6.2. Fauche et conservation des fourrages naturels

La fauche et la conservation des fourrages naturels sont une formule actuellement encouragée par les services de vulgarisation, les projets et ONG travaillant dans le secteur de l'élevage. Les résultats enregistrés par Tamboura *et al* (2005) dans la province du Soum auprès de 116 ménages des sites d'intervention du Projet de Développement de l'Élevage dans le Soum, deuxième phase (PDES II), montrent une quantité moyenne de stock de foin fauché et conservé de 302 ± 510 kg. Dans l'étude de Zio (2005), réalisée auprès de 42 ménages de Yalgo et de Dori, deux sites d'intervention du Projet de Soutien à la Diffusion du Zébu Azawak (PSDZA), une quantité moyenne de $1\ 754,6 \pm 2\ 999$ kg de foin fauché et conservé a été enregistrée. Ces quantités étaient plus importantes dans le site de Yalgo ($2\ 885,4 \pm 3\ 711$ kg) que dans celui de Dori ($537,6 \pm 1\ 039,1$ kg).

Même si ces quelques rares résultats peuvent donner une idée de la mobilisation des éleveurs sahéliens autour de la question de la fauche et conservation de fourrage naturel, il reste le fait que les quantités stockées sont fortement tributaires de la pluviosité de l'année. Or, comme on le sait, les domaines sahéliens sont caractérisés par de très fortes fluctuations pluviométriques interannuelles (Gado, 2003).

L'autre inconvénient est que lorsque l'on fauche les herbacées au stade végétatif recommandé (à la montaison) pour obtenir un fourrage de qualité, cela est susceptible selon l'avis des spécialistes de la question (Savory, 1986 ; Bingham, 1994) d'entraîner des modifications de la composition floristique des zones de prélèvement, notamment au niveau des espèces annuelles. Certaines sources signalent pour les zones arides comme le Sahel burkinabé, une diminution de la productivité fourragère des zones de fauche lorsque celles-ci sont très fréquemment exploitées (Cissé et Breman, 1980). Et compte tenu aujourd'hui de l'exiguïté des espaces pastoraux au Sahel, du fait de l'intense occupation de ces espaces pour les activités agricoles (Boudet, 1989), les sites qui se prêtent à la fauche sont limités et connaissent déjà d'importantes sollicitations. On peut donc constater pour ces dernières années que ce problème connaît un traitement particulier de la part des acteurs de développement intervenant au Sahel qui ont inscrit la récupération des espaces dégradés à vocation pastorale parmi les priorités de leurs axes d'intervention.

1.6.3. Valorisation des ressources ligneuses fourragères

Plusieurs recherches (Tiendrébéogo, 1993 ; Zoundi *et al*, 1996 ; Sedogo, 1999 ; Soubeiga, 2000 ; Gnanda *et al*, 2005a) ont été entreprises dans le sens de la valorisation des produits ligneux en vue de substituer les sous-produits agro-industriels (SPAI) qui reviennent très cher au niveau des exploitations. Les auteurs (Sedogo, 1999 ; Soubeiga, 2000) dont les travaux ont été réalisés au Sahel, ont étudié la possibilité de valorisation des gousses d'*Acacia raddiana* dans le rationnement des ovins d'embouche avec une analyse de la rentabilité des schémas proposés. Les travaux de Gnanda *et al* (2005a) ont porté sur la formulation des blocs multinationnels à base des feuilles de *Pterocarpus lucens* et des gousses de *Acacia raddiana* pour les vaches laitières et les ovins d'embouche.

Il ressort de tous ces travaux que les produits de ligneux (feuilles, gousses) peuvent constituer une alternative aux SPAI au niveau local même si certains d'entre eux ont relevé des cas de baisse de l'apport en énergie et parfois en azote de la ration par suite de cette substitution. On constate donc aujourd'hui au Sahel, un engouement de la part des éleveurs pour la collecte et l'utilisation des fruits (gousses) et des feuilles des ligneux pour la complémentation des animaux. Cependant, comme on le sait, l'espace sahélien est une zone caractérisée par une pluviosité très irrégulière. Même si cette donnée peut ne pas influencer énormément sur la production en feuilles des ligneux, cela a un impact prépondérant sur les rendements en fruits de cette composante fourragère (Ickowicz, 1995). Étant donné la liaison étroite entre les réserves hydriques du sol et la fréquence de feuillaison, donc des quantités de biomasse produites dans l'année, la fourniture des pâturages ligneux pendant la saison sèche est fortement limitée au Sahel, du fait de la baisse du niveau des nappes phréatiques que connaît la région (DRED/Sahel, 2003).

L'autre fait est que la productivité de ressources ligneuses fourragères est fréquemment atteinte par les attaques des criquets et des larves d'insectes. A cela s'ajoutent également les limites d'accessibilité de ces fourrages ligneux pour les animaux sur parcours, puisque le taux d'utilisation par ces derniers est estimé à seulement 30 % (Le Houérou, 1980).

1.6.4. Stockage et utilisation des résidus de récoltes

La tendance récente de la réduction des pratiques de transhumance ou du nomadisme à la faveur d'un élevage sédentaire dans les régions à tradition pastorale, a été rendue possible grâce à une participation accrue des résidus de culture dans l'alimentation des animaux. En d'autres termes, les résidus de culture font partie intégrante du régime alimentaire des animaux enrégionnés sahéliennes.

Les résultats enregistrés par Gnanda (2002) indiquent pour le village de Lelly situé à 90 km de Dori, des stocks de 10 400, 500 et 130 kg pour respectivement les pailles de sorgho, les fanes d'arachide et les fanes de niébé. Dans leur étude, Tamboura *et al* (2005) communiquent des stocks de $993 \pm 1\ 867$ kg pour les pailles de sorgho, $665 \pm 1\ 489$ kg pour les tiges de mil, 123 ± 247 kg pour les fanes de niébé, 18 ± 43 kg pour les fanes d'arachide. Zio (2005) relève des quantités moyennes de stocks de $6\ 095,9 \pm 8136,4$; $249,2 \pm 582$; $164,0 \pm 353,8$ kg pour respectivement les pailles de céréales (sorgho et mil confondu), les fanes d'arachide et les fanes de niébé. Les travaux de Savadogo *et al* (1999) indiquent une production potentielle de l'ensemble du Sahel de 11 000 t et 499 000 t pour respectivement les fanes de légumineuses et les pailles de céréales, toutes confondues.

Une des limites du stockage de résidus de culture au Sahel est que les récoltes se font avec les chaumes ou tiges debout. Cela n'est pas sans inconvénient pour la constitution des stocks en quantité comme en qualité, du fait des difficultés de pouvoir dépister, contrôler et empêcher les troupeaux d'animaux de pénétrer dans les champs et d'y prélever une grosse part de ces résidus. C'est même parfois les meilleures composantes de ces résidus de culture qui sont ainsi concernées par ces prélèvements incontrôlés.

A cela s'ajoute la faible maîtrise par les producteurs des stratégies et techniques de valorisation des résidus de culture, notamment les pailles de céréales (Moujahed *et al*, 2003a).

1.7. Gestion de la reproduction au niveau des élevages

La reproduction est essentiellement sous l'influence des autres pratiques d'élevage. Le contrôle et la planification des montes sont très lâches, voire inexistant dans la majeure partie des cas. L'accouplement est libre chez les bovins et chez les caprins et les périodicités enregistrées résultent de l'effet naturel des conditions écologiques, exprimé par le biais des disponibilités alimentaires (Wilson, 1988). Les quelques rares pratiques de contrôle de naissances portent sur les ovins et cela consiste à joindre le scrotum au prépuce par une corde qui empêche ainsi l'intromission en cas d'érection du pénis (Wilson, 1988 ; Gnanda, 2002). C'est une technique connue du milieu Peul (nomades les plus mobiles) et la pose de ligature se fait généralement après les récoltes et la dépose, un à deux mois avant la saison des pluies.

Dans le domaine de la sélection, un certain nombre d'anciennes pratiques sont de plus en plus abandonnées. C'est le cas de la castration qui ne se prête plus aux exigences commerciales en rapport surtout avec la religion musulmane qui recommande que les animaux achetés pour les fêtes soient entiers.

Par contre, la pratique de la sélection massale et la méthode de sélection par ascendance représentent les voies privilégiées de la gestion de la reproduction au Sahel (Gnanda *et al*, 1997).

1.8. Conclusion sur la première partie

Etant donné que l'ensemble de la région du Sahel est considérée comme marginale pour les activités agricoles, la tendance générale aujourd'hui est que les bas-fonds sont quasiment transformés en zones de culture et que les populations à majorité éleveurs par le passé, se convertissent progressivement en agro-pasteurs. L'occupation des espaces jadis considérés comme zones pastorales, crée une situation d'insuffisance de fourrages qui fait que les animaux ne parviennent pas à satisfaire leurs besoins toute l'année. Cela provoque une baisse de la productivité de ces derniers, marquée notamment par une chute de la fertilité des femelles reproductrices couplée avec les problèmes d'avortement (Zoungrana, 2000), une faible performances de production laitière et par des problèmes de croissance des jeunes. Face à une telle situation qui rend les activités d'élevage de moins en moins sécurisantes, il faut donc rechercher des stratégies de production qui permettent d'améliorer la productivité des animaux tout en assurant la durabilité de l'ensemble du système.

II. Elevage, sécurisation socio-économique, alimentaire et lutte contre la pauvreté

En domestiquant l'animal il y a plusieurs millénaires pour le faire produire, l'homme est passé du stade de chasseur et de cueilleur à celui de pasteur et éleveur, réunissant ainsi les conditions nécessaires pour couvrir ses besoins de manière beaucoup plus efficace. Ainsi, la domestication des animaux et leur association à l'agriculture ont ouvert la voie à l'intensification de l'agriculture qui, à son tour, a permis un développement économique et une augmentation de la population humaine sans précédent. Dans toutes les régions du monde, l'élevage fait partie intégrante de l'agriculture. Au niveau des régions caractérisées par des conditions extrêmes défavorables à l'agriculture, l'élevage constitue la seule base de l'implantation humaine (Peters, 1999). Là où les conditions sont plus favorables, l'homme a une plus grande marge de manœuvre et sa décision en faveur de l'élevage ou de l'agriculture

est alors influencée pour l'essentiel par des paramètres d'intégration économique et sociale (Faye, 2001).

La sécurité alimentaire, à l'échelle du ménage, se définit comme l'accès permanent de chaque individu à la nourriture nécessaire pour lui permettre de mener une vie saine (Von Braun, 1992 cité par Zeller, 1999).

2.1. Fonction de sécurisation de l'activité d'élevage

2.1.1. Au plan alimentaire

La part importante d'autoconsommation au niveau des communautés rurales permet aux membres de la famille de l'éleveur d'avoir accès à des protéines animales (lait, viande, œuf) et à des minéraux (Faye, 2001).

2.1.2. Sécurisation de l'outil de travail

Dans les pays en voie de développement, l'énergie animale joue un rôle essentiel dans les systèmes de production (Bodet, 1987 ; Maganga-Mouity, 2000 ; Le Masson *et al*, 2002) car environ 52 % des surfaces agricoles sont cultivées à l'aide de la traction animale (Peters, 1999). C'est une énergie efficace, peu coûteuse car non consommatrice de carburant, rentable car productrice en même temps de lait et de viande (Bodet, 1987 ; Lhoste *et al*, 1993). Les animaux de trait utilisés pour la culture attelée permettent de labourer et de sarcler des surfaces beaucoup plus importantes qu'en culture manuelle (Peters, 1999). Une paire de boeufs en bon état peut labourer 0,25 ha en six heures et demi (Mtisi, 1979), contre 20 heures de travail en labour manuel réalisé par une seule personne (Faure, 1992).

La présence de boeufs de trait représente non seulement une garantie pour les travaux agricoles, mais aussi une source potentielle de revenu par la location auprès d'autres paysans (Faye, 2001) et par la vente des sujets réformés (Bonnet *et al*, 1989).

Cependant, la place de la traction animale dans les exploitations agricoles de l'Afrique Subsaharienne varie selon les zones agro-écologiques et les systèmes de culture (Lhoste *et al*, 1993). Au Burkina Faso, c'est surtout dans les zones cotonnières que la traction animale est la plus développée. Dans les autres régions du pays, compte tenu du coût élevé des investissements en animaux et en matériels d'attelage, et au regard du faible développement des cultures de rente, la traction animale notamment bovine est très peu présente.

2.1.3. Fertilisation des sols agricoles

2.1.3.1. Production du fumier

Le bétail permet d'obtenir du fumier pour les terres cultivées. Si le fumier ne produit pas de nouvelles substances nutritives, le passage de la biomasse dans l'appareil digestif des animaux décompose celle-ci plus rapidement que les micro-organismes aérobies du sol et restitue ainsi les éléments nutritifs plus tôt que la décomposition des plantes (Bayer *et al*, 1999). L'intérêt de l'apport d'une matière organique évoluée et à rapport C/N relativement bas (fumier ou compost) n'est plus à démontrer. Les apports de pailles (à rapport C/N élevé) peuvent en revanche exercer sur les cultures des effets dépressifs (Landais et Lhoste, 1993).

L'apport du fumier au sol augmente la fixation des éléments nutritifs (capacité d'échange cationique), améliore les conditions physiques en augmentant la capacité de rétention d'eau tout en améliorant la stabilité du sol (Steinfeld *et al*, 1997). Il crée donc un microclimat plus adapté à la microflore et microfaune du sol.

La contribution du fumier est primordiale parce que dans beaucoup de systèmes, c'est le seul moyen possible pour les exploitants d'améliorer la teneur du sol en matière organique. Le rôle anti-érosif de l'application de la fumure animale est probablement important même si cela n'a pas encore fait l'objet d'investigations avancées.

De nombreux travaux ont été effectués concernant la production et les apports de matières organiques (fumier, compost) en vue d'améliorer les rendements culturaux (Bertaudière *et al*, 1984 ; Berger *et al*, 1988 ; Buerkert et Hiernaux, 1998). Il ressort de tous ces travaux que utilisés judicieusement, les fertilisants organiques sont plus adaptés à nos sols que la fertilisation minérale.

2.1.3.2. Recyclage des nutriments par le bétail sur pied

On sait que le bétail prélève de grandes quantités de nutriments sur les parcours et qu'il en retourne une bonne partie certes, mais qu'il est source de pertes d'éléments nutritifs par volatilisation (azote) et par l'exportation de viande et de lait, sans compter le fumier produit pouvant être déposé directement aux champs lors de la pâture ou du parcase ou être récolté par les hommes qui les destinent au fumage des champs par la suite.

La pâture sur les parcours et le parcase sur les champs opèrent donc un transfert de matières organiques et minérales des parcours vers les aires de parcase. Par voie fécale, le bétail est capable de permettre un recyclage de près de 50 % de la matière organique, 48 % de l'azote et 85 % du phosphore ingérés sur les parcours (Hiernaux *et al*, 1997).

Par le biais de la complémentation alimentaire, l'animal contribue également à l'apport des éléments nutritifs au sol. En effet, la complémentation protéique ou en phosphore augmente les quantités d'azote ou de phosphore retournées au sol, via les fèces et les urines produites (Buerkert et Hiernaux, 1998).

Bien que la complémentation azotée puisse avoir le revers d'entraîner une augmentation des pertes en azote sous forme d'azote volatile (ammoniac) issu de l'urée contenue dans les urines, cette pratique permet d'améliorer la quantité et la qualité de fumier utilisable dans les champs en saison sèche.

Avec une dose de 3 tonnes de matière sèche à l'hectare du fumier, Buerkert et Hiernaux (1998) ont obtenu des accroissements respectifs de 28 % et de 21 % de la production de grains et de chaumes de mil sur une parcelle ayant reçu du fumier issu des animaux soumis à une complémentation minérale comparativement à une autre parcelle dont le fumier apporté provenait des animaux non complémentés en minéraux.

2.1.4. Fonction d'épargne à court terme

La production et la vente des produits d'origine animale recherchés sur le marché constituent pour les ménages à faibles ressources, la seule possibilité d'emploi et de création de revenus

dans l'immédiat (Peters, 1999). Cela leur permet de faire face à des dépenses courantes ou imprévues, comme celles occasionnées par les maladies ou les décès.

Boutonnet (1992) montre que certains éleveurs pratiquent l'élevage des petits ruminants comme moyen de régulation du marché en ce sens qu'ils peuvent vendre les sujets en période de hausse des prix, et qu'à l'inverse, lorsque les cours sont bas, ces derniers peuvent accroître leur autoconsommation ou conserver leurs animaux, même face à des situations alimentaires précaires.

Pour beaucoup d'auteurs (Moulin *et al*, 1994 ; Gado, 2003), les petits ruminants jouent un rôle stratégique dans le fonctionnement et la vie des communautés pastorales car ils constituent une épargne facilement mobilisable pour financer l'achat de vivres lorsque les stocks de céréales produits par la famille sont insuffisants pour passer l'année, ainsi que l'achat d'intrants pour la culture.

2.2. Fonction de capitalisation de l'élevage

Le bétail reste le seul moyen en milieu paysan de placement de surplus de revenu étant donné l'insuffisance et l'inadaptation des systèmes d'épargne et de crédit en milieu rural. Ce n'est sans doute pas par hasard que les termes cheptel et capital ont la même étymologie (Faye, 2001). La littérature montre que la capitalisation du bétail procède souvent par étapes. Chez les éleveurs sahéliens, la constitution de troupeau commence de préférence par l'acquisition de petits ruminants. C'est à un stade ultérieur que la capitalisation va s'appuyer sur le cheptel bovin.

Dans leur étude conduite dans la Région Centrale du Burkina Faso, Nianogo et Somda (1999) ont montré que dans ce système mixte de production, la pratique d'élevage est fortement fondée sur les relations entre les différentes espèces en rapport avec les stratégies de production et d'intégration socio-économique des producteurs. Les résultats statistiques de cette étude sur les relations d'intégration entre les espèces élevées par les producteurs, ont fait apparaître l'aviculture comme le fonds d'élevage. La plupart des ménages des localités étudiées commencent par l'activité d'aviculture avant d'accéder aux autres espèces à partir de ce fonds constitué grâce à la première activité.

2.3. Fonction de diversification des activités et des revenus

La diversification de l'élevage préserve les éleveurs des risques liés au rendement et au prix (Nianogo et Somda, 1999). C'est donc une stratégie de gestion de risque incorporée par les producteurs dans la planification de leurs activités agricoles et leur relation avec l'extérieur. Il ne s'agit pas, lorsque l'on parle de diversification, des seules activités agricoles (Faye, 2001). En milieu urbain par exemple, l'élevage est une source complémentaire de revenus pour des populations exerçant d'autres métiers que celui du paysan : commerçants, artisans ou fonctionnaires.

2.4. Elevage comme facteur d'intégration sociale

Les pasteurs ont développé depuis longtemps des stratégies de survie et d'intégration par un partage du risque dans l'espace (mobilité des troupeaux), entre espèces (élevage d'animaux plurispécifiques) et dans le temps (confiage et retour de confiage) (Faye, 2001). Aussi, la

redistribution de produits (dons, prêts) ou de bétail contre du travail (contrats de gardiennage) contribue à maintenir une certaine cohésion sociale au sein des communautés pastorales.

2.5. Spécificité de l'élevage caprin comme moyen de sécurisation alimentaire et de lutte contre la pauvreté dans les milieux arides

2.5.1. Caractéristiques raciales de la chèvre du Sahel burkinabé

Les caractéristiques raciales de la chèvre du Sahel burkinabé (Photos 1 et 2) sont décrites par Wilson (1991) et Sanfo (1998). C'est un animal de type longiligne avec un dimorphisme sexuel marqué. La taille au garrot est de 80 à 85 cm pour les mâles et de 70 à 75 cm pour les femelles. Elle présente une tête fine, triangulaire et de profil droit et légèrement plat, avec des lèvres minces et un chanfrein rectiligne. Les cornes quasiment présentes dans les deux sexes, sont fines chez la femelle et fortes chez le mâle chez qui elles sont annelées et spiralées lorsqu'elles sont complètement développées. Les oreilles sont plus ou moins longues (11 à 21 cm), larges et pendantes ou semi-pendantes. La barbiche est permanente chez le mâle et inconstante chez la femelle. L'encolure est toujours droite avec une colonne vertébrale saillante. La croupe est courte et marquée par une brusque pente. Les membres sont longs et grêles, adaptés à la marche. Les poils sont ras et fin. Le mâle a une crinière. La robe est variable, caractérisée par un pelage unicolore, composé ou conjugué. Le blanc dominant représente 42 % des cas ; le pie-roux peut atteindre 35 % ; le blanc ou le noir unis sont rares.



Photo 1 : Mâle de chèvre du Sahel burkinabé type en mouvement



Photo 2 : Femelle de chèvre du Sahel burkinabé en contention par le berger

La production laitière de la chèvre du Sahel burkinabé a fait l'objet d'un certain nombre d'études. On retient que Ouédraogo (1990) a enregistré par la traite totale réalisée manuellement, une quantité moyenne de 486 g de lait par chèvre et par jour. L'auteur a relevé une variation de la production de lait suivant le niveau de complémentation.

En étudiant l'effet de la source d'énergie au cours de la saison humide, Ilboudo (1991) a enregistré par la traite, 333, 429 et 588 g de lait par jour pour respectivement une complémentation à l'aide de tourteau de coton, de drêche de bière et de grains de sorgho.

L'apport de tourteau de coton comme source azotée à la valorisation de la paille de sorgho, a induit une amélioration des quantités de lait traites chez la chèvre du Sahel burkinabé (Gnanda et Nianogo, 1998). La production de lait obtenue par la traite a été en moyenne de 141 g par animal et par jour chez les chèvres complémentées à la paille de sorgho uniquement contre 290 g par animal et par jour chez les sujets ayant bénéficié de l'apport de tourteau de coton. Cette étude qui comportait des contrôles laitiers en milieu paysan, a permis aux auteurs d'évaluer des quantités de lait traites par les éleveurs variant entre 50 à 150 g/animal/jour.

Le taux annul de reproduction, défini comme la taille de la portée x 365/intervalle de parturition a été estimé à 1,7 jeune par Bourzat et Wilson (1989). Ces auteurs rapportent des taux d'avortement chez la chèvre du Sahel burkinabé de 18,4 à 25,9 %.

Les taux de mise-bas, de fertilité apparente, de fécondité et de prolificité rapportés par Zoungrana (2000) sont respectivement de 60,3 ; 73,5 ; 70,8 et 116,9 %. Le taux d'avortement enregistré par l'auteur est de 18,2 %. La valeur de ce paramètre rapportée par d'autres auteurs tels Dembélé (2000) et Konaté (2000) sont plus élevées : 19,5 % pour le premier et 25 % pour le second.

Les travaux de Gnanda (2002), réalisés entièrement en milieu paysan sahélien, communiquent des taux d'avortement, de mise-bas, de fertilité apparente, de fécondité et de prolificité respectifs de 18,9 ; 70,3 ; 88,5 ; 79,1 et 112 % pour la chèvre du Sahel burkinabé.

2.5.2. La chèvre, un animal rustique qui s'adapte facilement aux milieux à climat aride

En saison sèche, avec la raréfaction des ressources fourragères herbacées, les chèvres parviennent à maintenir leurs fonctions de reproduction grâce à l'exploitation des fourrages ligneux, alors que les ovins éprouvent du mal à survivre (Caron et Lancelot, 2000). L'élevage caprin pour ces auteurs ci-dessus cités, est un élevage par défaut. Il se développe dans les espaces résiduels où, pour des raisons écologiques (aridité, végétation arbustive), structurelles (disparition de l'espace pastoral et des ressources fourragères, distance des marchés), économiques (faible capital), les bovins, voire les ovins ne représentent pas une option intéressante. Egaleme nt, par rapport à l'élevage de monogastriques, l'élevage caprin est souvent préféré à cause du coût élevé de production de ce secteur (Missohou *et al*, 2000). Quant à l'élevage des camelins comparativement à celui des caprins, il est apparemment réservé à des groupes communautaires qui possèdent une certaine maîtrise de l'activité. Dans le Sahel burkinabé, l'élevage de camélins est uniquement pratiqué par les Touaregs et les Bellah qui ont une même langue parlée le "tamacheq". A cela, on peut ajouter le prix de revient du dromadaire qui est élevé (entre 150 000 à 300 000 f Cfa au Burkina Faso), la faible participation des dromadaires aux échanges commerciaux des pasteurs, notamment du Sahel burkinabé.

Nianogo et Somda (1999) dans leurs travaux réalisés dans le plateau central du Burkina Faso, zone connue pour son état de dégradation assez avancé, ont observé que parmi les ruminants, ce sont les caprins qui représentent les premières espèces élevées par les producteurs.

En milieu sahélien, la traite des chèvres est de rigueur lorsque la production laitière du cheptel bovin n'assure plus la couverture des besoins familiaux (Tourrand et Landais, 1996).

2.5.3. La chèvre, animal le plus utilisé dans le cadre des évènements sociaux des communautés pastorales

Au sein des communautés pastorales, les abattages d'animaux qui ponctuent selon la coutume les visites des étrangers dans les familles, portent notamment sur les caprins (Missohou *et al*, 2000). Dans beaucoup de sociétés burkinabés, la chèvre reste l'animal le plus utilisé dans les cérémonies sacrificielles traditionnelles (funérailles, sacrifices aux ancêtres et aux "dieux"). Même s'il est vrai que le sacrifice du mouton est important dans des pays comme le Burkina, il se fait surtout dans le cadre de la *tabaski* qui est une fête musulmane qui n'a lieu qu'une seule fois dans l'année.

2.5.4. La chèvre, animal le plus exploité sur pied et le plus utilisé pour la satisfaction des besoins en viande et comme moyen d'entraînement dans la consolidation du capital de l'éleveur

La chèvre est utilisée à des fins multiples dont la plus importante est la vente sur pied (Missohou *et al*, 2000). Elle joue un rôle prépondérant dans la consolidation de l'épargne des éleveurs leur permettant d'accéder à d'autres types d'animaux tels que les bovins (Niaré, 1995). Missohou *et al* (2000) citent un taux d'échange de 7 chèvres pour une génisse.

Dans le document de synthèse de la FAO portant sur les "Petits ruminants : production et ressources génétiques en Afrique tropicale", Wilson *et al* (1992) montrent qu'au Mali, les caprins donnent environ la moitié de la quantité totale de viande vendue aux consommateurs urbains, la majeure partie de cette viande étant commercialisée vers la fin de la saison sèche, période où la viande bovine devient rare et de mauvaise qualité sur le marché. Les mêmes auteurs renseignent que dans de nombreuses régions du Kenya, les caprins couvrent environ 75 % de la consommation totale de viande des ménages pastoraux.

2.5.5. La chèvre, animal productif en lait de grand intérêt nutritionnel et diététique

2.5.5.1. Au niveau vitaminique

La teneur relativement élevée du lait de chèvre en vitamine A (40 µg/100 g) comparativement à celle du lait de vache (35 µg/100 g), peut représenter une solution locale et durable dans la lutte contre la malnutrition infantile (Jaubert, 1997). Les teneurs en vitamine D des laits de chèvre et de femme sont voisines et légèrement inférieures à celle du lait de vache. La vitamine D ou vitamine « anti-rachitique » est connue pour son action essentielle dans l'absorption digestive et l'utilisation du Ca et du P dans la formation des os.

La vitamine B1 dont la carence entraîne le béribéri, est assez abondante dans le lait de chèvre comme dans celui de vache, alors que la teneur de cet élément est plus faible dans le lait humain. Les laits de chèvres, comparés aux laits de vache, sont trois fois plus riches en vitamine B3 ou PP (prévention de pellagre) mais voisins en concentration pour les vitamines B5 et B6. Le lait humain est par contre plus pauvre pour les trois nutriments. L'importance de la vitamine PP dans la vie de l'homme n'est plus à discuter étant donné qu'elle actionne le métabolisme des glucides, des protéines et des lipides. On trouve presque autant de vitamine B12 dans le lait de chèvre que dans celui de la femme, le lait de vache étant plus riche que les deux en cet élément (Jaubert, 1997). Les carences en vitamine B12 se manifestent par des troubles hématologiques, neurologiques et psychiques (Jaubert, 1997).

2.5.5.2. Au niveau minéral

Les minéraux du lait de chèvre comme ceux du lait de vache, comparativement aux minéraux du lait humain, sont plus solubles. Le lait de chèvre est nettement plus riche en potassium et en chlore et légèrement plus riche en calcium et en phosphore pour la nutrition infantile (Guéguen, 1997).

2.5.5.3. Au niveau protéique et énergétique

Le lait de chèvre a une teneur en acides aminés essentiels qui est similaire à celle du lait de la femme et sa densité énergétique (84 kcal/100 g) est supérieure à celle du lait de vache qui est en moyenne 79 kcal/100 g (Nordeide, 1977 cité par Waelti *et al*, 2003a).

2.6. Conclusion partielle

Malgré cette importance de l'élevage en général et de l'élevage caprin en particulier dans la sécurisation alimentaire des éleveurs et leur intégration communautaire au plan socio-économique et culturel, la faible productivité actuelle de l'espèce caprine demeure une préoccupation pour un pays comme le Burkina Faso. Évaluée en terme de valeur annuelle, la productivité numérique annuelle reste globalement faible (Thimonier *et al*, 1984) par rapport à d'autres races et à d'autres contextes. Les causes de cette situation semblent multiples, avec entre autres les problèmes de reproduction tels que la longueur des intervalles entre mises bas, les taux élevés d'avortements, les retards de puberté, la faible fécondité ou l'absence de fécondation des adultes pendant certaines périodes de l'année.

Les contraintes alimentaires, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, tendent de plus en plus à mettre à rude épreuve les aptitudes adaptatives de la chèvre aux milieux arides de sorte que cette dernière ne parvient plus à assurer sa fonction de pourvoyeuse en lait pour les éleveurs sahéliens. Il semble que cela soit surtout aggravé par un manque de stratégies adaptées de conduite qui compléteraient le savoir faire paysan de sorte à permettre à la chèvre de valoriser ses propres potentialités de manière optimale.

III. Contribution de l'élevage à l'amélioration de la biodiversité végétale

Par leur impact physique et leur choix alimentaire, les animaux d'élevage ont une influence déterminante sur l'évolution de la flore et des ressources fourragères, pouvant favoriser le

développement ou à l'inverse, la dégradation d'une partie du couvert végétal et par ce fait, porter atteinte à l'état du sol.

Si le piétinement du bétail tasse les sols, il provoque en contrepartie des effets positifs sur celui-ci. Pour briser un sol encroûté et pour transformer les plantes mortes en litière utile, peu de forces ou de moyens sont aussi bien adaptés que le piétinement d'un troupeau domestique ou sauvage (Bingham, 1994). Le piétinement provoque une action de marcottage d'herbes dans les sols humides (cas du bourgou ou *Echinochloa stagnina*). Les bourgoutières s'étendent et se rétrécissent selon les crues mais également en fonction de la présence du bétail. Des graminées annuelles produisent des graines garnies de minuscules épines (exemple *Cenchrus biflorus* ou cram-cram en français) qui s'accrochent au pelage des animaux qui les diffusent ou les disséminent à une échelle plus importante (effet zoochorie).

Du côté des ligneux, le grappillage des feuilles et des gousses joue un rôle essentiel pour l'alimentation des animaux en zones sahéliennes et soudaniennes. Inversement, cette forme de pâture active le cycle végétatif ou intervient comme phase indispensable. Le cas de *Faidherbia albida* est bien connu. Cependant, il convient d'ajouter celui de *Balanites aegyptiaca* (dattier du désert) en milieu aride, de *Prosopis africana* en zone soudanienne, puis d'*Azelia africana* encore plus au sud. Tant que la coupe par les bergers ou le broutage reste léger et régulier, les arbres fourragers concernés redonnent des feuilles abondantes et verdoyantes.

De nombreux auteurs ont envisagé le passage des graines de certains ligneux dans le tractus digestif des animaux comme un moyen possible de hâter et/ou d'améliorer la germination des espèces considérées (Danthu *et al*, 1996). C'est le cas pour *Acacia senegal* et *Faidherbia albida* dont bon nombre d'études indiquent qu'il se produit une amélioration de la germination des graines de ces espèces après ingestion et défécation par divers herbivores.

Les animaux jouent par conséquent un rôle important dans la dissémination des essences et c'est la conjugaison du facteur couvert ligneux (qui offre aux diaspores des conditions favorables à leur levée et à la croissance des jeunes plants) et celui anthropique, qui assure la régénération des espèces ligneuses (Fournier, 1991). L'homme par son action est donc à la fois un facteur de dégradation (coupe de bois de chauffe, surpâturage, confection d'ustensiles, réalisation des cueillettes) et un moteur de la régénération par le biais de son troupeau qui assure la dissémination des essences et par des actions d'aménagement.

L'action bénéfique de la pâture, surtout en phase initiale des plantes, invite à corriger la courbe schématique des relations entre fourrages et cheptel (Boutrais, 1994). Au début, elle n'est pas régressive, mais positive, même si la biomasse totale de la végétation commence à diminuer. C'est par la suite que la représentativité des bonnes espèces fourragères va décroître sous l'effet d'une pâture irrégulière (Kiema *et al*, 2005).

Malgré ces nombreux points ci-dessus évoqués qui mettent en relief la contribution positive de l'élevage sur la biodiversité, on retient dans beaucoup de références bibliographiques (Bourbouze et Guessous, 1979 ; Steinfeld *et al*, 1997 ; Bayer *et al*, 1999) que plusieurs auteurs insistent sur le rôle négatif de l'élevage sur l'environnement. Bien que cette influence négative concerne tous les herbivores, l'espèce caprine reste celle qui est la plus incriminée par rapport au problème. Il semble que cela est surtout lié à la préférence de cette espèce pour l'alimentation ligneuse. C'est pourquoi, certains auteurs (Bourbouze et Guessous, 1979) nuancent cela pour dire qu'en réalité, la chèvre ne fait que compléter la destruction de la

végétation, en broutant les strates buissonnantes et arborées qui persistent en dernier lieu après le passage dégradant des autres espèces herbivores.

IV. Facteurs déterminants de la reproduction

L'efficacité de la reproduction dans un troupeau a une forte incidence sur la productivité de celui-ci et donc sur sa rentabilité économique. La principale fonction de la reproduction est d'assurer le renouvellement et l'accroissement du troupeau par la production de jeunes. Cependant, des stress et facteurs limitants liés au milieu tropical perturbent fréquemment le déroulement normal des événements de la reproduction.

4.1. Phases critiques de la reproduction

4.1.1. La puberté

La puberté correspond au moment auquel les animaux sont capables de se reproduire pour la première fois : dans le cas des mâles lorsqu'ils sont capables de féconder une femelle après saillie (puberté mâle) et dans le cas des femelles, lorsqu'elles sont fécondées lors de l'oestrus et capables de conduire une gestation jusqu'à son terme (puberté femelle) (Baril *et al*, 1993).

Chez les agneaux et chevreaux, la puberté comportementale avec accouplement commence vers 40-50 % du poids adulte (Meyer, 1998). Un âge moyen de puberté de 228 ± 46 jours (environ 7,5 mois) a été rapporté pour les chevrettes de race locale Mossi (Tamboura *et al*, 1998). Toutefois, à la mise à la reproduction, les femelles devraient avoir un poids et un développement suffisants pour assurer une gestation en plus de leur propre croissance.

4.1.2. Cycle oestral et manifestations de chaleurs

La manifestation des chaleurs chez les animaux ou oestrus, correspond à la période où les mâles sont attirés (*oestrus au sens large*) et ou à celle où les accouplements sont acceptés par les femelles (*oestrus au sens strict*) (Martinat-Botté *et al*, 1998). L'oestrus est suivi de l'ovulation qui se produit donc au début du cycle. Le cycle oestral est l'ensemble des phénomènes qui se déroulent entre deux oestrus consécutifs. La durée des chaleurs a été évaluée à 22 ± 9 heures chez des chèvres Mossi de 18 à 36 mois d'âge (Tamboura *et al*, 2000).

Chez la brebis Djallonké, la durée moyenne du cycle oestral a été évaluée à $16,8 \pm 1,0$ jours (Touré *et al*, 1995). Chez la brebis Peule du Niger, Toukoui *et al* (1994) relèvent une durée de cycle normal de $17,4 \pm 0,2$ jours. Elle a été de $17,0 \pm 0,4$ jours chez la brebis Touareg selon les résultats de ces auteurs. La durée du cycle normal est estimée à 18 ± 4 jours chez la brebis Djallonké, variété Mossi (Boly *et al*, 1992). Chez la chèvre Mossi, elle a été estimée à 21 ± 6 jours en moyenne (Tamboura *et al*, 1998) ou $21,8 \pm 8,6$ jours (Tamboura *et al*, 2000).

4.1.3. La gestation

4.1.3.1. Mécanismes de maintien

L'installation d'une gestation est en partie préparée dès la phase folliculaire qui précède l'ovulation et au cours de la phase lutéale.

L'embryon, puis le fœtus permet d'assurer :

- d'abord son attachement en modifiant localement l'utérus (aux alentours des jours 14 à 16 chez la chèvre et la brebis) ;
- ensuite le maintien de la gestation ;
- le développement de l'utérus indispensable à sa propre croissance ;
- la préparation de la future lactation ;
- enfin l'arrêt de la gestation et son expulsion.

L'embryon ou le fœtus bénéficie dans ce rôle de "chef d'orchestre" de la contribution de la mère marquée par la sécrétion de progestérone du corps jaune (maintien de la gestation) et celle de prostaglandine $F_{2\alpha}$ de l'utérus (lyse du corps jaune). La concentration de progestérone dans le sang maternel reste élevée pendant toute la gestation (Martinat-Botté *et al*, 1998). La sécrétion de cette hormone est essentiellement assurée pendant la gestation par le corps jaune et le placenta (chez la brebis et la vache) et uniquement par le corps jaune chez la chèvre.

4.1.3.2. Dosage de progestérone comme moyen biochimique de diagnostic de gestation

Parmi les méthodes biochimiques, la plus commode et la plus habituellement utilisée est le dosage de la progestérone du sérum ou plasma sanguin ou encore du lait de la femelle (18 à 19 jours après la saillie ou l'insémination artificielle chez la brebis; 21 à 22 jours chez la chèvre). Utilisé comme un test précoce, le dosage de la progestérone aux stades physiologiques indiqués des animaux, permet de détecter la non-gestation avec plus de 90 % de précision (Baril *et al*, 1993). Les femelles sont considérées comme non-gravides lorsque le taux de progestérone du sérum ou plasma sanguin est bas (< 1 ng/ml chez la brebis et la chèvre) (Baril *et al*, 1993).

Utilisé comme un test tardif (après 19 jours chez la brebis, 22 jours chez la chèvre), le dosage de progestérone (au moins 2 fois à 10 jours d'intervalle environ) peut également être un moyen d'établir une présomption de gestation en ses débuts. Il est préférable qu'il soit complété par d'autres tests pour la confirmation de gestation effective.

Le dosage de progestérone reste cependant un bon outil car il fournit des informations tout au long de la gestation du fait que la concentration de l'hormone est élevée et même augmente régulièrement au cours du temps (Amiri *et al*, 2003).

4.1.4. Mise bas/avortement

La mise-bas (ou parturition, part, accouchement, vêlage, agnelage, chevrotage) est précédée de modifications physiologiques et anatomiques. Quelques heures ou jours avant la parturition, des changements importants se produisent à tous les niveaux de concentration des hormones : celle de la progestérone diminue alors que les concentrations de la prolactine, de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ et des oestrogènes s'élèvent brusquement (Baril *et al*, 1993). Sous l'action de ces hormones, notamment la prostaglandine $F_{2\alpha}$, lutéolytique, il se produit un déclenchement du travail chez l'animal gravide. La mise bas proprement dite est suivie quelques heures plus tard de l'expulsion des enveloppes fœtales.

On parle d'avortement lorsqu'il y a expulsion avant terme complet d'un conceptus incapable de vie indépendante (Meyer, 1998).

4.2. Facteurs de variations des performances de reproduction chez les femelles de ruminants

4.2.1. Facteurs intrinsèques

4.2.1.1. Age et rang de mise bas

L'âge détermine la puberté des animaux, donc leurs aptitudes à être fertiles et féconds plus ou moins tôt (Baril *et al*, 1993). La fertilité augmente avec le poids des femelles qui avancent en âge (Clément *et al*, 1997). L'âge à la première mise bas a un effet significatif sur les avortements (Dembelé, 2000) et sur la prolificité (Clément *et al*, 1997). Les risques d'avortements sont moindres lorsque l'on a affaire à des multipares (Quirin *et al*, 1993, Dembelé, 2000)

Lancelot *et al* (1994) ont trouvé que l'augmentation de la prolificité et la baisse de l'intervalle entre mise bas rendaient les chèvres multipares plus fécondes (1,82 comme productivité numérique par femelle et par an) que les jeunes chèvres (1,35 comme productivité numérique par femelle et par an).

4.2.1.2. Race animale

Des travaux des auteurs (Clément *et al*, 1997) au Sénégal, ont montré que la prolificité était plus élevée et plus variable chez les races du Sud que chez celles du Nord (ovins et caprins) et était plus grande et plus variable chez les caprins que chez les ovins. La littérature (Tourrand et Landais, 1996) semble indiquer que globalement les races caprines des zones soudaniennes et guinéennes présentent des productivités numérique et pondérale supérieures à celles des races caprines des zones arides et semi-arides.

4.2.2. Facteurs extrinsèques

4.2.2.1. Alimentation/nutrition

La plupart des éleveurs savent que les différents régimes alimentaires peuvent modifier les performances de reproduction de leurs animaux. Dans les zones tropicales et subtropicales, la sous-alimentation est probablement un des facteurs principaux de l'environnement qui limite les performances de reproduction des animaux, notamment celles des ruminants.

4.2.2.1.1. Influence de la nutrition sur la fertilité, fécondité et prolificité

Dans leur étude sur les chèvres au Brésil, Silva *et al* (1984) ont constaté que les premiers oestrus post-partum apparaissaient chez les sujets mettant bas pendant la saison sèche à cause d'une meilleure disponibilité alimentaire pendant la période de saillie et de gestation qui correspondait à celle de la saison pluvieuse. Les faibles niveaux alimentaires seraient en mesure d'entraîner une déficience hypothalamique en Gonadotrophine Releasing Hormone (GnRH) induisant moins la sensibilité hypophysaire des femelles à l'action de cette hormone (Khaldi et Lassoued, 1991).

Les déficiences énergétiques paraissent être les causes les plus incriminées dans ce problème de fertilité chez les femelles (Haresign, 1984 ; Holness, 1984). C'est ce qui explique que

l'augmentation du niveau énergétique alimentaire des animaux avant leur mise à la reproduction (flushing) favorise une élévation du taux d'ovulation et une diminution de la fréquence de la lutéolyse prématurée (Baril et Brebion, 1993 ; Baril *et al*, 1993). Dans nos élevages, les fluctuations de fertilité des animaux sont toujours associées aux variations saisonnières ou annuelles du disponible fourrager des pâturages (Lancelot *et al*, 1994).

Concernant la prolificité, Clément *et al* (1997), ont relevé que ce paramètre était meilleur lorsque les mises bas des animaux s'étaient produites en saison sèche résultant des fécondations de fin de saison hivernale. Les auteurs (Tourrand et Landais, 1996) rapportent de façon générale, que la complémentation améliore la productivité des animaux. En effet, les résultats obtenus par ces auteurs sur les caprins montrent un gain numérique à l'échelle du troupeau de 35 %.

4.2.2.1.2. Influence de la nutrition sur la cyclicité des femelles

Il est admis que les effets d'une sous-alimentation sévère suivie d'un amaigrissement excessif peuvent se traduire, soit par un démarrage tardif de la saison sexuelle, soit par une fin précoce de cette même saison (Khaldi et Lassoued, 1991).

La sous-alimentation provoque donc une prolongation anormale de l'anoestrus (Lhoste *et al*, 1993). Une sous-alimentation après la mise bas accroît la fréquence des cycles ovulatoires de courte durée et d'ovulations silencieuses par rapport aux animaux bien alimentés (Baril *et al*, 1993).

4.2.2.1.3. Influence de la nutrition sur le problème d'avortement

L'alimentation toujours précaire à certaines périodes de l'année en Afrique sahélienne est une des causes majeures d'avortements des animaux dans cette région (Yahaya, 1999). La sous-nutrition énergétique et/ou azotée augmente notablement l'incidence des avortements chez les femelles (Bidjeh *et al*, 1993 ; Lhoste *et al*, 1993). Les carences minérales telles que celles en zinc, en phosphore, en cuivre ou en sélénium, entraînent des avortements chez les animaux nourris sur pâturage naturel (Lhoste *et al*, 1993 ; Yahaya, 1999).

Silva *et al* (1984), à l'issue de leurs travaux sur l'étude de l'influence de deux saisons d'accouplement (saison pluvieuse et saison sèche) sur les caractéristiques de reproduction de la chèvre du Brésil, ont rapporté qu'aucun avortement n'a été enregistré pour les chèvres fécondées pendant la saison des pluies (janvier à juin). Par contre les auteurs ont relevé que 8 % des chèvres saillies en saison sèche (juillet à décembre) ont avorté.

4.2.2.1.4. Conclusion

Dans les zones Soudano-sahéliennes, sans complémentation adéquate, les besoins nutritifs des ruminants ne sont pas entièrement satisfaits si bien que les femelles qui mettent bas en périodes défavorables sont obligées de mobiliser davantage leurs réserves corporelles. Cela affecte naturellement les performances de reproduction de ces dernières, étant donné la forte relation entre les réserves corporelles et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité (Dedieu *et al*, 1989 ; Torre *et al*, 1991).

Les auteurs (Njoya et Awa, 1994) qui ont eu à aborder cette question de mobilisation de réserves corporelles dans une étude conduite au Nord-Cameroun sur des agnelles en gestation, ont montré que cela se traduisait en terme de baisse de la note d'état corporel (NEC) des sujets, qui, par contre, gagnaient du poids à la faveur de la croissance du fœtus.

Tous les besoins doivent donc être couverts. Lorsque plusieurs composantes de l'alimentation sont insuffisantes, c'est évidemment celle qui est la plus déficiente qui détermine les problèmes de reproduction et de production qui sont souvent constatés.

4.2.2.2. Effets saisonniers

Les variations de la température, de la photopériode et du disponible alimentaire des pâturages suivant les saisons de l'année, sont les principales sources d'influence des performances de reproduction des animaux. La saison sèche, du fait de la faible disponibilité quantitative et qualitative des pâturages, est marquée par des problèmes de fertilité et d'avortement des animaux (Lancelot *et al*, 1994 ; Tourrand et Landais, 1996). Par contre, les performances de reproduction de ces derniers sont bonnes lorsque leurs saillies ont lieu surtout en saison pluvieuse, période où les ressources alimentaires sont en quantité importante et de bonne qualité (Clément *et al*, 1997).

Les températures affectent négativement la qualité de la semence et peuvent entraîner une diminution du pourcentage des spermatozoïdes mobiles et de leur motilité ainsi qu'un accroissement des formes anormales (Baril *et al*, 1993). Il se produit donc une baisse de la fécondité de la semence surtout que cela est généralement associé par un accroissement de la mortalité embryonnaire.

4.2.2.3. Effets du mode de conduite et de la gestion de la reproduction par les acteurs

Les stress nutritionnels sont souvent aggravés par les pratiques de conduite des troupeaux de la part des éleveurs où l'absence de contrôle de lutte conduit à des montes précoces des jeunes animaux sans que ces derniers n'aient atteint un poids et un développement suffisants. La majorité des saillies se font au pâturage conduisant à un brassage génétique entre les troupeaux de concession d'un même village, voire des villages voisins (Moulin *et al*, 1994).

D'autres causes, telles que les intoxications alimentaires participent également à augmenter les problèmes tel que celui des avortements. En effet, face à l'insuffisance alimentaire récurrente de saison sèche, les animaux sont parfois amenés à ingérer des substances toxiques.

Par ailleurs, on doit souligner également les cas d'avortements dus à des causes mécaniques (coups de têtes) du fait notamment du regroupement des animaux dans un même habitat ou de leur regroupement au pâturage (Gnanda, 2002).

4.2.2.4. Environnement sanitaire

Chez la femelle reproductrice, en plus des problèmes d'infertilité (Bourzat, 1993), il y a les problèmes d'avortements que nous avons jugé utile d'aborder dans ce chapitre traitant de l'impact sanitaire.

4.2.2.4.1. Principales causes d'infertilité chez les femelles

A partir des éléments tirés de la synthèse analytique faite par Meyer (1998), on peut passer en revue les principales pathologies qui affectent la fertilité des femelles :

- **Les vulvo-vaginites** qui sont dues soit à des virus (la vaginite infectieuse pustuleuse), soit à des bactéries telles les trichomonas (la vaginite granuleuse) ;
- **Les métrites** : inflammations de l'utérus dues à la multiplication des germes, favorisée souvent par le manque d'hygiène lors des parturitions ;

- **La cervicite** : inflammation du col qui s'accompagne souvent de métrite ;
- **La salpingite** : inflammation des oviductes qui peut avoir une tuberculose ou d'autres causes infectieuses (streptocoques, staphylocoques) ;
- **Les affections des ovaires** parmi lesquelles : la sclérose de l'ovaire, le corps jaune persistant, les kystes ovariens (folliculaires ou lutéaux).

Les atteintes de la fonction de reproduction dues aux différentes pathologies ci-dessus mentionnées, peuvent être traduites en terme d'apparition des cycles irréguliers et d'anoestrus, en terme de baisse de fertilité voire l'infertilité, de mortalité embryonnaire ou mortalité néonatale, d'allongement de l'intervalle entre mise bas et enfin, en terme d'avortements.

4.2.2.4.2. Les principales maladies infectieuses et parasitaires impliquées dans les avortements

Les maladies infectieuses les plus préoccupantes sont : la brucellose, la chlamydie, la fièvre Q et la salmonellose, tant par leur gravité que par leur contagiosité (Yahaya, 1999). Hormis ces quatre principales zoonoses ci-dessus énumérées, il y a d'autres pathologies telles que les parasitoses (trypanosomose, trichomonose, toxoplasmose, etc.), les maladies virales (fièvre de la vallée du Rift, vibriose, fièvre aphteuse), d'autres maladies bactériennes (leptospirose, listériose, campylobactériose), les mycoplasmes et les champignons qui ne sont pas à négliger, bien qu'elles ne soient pas très étudiées. La peste bovine (PB) et la peste des petits ruminants (PPR) sont également causes d'avortements, bien que ces dernières années, ces maladies ne constituent plus une grave menace de santé pour l'élevage des ruminants comme elles l'ont été dans le passé.

4.2.2.5. L'appartenance ethnique de l'éleveur

En milieu traditionnel, il existe des différences entre les groupes ethniques pour ce qui est des objectifs de production dans l'élevage de telle ou telle espèce animale. Ainsi par exemple, Moulin *et al* (1994) ont montré dans leur étude que chez les éleveurs Peuls de petits ruminants, les femelles laitières jouent un rôle central grâce au lait qu'elles fournissent pour la consommation et aux petits notamment qui sont vendus très jeunes. Par contre, chez les éleveurs Wolof, les auteurs indiquent que l'élevage de petits ruminants se pratique surtout dans une logique complètement spéculative.

Ainsi donc, ces différences dans le choix des objectifs de production déterminent également les options stratégiques de gestion des troupeaux.

4.3. Brèves données sur les stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction du ruminants dans les zones tropicales à climat chaud et sec

Les variations qui favorisent la survie de certains individus, lorsque ceux-ci sont en compétition avec d'autres ou lorsqu'ils sont soumis à des conditions défavorables, augmentent de ce fait leurs chances de succès lors de la reproduction et assurent par conséquent leur conservation (Lewontin, 1979 cité par Yenikoye, 2000 ; Alinier, 2003). On sait maintenant que les ruminants comme la plupart des êtres vivants ont la capacité de mesurer la variation saisonnière de climat (durée du jour et de la nuit ou nyctémère, température, hygrométrie) ou de l'alimentation pour faire coïncider telle ou telle phase de leur cycle de vie avec la saison la plus favorable à cette manifestation (Yenikoye, 2000). Le mécanisme fait intervenir la mélatonine, sécrétée de nuit par les animaux.

La littérature montre que par rapport à la fonction de reproduction, un certain nombre d'adaptations ont été façonnées par les animaux dans le milieu tropical. Parmi les aspects sur lesquels portent ces adaptations, on peut citer :

- la taille de la portée,
- la gestion de la réserve des gamètes,
- la répartition des mise-bas.

Des études réalisées sur des races ovines sahéliennes (Bourzat et Wilson, 1989 ; Yenikoye, 1984 ; Niaré, 1995) montrent que ces dernières sont généralement mono-ovulantes : le taux d'ovulation moyen variant entre 1,1 et 1,3. Etant donné que cela ne semble dépendre ni des facteurs climatiques, ni de l'alimentation (Bourzat et Wilson, 1989 ; Yenikoye et Marichatou, 1993), cette adaptation ne peut être qu'une expression génétique de la race concernée. A l'opposé du mouton Sahélien, le mouton Djallonké de la zone Soudano-guinéenne fait partie des races ovines les plus prolifiques par suite de la simple sélection naturelle (Lhoste *et al*, 1993).

D'autres travaux effectués sur les caractéristiques de reproduction des races sahéliennes (Banoïn *et al*, 1991 ; Toukoui *et al*, 1994) montrent que ces animaux présentent un nombre de follicules en croissance réduit. Chez la brebis Targui adulte, Banoïn *et al* (1991) indiquent que ce nombre est pratiquement la moitié ou le tiers de celui des follicules présents dans les ovaires des autres races locales d'Afrique du Nord ou européennes. De plus, la gestion du stock de follicules chez cette brebis est économique, la perte d'ovocytes par dégénérescence spontanée est très réduite (Yenikoye, 2000).

Les adaptations sur la répartition des mise bas se caractérisent par l'existence de pics qui reflètent soit des périodes alimentaires favorables à la lactation, soit la résultante des effets induits des périodes favorables à la saillie fécondante (Lancelot, 1994). A titre d'exemple, au niveau des petits ruminants, la littérature montre que le maximum de mise bas se déroule en période humide et post-humide (Yenikoye et Marichatou, 1993 ; Gnanda, 2002).

4.4. Effet mâle et gestion de la reproduction

La présence d'un bélier ou d'un bouc dans un troupeau qui en a été privé pendant au moins 30 jours, provoque l'avancement de l'âge de la puberté des agnelles ou chevrettes et de la période de reproduction saisonnière, synchronise les oestrus du troupeau et réduit la durée des cycles des femelles non gravides (Clos et Muller, 1998). Le contact avec les mâles produit chez les femelles, un accroissement immédiat du nombre de pulses de LH qui conduisent à un pic préovulatoire et finalement à l'ovulation (Baril *et al*, 1993). Les phéromones diffusant dans l'atmosphère ou émises dans les urines du mâle agissent sur l'odorat des femelles et provoquent par conséquent cette impulsion reproductive.

Les mâles utilisés peuvent être entiers ou vasectomisés. Thimonier *et al* (1984) ont relevé que 97 % des femelles non cyclées ont ovulé dans les 5 jours qui ont suivi la réintroduction des mâles dans le troupeau et que 62 % ont manifesté des chaleurs dans le même laps de temps. On note cependant que chez la chèvre, la 2^e chaleur qui suit la réintroduction des mâles est plus fécondante que la première (Khaldi, 1984).

4.5. Productivité numérique

La finalité dans une gestion de reproduction est de parvenir à une dynamique de la population, c'est-à-dire son évolution en terme de nombre, traduite sous l'appellation de productivité numérique. Cette productivité numérique est évaluée, soit à l'échelle d'un individu (une femelle), soit à l'échelle du troupeau (Lhoste *et al*, 1993). Elle peut également être appréciée sous l'angle de la structure et de la composition du troupeau (Chaïbou, 2005).

Une productivité numérique élevée assure le renouvellement du troupeau et permet la vente d'un nombre élevé d'animaux sans que cela n'entame le progrès du cheptel (Lhoste *et al*, 1993).

V. Mécanismes et facteurs déterminants de la production laitière

5.1. Le lait : composition, origine et biosynthèse

5.1.1. Composition du lait

Le lait, produit de la glande mammaire, se compose d'une phase colloïdale ou phase dispersée et d'une phase aqueuse ou phase dispersante. La phase colloïdale comprend des micelles protéiques (caséines de lait, associées au Ca et P), des globules gras (les triglycérides), des éléments minéraux (Ca et P des micelles) et des vitamines liposolubles (A, D, E, K). La phase aqueuse est constituée de l'eau, de nombreux ions en solution dans l'eau (Ca^{2+} , K^+ , Mg^+ , Cl^- , Po_4^3 , etc.), des vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B, vitamine C), des protéines du lactosérum (sérumalbumine, α -lactalbumine, immunoglobulines, β -lactoglobulines) et des glucides, notamment le lactose.

5.1.2. Origine et biosynthèse

5.1.2.1. Origine et biosynthèse des minéraux et vitamines du lait

Quel que soit le mammifère, la plupart des sels minéraux sont apportés par l'alimentation via le sang (sauf en particulier le calcium qui peut provenir du renouvellement osseux). Ces minéraux arrivent dans les acini par le principe de la filtration sélective. En revanche, les ruminants sont relativement indépendants de la ration en ce qui concerne la plupart des vitamines du groupe B et la vitamine K, synthétisées par les micro-organismes du rumen, ainsi que la vitamine C élaborée par l'intestin grêle.

5.1.2.2. Origine et biosynthèse des matières grasses du lait

D'une manière simplifiée, l'origine des matières grasses (MG) du lait est double : une origine intra-mammaire et une origine extra-mammaire.

- **Origine intra-mammaire** : 50 à 55 % des MG du lait proviennent de la synthèse mammaire, effectuée principalement à partir des acides gras volatiles solubles issus de la fermentation cellulosique dans le rumen (Rousselot, 1997) : l'acide acétique et l'acide butyrique (β -hydroxy-butyrique). Les acides gras courts (C_4 à C_{12}) et la majeure partie des intermédiaires

(C₁₄ à C₁₆) sont essentiellement élaborés (environ 85 et 40 % respectivement) par la mamelle à partir de ces deux composés (Clos et Muller, 1998).

- **Origine extra-mammaire** : 45 à 50 % des MG du lait (de C₁₆ à C₁₈) et le reste des intermédiaires sont prélevés directement du sang où ils sont véhiculés sous forme de triglycérides, de lipoprotéines et d'acides gras libres qui proviennent soit de l'alimentation, soit des réserves adipeuses, y compris celles de la glande mammaire, mises en place pendant la gestation (Rousselot, 1997).

La synthèse des lipides au niveau de la glande mammaire est assurée par le réticulum endoplasmique (RE) des cellules épithéliales.

5.1.2.3. Origine et biosynthèse des matières protéiques du lait

Les protéines du lait sont en majorité synthétisées dans les cellules de la mamelle, à partir d'acides aminés libres prélevés dans le sang. Le site primaire de la synthèse des caséines, principales protéines du lait, se trouve sur les ribosomes du réticulum rugueux ; puis les acides aminés marqués passent dans les vacuoles de l'appareil de Golgi pour l'élaboration finale des unités de caséines.

Cependant, l'élaboration des protéines du lait dépend de l'apport des différents acides aminés en proportions optimales (notion d'acides aminés limitants) (Rousselot, 1997).

5.1.2.4. Origine et biosynthèse des glucides du lait

Le principal sucre du lait (le lactose) est synthétisé par la mamelle à partir de deux molécules de glucose grâce à la lactose synthétase. De 60 à 90 % du glucose d'origine maternelle est capté par la mamelle pour servir de source de lactose et parfois de lipides via le glycérol (Clos et Muller, 1998). La synthèse proprement dite du lactose est assurée à l'intérieur de l'appareil de Golgi.

5.2. Elaboration et éjection du lait

L'élaboration du lait débute par une sécrétion aqueuse et l'accumulation du lactose, des minéraux, des protéines et des globules gras dans les acini. Ces derniers se remplissent et la pression du lait augmente et empêche la libération des macromolécules. C'est alors que des composants de petite taille et l'eau vont entrer à l'intérieur des acini par voie d'osmose et équilibrer la pression du lait et celle du milieu intérieur (sang). On a donc un lait d'une certaine composition qui est ainsi stocké dans les acini en attente d'être vidé soit par la traite, soit par la tétée.

L'éjection du lait stocké dans les alvéoles émane de la mise en fonctionnement d'un réflexe neuro-endocrinien (Clos et Muller, 1998). Lors de la traite ou de la tétée, l'ocytocine (neurohormone peptidique), par la voie sanguine parvient à la mamelle où elle provoque la contraction des cellules myoépithéliales qui enveloppent les acini, chasse ainsi le lait qu'ils contiennent vers les canaux galactophores et par effet d'entraînement, vers les trayons.

5.3. Entretien de la lactation et involution mammaire

Après la naissance, la production de lait est entretenue par un réflexe neuroendocrinien déclenché, soit par la succion du mamelon, soit par la traite impliquant le système

hypothalamo-adénohypophysaires qui contrôle directement ou indirectement l'activité lactogène de la cellule mammaire (Clos et Muller, 1998).

Il semble que la part du lait citernal, disponible par simple pression du pis, par rapport au lait alvéolaire qui doit être expulsé par déclenchement du réflexe d'éjection, est considérablement plus grande chez les caprinés que chez les bovinés (Balasse, 2003). Le déclenchement de la descente du lait est primordial chez la vache pour assurer à la fois la quantité et la qualité de la production de lait, et pour maintenir la lactation, tandis que les conséquences sur la production laitière de l'inhibition du réflexe d'éjection du lait sont moindres chez les caprinés. Par ailleurs, la stimulation des femelles de caprinés pour la traite demande considérablement moins d'effort que celle de la vache, chez laquelle la présence du veau est encore nécessaire de nos jours notamment chez les vaches de races locales des régions sahéliennes pour initier le réflexe d'éjection du lait (Balasse, 2003).

A la fin de la lactation, l'arrêt de la tétée ou de la traite (tarissement) entraîne une involution de la glande mammaire, associée à une invasion de macrophages (Martinet et Houdebine, 1993). Le tissu alvéolaire se nécrose et est remplacé par du tissu adipeux au sein duquel se développera une nouvelle masse glandulaire au cours d'un prochain cycle de reproduction. Les macrophages sont accompagnés de lymphocytes qui vont coloniser la mamelle et préparer ainsi une prochaine phase colostrale (Clos et Muller, 1998).

5.4. Principaux facteurs de variations des performances laitières des ruminants

5.4.1. Facteurs intrinsèques

5.4.1.1. Parité et stade de lactation

La parité et le niveau nutritionnel s'additionnent toujours pour déterminer la production d'une laitière (Kouakou, 1997). Sur les chèvres locales burundaises, Mbayahaga *et al* (1994) ont évalué en 12 semaines de lactation, une production totale de 34 kg de lait chez les chèvres de première mise-bas contre 37 kg chez celles de quatrième rang de lactation. Dans l'étude conduite par Bourzat et Koussou (1994) sur les chèvres du Sahel tchadien, il a été rapporté une production moyenne par jour de 271 ml de lait pour les chèvres primipares contre une moyenne de 323 ml pour les multipares. Chez la chèvre du Sahel burkinabé, Ouédraogo (1990) rapporte une production obtenue de la traite totale variant entre 825 et 107 g/j chez les multipares contre une quantité variant entre 677 et 145 g/j chez les primipares. Sur des vaches, des auteurs (Tamboura *et al*, 1982) ont relevé un accroissement de quantité de lait produite de 85 % entre le premier et le cinquième vêlage.

Au cours de la lactation, les quantités de matières grasses et de matières azotées évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite (Mbayahaga *et al*, 1994 ; Meyer et Denis, 1999). Le pic de production est généralement observé entre la deuxième et la troisième semaine de lactation chez la chèvre (Mbayahaga *et al*, 1994 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000).

5.4.1.2. Race et poids vif

Il est reconnu que les chèvres locales produisent quantitativement moins de lait que les chèvres laitières européennes. Cependant, le lait des races locales possède des taux protéique

et butyreux globalement supérieurs à ceux du lait des races améliorées (Le Gal et Planchenault, 1993).

Parmi les races locales, il y a beaucoup plus d'animaux à vocation viande que de sujets à vocation laitière. Il semble que c'est la capacité d'ingestion des individus d'une race qui régit surtout la vocation de celle-ci (Le Gal et Planchenault, 1993).

Les animaux de poids lourds produisent plus de lait que ceux de poids légers (Mbayahaga *et al*, 1994 ; Adogba-Bessa et Aganga, 2000). Cela s'explique en partie par le fait qu'au niveau des animaux de poids lourds, il y a plus de réserves corporelles mobilisables pour la production de lait comparativement à celles existant au niveau des sujets de faible poids. Une production de 31 kg de lait en 12 semaines a été rapportée pour les chèvres de poids vifs inférieurs à 25 kg contre 42 kg de lait pour celles ayant des vifs supérieurs à 30 kg, tous recevant la même alimentation (Mbayahaga *et al*, 1994).

5.4.2. Facteurs extrinsèques

5.4.2.1. Alimentation/nutrition

L'alimentation rationnelle des animaux laitiers suppose d'abord de bien prendre en compte les particularités digestives du ruminant qui se caractérisent par une prédisposition fermentaire obligatoire, prioritaire et efficace (Wolter, 1992). Cette prédisposition conditionne largement la digestibilité des glucides (rendement énergétique) et des protéides, l'auto-approvisionnement en vitamines du complexe B et le niveau de consommation volontaire ou ingestibilité. L'intensité de la fermentation des glucides détermine la productivité laitière, mais également les taux butyreux et protéique. Le niveau du métabolisme microbien dans les préestomacs commande parallèlement la synthèse de protéines microbiennes qui assurent une bonne fourniture en acides aminés indispensables à la production de l'animal (Thivend *et al*, 1985).

5.4.2.1.1. Principaux éléments alimentaires en jeu dans la production lactée

La plupart des données disponibles (Wolter, 1992 ; Le Gal et Planchenault, 1993 ; Meyer et Denis, 1999) considèrent l'alimentation comme la clé de voûte de l'ensemble des facteurs impliqués dans la production laitière. Dans l'ordre de priorité, il faut satisfaire pleinement les exigences en :

- **eau** d'abreuvement puisse qu'elle conditionne le niveau de consommation, l'efficacité de la digestion et les facultés de sécrétion lactée ;
- **fourrages** de qualité, ingestibles et digestibles servant de ration de base capable de couvrir les besoins d'entretien et une partie de ceux de production ;
- **compléments** qui permettent de compenser les déséquilibres alimentaires des fourrages et ajustent la ration en fonction des besoins de production des animaux. Ces compléments comprennent des concentrés (riches en énergie ou en protéines), des minéraux et des vitamines.

5.4.2.1.2. Energie et quantité de lait produite

La sécrétion lactée est très sensible, par ordre d'importance, à un déficit aqueux, à une réduction des apports énergétiques qui dépendent en grande partie du niveau d'ingestion de matières sèches et enfin, des apports protéiques limités (Le Gal et Planchenault, 1993). Cependant, il semble que les apports énergétiques peuvent améliorer le niveau de production laitière jusqu'à la saturation des mécanismes de sécrétion et qu'au-delà de ce seuil, il en résulte plutôt une amélioration du taux protéique qui est très sensible à l'apport énergétique.

Les auteurs (Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000) qui ont eu à aborder cette question de l'alimentation énergétique dans une étude qui a porté sur les chèvres du Sahel burkinabé, ont obtenu des résultats assez illustratifs. En effet, sur les sujets qui ingéraient en moyenne 0,77 UF par jour, la production de lait évaluée en 56 jours de lactation a été de 45,61 kg alors que cette production a été de 40,97 kg chez les chèvres qui ingéraient 0,56 UF par jour.

Adogla-Bessa et Aganga (2000) ont évalué une production de 68,5 kg en 98 jours de lactation chez les chèvres Tswana dont l'énergie ingérée équivalait 0,69 MJ/kg PV contre une production de 44,8 kg chez leurs homologues qui n'ont ingéré quotidiennement que 0,45 MJ/kg PV.

5.4.2.1.3. Double rôle des apports azotés pour les ruminants

L'animal renouvelle en permanence ses protéines corporelles sans oublier que le processus de digestion provoque des pertes cellulaires, donc des protéines également (Meyer et Denis, 1999). Minimales à l'entretien, ces fonctions augmentent avec la production de lait par la mise en action de façon plus importante d'un certain nombre d'organes d'une part, par l'utilisation des acides aminés circulants pour la synthèse des protéines de lait d'autre part. Dans ce contexte, on peut attribuer aux apports azotés un double rôle essentiel (Jarrige, 1988 ; Wolter, 1992) :

- alimentation azotée de la microflore pour en stimuler leur croissance, leur multiplication et activité métabolique tout en récupérant secondairement un maximum de Protéines Digestibles Intestinales d'origine Microbiennes (PDIM). Pour réaliser donc leur synthèse de protéines, les bactéries qui sont les éléments les plus actifs de la microflore du rumen, captent des acides aminés et surtout de l'ammoniac. Ce dernier est même indispensable aux bactéries cellulosiques et 50 à 80 % des protéines bactériennes proviendraient de l'ammoniac (Jarrige, 1988) ;
- couverture complémentaire des besoins protéiques propres à l'animal en production, ceci sous forme de Protéines Digestibles Intestinales d'origine Alimentaire (PDIA) assurant quantitativement et qualitativement la satisfaction des exigences en acides aminés indispensables pour l'entretien et pour la protéosynthèse mammaire.

Un déficit en azote dégradable réduit la digestion ruminale et la valeur énergétique de la ration, baisse l'approvisionnement en PDIM et entrave la production laitière et le maintien du taux protéique (Wolter, 1992).

5.4.2.1.4. Besoin d'un équilibre entre fourrage et concentré dans le rationnement des animaux laitiers

La digestion des glucides entraîne la production d'acides gras volatils (AGV) dont les principaux sont, les acides acétique (C₂), propionique (C₃) et butyrique (C₄), en proportion variable avec le pH intra-ruminal, donc avec la vitesse de fermentation (Thivend *et al*, 1985). Celle-ci dépend de la nature des glucides et de la présentation physique de leurs sources, ainsi que du fractionnement des apports.

Les fourrages privilégient la fermentation acétique favorable au taux butyreux alors que les concentrés amylicés favorisent la formation d'acide propionique profitable au taux protéique. Cela suggère la nécessité de rechercher dans le rationnement des animaux laitiers, un optimum de concentration énergétique et de fermentescibilité qui intègre forte ingestibilité, bonne digestibilité, digestion microbienne intense aboutissant à un mélange d'acides gras volatils abondants et équilibrés au mieux (Wolter, 1992).

5.4.2.1.5. Régime alimentaire et variations de la composition du lait

Le taux butyreux et les teneurs en vitamines liposolubles sont ceux qui subissent les plus fortes variations liées à la nature et à la richesse du régime alimentaire. Le taux butyreux est surtout tributaire d'un approvisionnement en acide acétique, résultant d'une excellente cellulolyse. Une ration riche en fourrages favorise un taux élevé de matières grasses (Meyer et Denis, 1999).

Le taux protéique est nettement moins influençable que le taux butyreux par le truchement du régime alimentaire. Avec des régimes riches en énergie (les rations riches en concentrés), on parvient cependant à modifier les taux de protéines, étant donnée la forte participation du propionate dans l'élaboration du taux protéique (Rousselot, 1997).

Le lactose, les minéraux et les vitamines hydrosolubles sont modestement influencés par le régime alimentaire (Wolter, 1992).

Les résultats des travaux (Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000) ayant porté sur la chèvre du Sahel burkinabé, montrent que plus la teneur de la ration en lipides est élevée, plus la richesse du lait en matière grasse est également élevée.

5.4.2.2. Effet saison et mode de conduite des animaux

Compte tenu de l'importance de l'alimentation et de l'abreuvement dans la production laitière, la saison est l'un des facteurs de variation les plus importants (Bourzat et Koussou, 1994). Les travaux des auteurs (Ouédraogo, 1990 ; Cissé *et al*, 1993 ; Bourzat et Koussou, 1994 ; Cissé *et al*, 1996b) montrent que la production laitière des chèvres est très élevée pendant la saison humide, découlant surtout du fait de la disponibilité et de la bonne valeur nutritive de l'alimentation du pâturage en cette période. L'étude conduite par Ouédraogo (1990) rapporte une quantité de lait traite de 549 g par jour et par animal en période humide contre une quantité de 446 g pour la période sèche.

Du fait que l'alimentation de saison sèche soit quantitativement dominée par de la paille connue pour sa médiocre valeur nutritive, il résulte une faible productivité laitière des chèvres en cette période (Gnanda et Nianogo, 1998). Cependant, un certain nombre de travaux (Tourrand et Landais, 1996 ; Gnanda et Nianogo, 1998) montrent qu'avec la complémentation, on améliore les performances laitières des animaux pendant la saison sèche. Les résultats enregistrés par Gnanda et Nianogo (1998) montrent un accroissement de 105 % de la production laitière de la chèvre du Sahel (290 contre 141 g/jour) dû à l'effet de la complémentation de saison sèche.

5.4.2.3. Environnement sanitaire

La recherche d'une augmentation de la productivité des animaux est souvent associée à l'apparition de pathologies qui peuvent ruiner tous les efforts de rentabilité pour laquelle cette recherche est entreprise.

Parmi les pathologies des animaux laitiers, la tuberculose et éventuellement les mammites semblent être celles qui sont les plus rencontrées dans nos élevages. Cependant, l'on peut dire que c'est surtout dans les élevages bovins laitiers que ces maladies revêtent une certaine importance (Traoré *et al*, 2004 ; Tamboura *et al*, 2005).

Les infections telles que les mammites sont connues pour leurs méfaits en terme de diminution de la quantité de lait produite et de modification de l'aspect du lait et de sa composition chimique (Meyer et Denis, 1999).

VI. Alimentation des chèvres laitières : relation avec leur état pondéral et corporel et la croissance des jeunes au pis

Les effets de l'alimentation sur les performances pondérales des chèvres laitières ont été appréciés dans de nombreux travaux de recherche (Ouédraogo, 1990 ; Ilboudo, 1991 ; Nianogo et Ilboudo, 1993 ; Gnanda et Nianogo, 1998 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000 ; Adogla-Bessa et Aganga, 2000). Les résultats de ces travaux montrent que les chèvres laitières peuvent exprimer des gains pondéraux positifs à condition que les rations dont elles bénéficient leur assurent la satisfaction d'un certain niveau de leurs besoins alimentaires. C'est le cas des travaux qui ont porté sur le niveau d'apport énergétique (Ilboudo, 1991 ; Nianogo et Ilboudo, 1993 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000 ; Adogla et Aganga, 2000). Des auteurs comme Ouédraogo (1990) ont travaillé sur la base du niveau d'apport de concentré.

Cependant, il est démontré que durant les deux, voire les quatre premières semaines de lactation, les chèvres laitières comme la plupart des animaux laitiers, perdent obligatoirement leur poids du fait du processus de mobilisation des réserves corporelles (Morand-Fehr *et al*, 1987 ; Ouédraogo, 1990 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000 ; Cléradin, 2001).

Face aux situations où il est difficile, voire impossible de réaliser la pesée des animaux ou lorsqu'il y a besoin de conforter les données pondérales, on effectue ce que l'on appelle la notation de l'état corporel. L'état corporel est le reflet de la masse des tissus adipeux de l'animal et donne une idée sur l'état de ses réserves énergétiques (Morand-Fehr, 1992). L'état nutritionnel des animaux peut être estimé en calculant leurs bilans alimentaires, et notamment leur bilan énergétique, parce qu'ils ont une plus grande aptitude à stocker et à mobiliser les lipides. Il permet de savoir par exemple si la chèvre a de quoi mobiliser pour faire face à une période difficile ou s'il faut apporter des compléments alimentaires (Morand-Fehr, 1992).

Chez les chèvres, l'évaluation recommandée repose sur deux notes distinctes, prises aux niveaux sternal et lombaire et données sur une échelle de 0 à 5. Cléradin (2001) rappelle néanmoins que le maniement au niveau lombaire chez les chèvres n'est pas entièrement satisfaisant du fait du peu de leur gras de couverture. La grille de notation ne vaut que si sa précision est suffisante (Faye et Barnouin, 1985). Une appréciation de 0,5 point près peut être considérée comme suffisamment admissible. Dans la recherche de cette précision, les notateurs sont toujours soumis à la preuve du respect de deux conditions de base (Faye et Barnouin, 1985) :

- la répétabilité des mesures chez le même individu ;
- l'homogénéité des mesures entre les notateurs.

La croissance des chevreaux jusqu'au sevrage résulte d'abord de l'action directe de l'individu concerné sur lequel s'exercent les effets de l'environnement et de celle en provenance directe de ses parents (Le Gal et Planchenault, 1993). La mère, en plus de son action directe au plan génétique, exerce un effet indirect dont l'origine peut être, soit la portée, le niveau de production laitière, soit le comportement maternel. Cependant, la littérature (Bourzat et Koussou, 1994 ; Cissé *et al*, 1996b) indique que c'est le potentiel de production laitière de la mère qui constitue la variable la plus déterminante. Or, pour une race donnée, le niveau de production laitière d'une femelle est une traduction étroite du niveau et de la qualité de son régime alimentation. Par ailleurs, les auteurs (Mbayahaga *et al*, 1994 ; Bourzat et Koussou, 1994 ; Koussou, 2000 ; Madibela *et al*, 2002) font remarquer que la croissance des chevreaux sous la mère subit également l'influence du sexe et de la parité.

Les travaux réalisés par Srairi (1998) ont relevé une forte dépendance de la vitesse de croissance des agneaux entre 10 et 30 jours d'âge avec le régime alimentaire de leur mère.

Chez les mères ayant bénéficié d'un apport suffisant d'énergie à l'aide de tourteau de tournesol, la croissance des agneaux a été la plus élevée, consécutive à une production laitière accrue.

VII. État nutritionnel des animaux et principaux indicateurs sériques d'appréciation

Nourrir les animaux, c'est assurer la couverture de leurs besoins en principes nutritifs indispensables au fonctionnement de leur organisme (Rivière, 1991). Ces besoins en question sont d'ordre énergétique, azoté, minéral, vitaminique et hydrique.

Chez un animal sain, d'une espèce, d'une race, d'un âge et d'un niveau de production donnés, les divers principes nutritifs ou les diverses substances (énergétiques, azotées, minérales, vitaminiques et énergétiques) contenues dans le sang se trouvent en concentration relativement constante (INRA, 1975). Le tableau 1.1 donne les valeurs de référence des teneurs sanguines de quelques paramètres étudiés dans la nutrition des ruminants. La concentration en urée, en glucose (glycémie) et en éléments minéraux signalés dans ce tableau constitue généralement un bon indicateur du statut nutritionnel des animaux en ces éléments (Bengoumi *et al*, 1995). On est en situation de carence lorsqu'il y a une baisse critique de la concentration sanguine en ces éléments, consécutive à des déséquilibres métaboliques d'origine alimentaire ou infectieuse. Les manifestations de ces carences peuvent être ressenties aussi bien sur la santé, l'état physiologique que sur les fonctions de production et de reproduction des animaux. A l'opposé, de fortes concentrations en certains de ces éléments conduisent soit, à des perturbations physiologiques, soit à des problèmes d'intoxication. C'est le cas par exemple du cuivre et du sélénium (Jarrige, 1978).

Tableau 1.1. Quelques valeurs normales des nutriments et les sources correspondantes

	Phosphore (mg/100 ml)	Urée (mg/100 ml)	Glycémie (mg/100 ml)	Cuivre (µg/100 ml)	Zinc (µg/100 ml)	Manganèse (µg/100 ml)
Michel (1980)	4-6	34	63	100-140	100-140	100-140
Faye et Mulato (1991)		15-30	55-65	70-120	70-120	
INRA s.d. (vers 1975)		15-23	56-62	80-128	94-130	
Cottureau <i>et al</i> (1977)	3,7-6,1	15-33		98-138	95-135	
Michel (1977)	3,7-6,1	15-33	56-73	98-138	95-135	
Conclusion possible	3,5-6	15-34	55-73	70-140	70-140	100-140

VIII. Importance de compléments catalyseurs sur l'utilisation des fourrages pauvres par les ruminants

Dans les pays à climat semi-aride ou aride, l'alimentation des ruminants dépend généralement des pâturages pauvres et de résidus de culture de qualité médiocre dont, par surcroît, les disponibilités ne sont souvent que saisonnières (Chenost et Kayouli, 1997). Dans ces conditions, le recours à la complémentation à base d'éléments catalyseurs est inévitable. Cette voie consiste à apporter aux micro-organismes du rumen les substances nutritives nécessaires

à leur croissance et en assurer ainsi les conditions favorables à une dégradation optimale des fibres dans le rumen (Moujahed *et al*, 2000). Il en résulte également une amélioration de la synthèse protéique microbienne par suite de l'accroissement de la production de propionate. Cependant, ces compléments doivent être apportés dans des proportions qui permettent un équilibre entre les produits finaux de la fermentation et ceux de la digestion de la ration entière (Chenost et Kayouli 1997). La forme d'apport de l'énergie dépend de la source azotée utilisée ; mais dans la plupart des cas, cette énergie est apportée sous forme fermentescible à très fermentescible (Moujahed *et al*, 2003a).

Les compléments catalyseurs peuvent être présents de plusieurs manières, soit sous forme d'urée, de feuilles de ligneux ou sous forme de composés à base d'urée, de mélasse et de minéraux (Preston, 1986 ; Bosma et Bicaba, 1997 ; Alexandre *et al*, 2002 ; Moujahed *et al*, 2003a ; Zoundi *et al*, 2003a). Certains travaux (Kunju, 1986) indiquent une accélération de la vitesse de passage du digesta et une amélioration du taux de renouvellement du contenu du rumen avec l'augmentation de l'ingestion des substances catalytiques. D'autres auteurs rapportent une amélioration de la digestibilité (Habib *et al*, 1994) et de la dégradabilité (Zoundi *et al*, 2003a) des fourrages pauvres.

Les apports des éléments catalyseurs tels que les blocs multinutritionnels permettent une augmentation de la concentration en AGV dans le rumen sans entraîner de modifications importantes de la valeur du pH ; celle-ci demeurant comprise entre 6 et 7, zone favorable à l'activité fibrinolytique (Moujahed *et al*, 2003b).

Habib *et al* (1994) ont noté que la concentration en azote ammoniacal (NH₃ et NH₄) dans le rumen passe de 21,1 mg/l (témoin) à des niveaux optimaux qui varient de 69,2 à 80,0 mg/l, suite à la complémentation de la paille de riz par différents types de blocs multinutritionnels. Cela montre bien l'intérêt de fournir aux micro-organismes des formes simples d'azote (NH₃ et NH₄) qui, en synchronisation avec l'énergie provenant de la dégradation des hydrates de carbone, permettent la synthèse protéique microbienne (Zoundi, 2005).

Des travaux (Nyarko-Badohu *et al*, 1993b) montrent également que les compléments catalyseurs améliorent la croissance des animaux. En effet, ces auteurs ont trouvé que les brebis nourries avec de la paille de blé complétementée avec des blocs ont gagné 6,4 kg de poids vif, alors que celles qui ont reçu la paille seule ont perdu 2,8 kg de poids vif durant la période expérimentale.

Plusieurs travaux (Kunju, 1986 ; Habib *et al*, 1994) montrent que les compléments catalyseurs améliorent également les performances laitières des animaux.

IX. Conclusion générale sur la synthèse bibliographique

A travers cette synthèse bibliographique, un certain nombre d'aspects importants relevant de l'élevage en général et de celui des caprins en particulier, ont été passés en revue. Ainsi, on peut souligner les points traitant du rôle de la sécurisation, de la diversification des activités de production, de la capitalisation et de l'intégration sociale de l'élevage, avec la mention particulière qui est faite par rapport à la chèvre. Sa spécificité à répondre aux conditions difficiles de production des zones climatiques telles que le Sahel burkinabé repose surtout comme il a été fait cas, sur son caractère rustique, ses fonctions multiples (lait, viande) et sa prolificité. Les travaux de Tyc (1992) montrent qu'en terme de production de viande et de lait exploitée au Sahel burkinabé, les caprins viennent en deuxième position après les bovins.

Malgré leurs attributs positifs, en particulier leurs aptitudes à vivre dans des milieux arides, les caprins sont également confrontés au problème d'alimentation, lié notamment à l'occupation des zones de pâture par l'agriculture et à l'état actuel de la dégradation des ressources fourragères naturelles. Cela engendre des déficiences nutritionnelles et limitent les aptitudes de ces derniers à répondre de manière efficace aux fonctions de production (lait) et de reproduction tant attendues de la part des pasteurs sahéliens. Il semble que l'élément aggravant de cette situation est le manque de stratégies adaptées de conduite de l'élevage qui confortent les pratiques paysannes et optimisent l'expression des potentialités des animaux. De ce fait, dans la perspective d'améliorer de façon significative et durable l'élevage caprin au Sahel, il convient de cerner un certain nombre de facteurs environnementaux (alimentation, mode de conduite, exploitation socio-économique, etc.) et intrinsèques (race, type génétique, etc.) qui sont des variables conditionnelles de la productivité des animaux.

Deuxième partie : Etudes expérimentales

I. Problématique de la recherche

Dans les communautés pastorales des espaces sahéliens, le lait et la viande de chèvre s'avèrent souvent être les rares ou les seules sources de protéines de qualité à certaines périodes de l'année (Cissé *et al*, 1996b ; Waelti *et al*, 2003a). Pendant les périodes de soudure, le lait des chèvres remplace celui des vaches généralement plus sensibles aux pénuries alimentaires du fait notamment du niveau élevé de leurs besoins de production en matière sèche et en nutriments, comparés à l'offre alimentaire des parcours (Bourzat et Koussou, 1994). La teneur relativement élevée du lait de chèvre en rétinol (329 mg/100 g selon Waelti *et al*, 2003a citant Zinstagg *et al*, 2002), peut représenter une solution locale et durable dans la lutte contre la malnutrition infantile. L'autre élément est que l'élevage caprin est accessible à un plus grand nombre de ménages agricoles, dérivant surtout de l'acquisition facile des sujets, liée à leur prix de revient abordable comparativement à celui des autres espèces productrices de lait.

Malgré donc le rôle capital de la chèvre dans la vie économique et sociale des communautés pastorales des zones sahéliennes comme celle du Burkina Faso, très peu d'attention est accordée pour le développement de sa production, voire sa protection contre les maladies (Tamboura et Berté, 1996 ; Caron et Lancelot, 2000 ; Tedonkeng et Tankou, 2000). La chèvre a toujours été considérée comme une espèce adaptée aux conditions précaires de production et s'est ainsi vue délaissée et même parfois accusée responsable de dégradation des ressources végétales. Dans la plupart des cas, l'espèce est obligée de se débrouiller seule pour son alimentation dont l'essentiel (plus de 80 %) est tiré des parcours (Bourbouze et Guessous, 1979 ; Madani, 2000). Waelti *et al* (2003a) ont montré à l'issue de leur étude réalisée dans la région de Cinzana au Mali, que la quasi-totalité des caprins (environ 3 040 têtes estimées au cours de cette étude) était conduite au pâturage alors qu'un tiers des ovins (800 têtes sur les 2 400 recensées) était nourri en stabulation permanente. Cela témoigne bien de la situation de laissés pour compte des caprins dans les systèmes d'exploitation traditionnels. Or, suite aux déficits pluviométriques et à l'explosion démographique de ces dernières décennies, marquées par la mise en culture des aires pastorales, les pâturages naturels, principale source alimentaire pour les animaux, ont subi une très forte dégradation aussi bien au plan quantitatif que qualitatif (Yung et Bosc, 1992). Une des conséquences de cette donne, c'est l'apparition des déficiences évidentes en éléments azotés et minéraux indispensables à la production des animaux (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Faye *et al*, 1986 ; Faye *et al*, 1990 ; Rivière, 1991 ; Fall *et al*, 1999). C'est pour cette raison que Moujahed *et al* (2003a) soutiennent que la seule voie de sortie pour satisfaire l'alimentation des animaux des zones tropicales à climat sec, reste la valorisation des fourrages pauvres telles que les pailles, les cosses, les coques à l'aide des sources azotées, énergétiques et minérales disponibles localement ou à origines hors fermes mais à accessibilité facile. Cela s'applique au mieux avec l'élevage de la chèvre étant donné qu'il est démontré à travers plusieurs études (Lindela et Lewis, 1995 ; Bosma et Bicaba, 1997 ; Le Gal *et al*, 1997 ; Nguyen, 1998 ; Moujahed *et al*, 2003b) que cette espèce parvient, par l'effet de la complémentation, à valoriser mieux les fourrages pauvres comparativement aux autres espèces de ruminants, notamment les ovins.

Ce tableau descriptif de la problématique actuelle de l'élevage caprin au Sahel nous conduit à poser les quatre questions suivantes :

- Quelle peut être la place réelle de l'élevage caprin dans le paysage agricole et au sein des exploitations traditionnelles du Sahel burkinabé ?

- A quel point la qualité actuelle des ressources fourragères des parcours utilisables par les chèvres répond- t-elle aux besoins de ces dernières ?
- Face aux insuffisances actuelles des pâturages naturels, quelles sont les pratiques développées par les éleveurs dans la conduite de leur élevage caprin et quels sont les niveaux de production obtenus en lait et en viande ?
- Peut-on améliorer le statut nutritionnel de la chèvre et sa productivité en lait et en viande en procédant par une utilisation et une valorisation des ressources alimentaires pauvres telles que les sous-produits de culture ?

Les réponses à toutes ces questions participent à la validation des deux hypothèses centrales suivantes de notre recherche :

Hypothèse centrale 1 : La dégradation des ressources alimentaires des pâturages a entraîné une modification des rendements et de la place des produits tirés de l'élevage caprin et a suscité de la part des éleveurs des stratégies d'adaptation notamment en ce qui concerne la conduite du bétail et la gestion des ressources alimentaires

Hypothèse centrale 2 : La valorisation des ressources locales pauvres telles que les résidus de récolte (pailles de céréales, fanes, etc.) par des traitements mécaniques ou par des apports raisonnés en nutriments (azotés, énergétiques, minéraux) constitue une option soutenable pour l'amélioration de la productivité de la chèvre du Sahel burkinabé

II. Objectifs globaux et hypothèses intermédiaires de la recherche

2.1. Objectifs globaux

- ◆ Evaluer la contribution de l'élevage de la chèvre au revenu et au fonctionnement des ménages des pasteurs ;
- ◆ Etudier les pratiques et stratégies paysannes en matière de complémentation des chèvres et les productions engendrées en lait ainsi que par la reproduction ;
- ◆ Etudier l'importance et le rôle des facteurs alimentaires sur la production de lait et les performances de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé ;
- ◆ Améliorer la production laitière et la productivité de la chèvre du Sahel par un schéma d'alimentation valorisant les ressources locales notamment les sous-produits des récoltes.

2.2. Hypothèses intermédiaires

- ◆ L'évaluation de la place et de la contribution de l'élevage caprin à la survie et à la constitution du revenu de l'éleveur sahélien, nécessite des indicateurs socio-économiques prenant en compte la dimension ethnique.
- ◆ L'analyse des pratiques d'élevage (intrants, conduite) et de l'utilisation par la chèvre des aliments est nécessaire à la compréhension des contraintes de productivité (numérique et laitière) vécues par la chèvre du Sahel burkinabé.

- ◆ Pour permettre une meilleure appréciation du rôle de l'alimentation sur les problèmes de productivité numérique et en lait actuels de la chèvre du Sahel burkinabé, il est nécessaire :
 - d'apprécier le statut nutritionnel des animaux par des analyses des éléments biochimiques et minéraux,
 - de tester des schémas de compléments alimentaires correcteurs ou de production, basés sur la valorisation de ressources locales.

III. Activités de recherche

Introduction

Les activités ont été réalisées sur la base d'une structuration en trois axes libellés selon le contenu de l'encadré suivant :

Axe 1 : Etude du rôle socio-économique et productivité de la chèvre dans quelques élevages du Sahel burkinabé

Axe 2 : Essai d'amélioration des performances laitières de la chèvre du Sahel burkinabé par l'alimentation

Axe 3 : Essai de complémentation alimentaire de lutte contre les avortements et d'amélioration des performances de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé

Les activités du premier axe qui ont été essentiellement réalisées en milieu paysan, ont eu pour objet d'établir un diagnostic de manière à apporter des réponses aux deux premiers objectifs de la recherche, à savoir "évaluer la contribution de l'élevage de la chèvre au revenu et au fonctionnement des ménages des pasteurs" et étudier les pratiques des éleveurs en matière d'alimentation de leurs chèvres. Cette approche diagnostique avait entre autres, pour intérêt d'identifier les ressources alimentaires utilisées dans la complémentation des chèvres par les éleveurs afin d'en faire les aliments de base pour les essais d'amélioration à proposer. En plus, les résultats zootechniques mesurés à ce niveau ont constitué des indicateurs de référence pour l'appréciation des effets d'amélioration induits par les schémas de complémentation testés.

Les activités des axes 2 et 3 ont été entièrement exécutées à la station de recherche de Katchari de l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA) située au nord du pays entre 13° 55' et 14° 05' de latitudes Nord et 0° 00' et 0° 10' de longitudes Ouest. A ce niveau, en plus des tests de rationnement à l'auge, une partie importante de la recherche a été consacrée au suivi des animaux aux pâturages dont les résultats ont servi à enrichir en partie les données du travail de diagnostic mis en œuvre en milieu paysan.

3.1. Rôle socio-économique et productivité de la chèvre dans quelques élevages du Sahel burkinabé

Deux études ont été réalisées pour le compte de cet axe dont l'une sous le thème : " Rôle et place de la chèvre dans les élevages du milieu d'étude" et l'autre sous le thème : " Pratiques paysannes en matière de complémentation et productivité de la chèvre dans les élevages du Sahel burkinabé".

3.1.1. Rôle et place de la chèvre dans les élevages du milieu d'étude

Résumé

Une enquête formelle à passage unique a été réalisée auprès de 150 familles ou ménages du Sahel burkinabé afin d'apprécier le rôle et la place de l'élevage de la chèvre dans la vie et le fonctionnement de ces familles. L'échantillon des personnes enquêtées (chefs d'unités familiales) comprenait 30 individus de chacun des cinq groupes ethniques suivants : Peul, Bellah, Rimaïbé, Mossi et Gourmantché. Les résultats de l'enquête montrent que l'ethnie Peul possède un cheptel de ruminants en moyenne plus important que les autres groupes ethniques. Il ressort également que les éleveurs du Sahel burkinabé commencent d'abord par posséder une chèvre, animal très prolifique, mais avec un objectif à court terme ou lointain d'acquérir les autres espèces de ruminants, notamment les bovins. Bien qu'en matière de génération de revenu monétaire, la contribution de la chèvre reste faible comparée à celle des autres ruminants (bovins, ovins), son rôle non monétaire de premier rang dans la lutte contre la pauvreté est mis en exergue. Cela est démontré à travers la forte proportion de la population impliquée dans son l'élevage, sa place de premier ordre dans les prélèvements non commerciaux, qualifiés de sociaux et son positionnement en terme de capital animal de prévention de risque contre les aléas du climat pour les éleveurs. Par ailleurs, l'enquête révèle que la population d'éleveurs de caprins du Sahel burkinabé ne peut être traitée de façon homogène et qu'il existe au moins trois groupes à base de ressources animales détenues qui indiquent une différenciation de pouvoir économique, voire politique entre les éleveurs enquêtés. Cependant, les Peul restent en gros les plus grands détenteurs du bétail et malgré cela, ils déstockent moins leurs animaux comparativement aux autres groupes ethniques.

Mots clés : Chèvre du Sahel burkinabé, revenu monétaire/non monétaire, pauvreté, élevage, éleveur, sécurité alimentaire

Introduction

L'élevage de la chèvre représente une opportunité de génération de revenus pour les petits producteurs pour plusieurs raisons. D'abord, les investissements nécessaires pour la constitution du troupeau sont relativement plus accessibles que ceux de grands ruminants tels que les bovins. Ensuite, là où la production végétale constitue une entreprise à risque élevé, l'élevage de la chèvre est réalisable à moindre risque, les ressources pastorales étant disponibles. Enfin, leur prolificité et leur croissance rapide sont favorables pour une exploitation socio-économique toute l'année et à tous les âges.

Malgré ses avantages reconnus, la chèvre fait partie des espèces de ruminants qui ont reçu le moins d'attention tant par les structures de développement que par la recherche. Les multiples attributs (détérioration de l'environnement) qui lui sont imputés dans la littérature ont rarement été scientifiquement éprouvés et suffisamment documentés (Bourbouze et Guessous, 1979). Pourtant, sur le terrain, la chèvre est élevée par une population importante de diverses couches socio-économiques. Il apparaît donc important d'évaluer formellement le rôle et la place de ce type d'élevage dans l'amélioration des revenus des producteurs et de leurs moyens d'existence. En particulier, l'évaluation de la contribution de cette espèce dans la mitigation des risques vis-à-vis des chocs extérieurs aux ménages ruraux, et de ses relations avec les autres espèces animales dans la constitution de capital et la génération de revenu de l'élevage permettra de mieux cerner les opportunités et les limites des caprins en milieu rural.

La présente étude vise à apporter des compléments d'informations scientifiques relatives à l'élevage de la chèvre dans le contexte du Burkina Faso en général et de la région du Sahel en particulier. L'objectif global est d'analyser les interrelations entre l'élevage de la chèvre et les caractéristiques socio-économiques des ménages impliqués. De manière spécifique, il s'agit :

- d'évaluer l'importance ce type d'élevage au sein des communautés villageoises en vue d'en mesurer la place dans les options de production animales ;
- d'évaluer la contribution de la chèvre dans les revenus des ménages ruraux en vue d'en apprécier son rôle économique ;
- d'analyser les relations entre les caractéristiques socio-économiques des ménages et l'accroissement du capital caprin ;
- d'analyser le degré d'homogénéité des éleveurs de chèvre du point de vue de l'importance du cheptel détenu, des caractéristiques socio-économiques et des pratiques d'élevage.

Matériel et méthodes

Site d'étude et unités d'élevage enquêtées

Afin de prendre en compte les principaux groupes ethniques du Sahel burkinabé tels que les Peul, les Rimaïbé, les Bellah, les Mossi et les Gourmantché dans l'échantillon d'enquête, deux sites d'investigation ont été retenus, celui de Lelly et celui de Katchari (figure 1.2.). Le village de Lelly est situé à 30 km de Gorgadji (chef lieu de département auquel il appartient) et à 90 km de Dori (chef lieu de la province du Séno). Le village de Katchari est situé à 11 km de Dori sur l'axe Dori-Gorgadji. Dans le site de Lelly, l'enquête a touché les Mossi et les Gourmantchés. Les Peul, les Rimaïbé et les Bellah ont été enquêtés dans le village de Katchari et ses environs.

La complexité des relations sociales du milieu d'étude commande de préciser les unités socio-économiques auprès desquelles l'enquête a été réalisée. La délimitation adoptée tient compte des connaissances des partenaires techniques qui interviennent déjà dans ces milieux. Ces informations secondaires ont guidé le choix pour la conduite d'enquêtes basées sur des unités correspondant à des groupes de personnes sous l'autorité d'un chef, qui produisent et consomment ensemble. Le chef d'unité familiale ou chef de ménage gère les ressources communes de production et les biens de consommation. Cela n'empêche nullement les membres actifs de ce groupe d'avoir, en plus des tâches communes, des activités personnelles rémunératrices et une autonomie pour l'utilisation de ces revenus individuels.

Données collectées

Les données collectées ont porté sur :

- Les caractéristiques socio-économiques de l'enquêté (chef de ménage) comprenant :
 - son âge et son genre,
 - ses activités socio-économiques,
 - la population de son unité familiale,
 - son groupe ethnique,
 - son niveau d'instruction,
 - son cheptel.

- Les données sur les stratégies de production animale prenant en compte :
 - le type d'habitat pour les animaux,
 - le mode de conduite des animaux,
 - les pratiques sanitaires,
 - la pratique de complémentation.
- Les données sur les revenus et leurs sources ;
- Les principaux produits recherchés dans l'élevage ;
- Les principaux usages des recettes générées par la vente de produits d'animaux.

Conduite de l'enquête

L'enquête a été conduite à l'aide d'une fiche à passage unique, entre mars et avril et s'est adressée aux chefs de ménages. Dans chacun des cinq groupes ethniques (Peul, Rimaïbé, Bellah, Mossi et Gourmantché), 30 chefs d'unité familiale ont été enquêtés, soit un échantillon total de 150 ménages. Le choix des personnes enquêtées s'est fait selon la disponibilité de ces dernières à être interrogées, ceci après les avoir informé au préalable des objectifs du travail. Chez certains individus, le questionnaire a été administré immédiatement après la présentation des objectifs de l'enquête. Chez d'autres, l'enquête a été conduite le lendemain, sur rendez-vous, à l'issue de la séance de présentation des objectifs du travail.

Traitements et analyses statistiques des données

La place de la chèvre a été appréciée à travers l'importance des producteurs ruraux qui pratiquent ce type d'élevage parmi la population sahéenne. Elle a été également analysée par rapport à l'importance de son exploitation commerciale comparativement aux autres espèces domestiques.

Le rôle de la chèvre a été analysé du point de vue de sa contribution dans le revenu tiré de l'élevage et des autres cas de son utilisation sociale et relationnelle.

Enfin, l'enquête a permis de tester si la dotation en ressources animales constitue un facteur de discrimination entre les éleveurs dans le contexte du Sahel. Dans l'affirmative, quelles sont les espèces discriminantes de façon significative. Plusieurs méthodes d'analyse ont été combinées en vue d'apporter des éléments de réponse à ces questions :

1. Analyses descriptives

Des statistiques descriptives ont été largement utilisées pour analyser la place de l'élevage caprin dans les élevages sahéens. Ces statistiques comprennent les moyennes arithmétiques, les écart-types et les fréquences. Des synthèses sous forme de tableaux ou de graphiques ont permis de mettre en exergue la place de la chèvre dans les élevages enquêtés.

2. Les regressions linéaires

Deux modèles de régression linéaire ont été développés pour évaluer le rôle économique de la chèvre dans les élevages sahéens. Le premier a consisté à analyser les déterminants sociaux et structurels de l'élevage caprin. Il s'est agi d'identifier les facteurs sociaux et structurels des ménages qui influent sur l'accumulation du cheptel caprin. Dans le système sahéen, les éléments sociaux tels que l'âge de l'éleveur, son appartenance ethnique et la taille du ménage, sont déterminants dans la conduite de l'élevage. L'âge conditionne l'indépendance de l'éleveur

par rapport à la décision à prendre pour la sortie d'un animal ainsi que son degré d'ouverture aux innovations extérieures (Zio, 2005). Les ethnies du Sahel burkinabé n'ont pas la même tradition ou ne possèdent pas le même savoir faire dans l'élevage. Les ethnies comme les Peuls sont considérées comme des éleveurs par tradition (Boubacar, 1990) alors que par exemple, les Mossi sont des agropasteurs. La taille du ménage reflète, non seulement la disponibilité en main-d'œuvre familiale pour la conduite de l'élevage, mais également l'échelle des besoins familiaux à couvrir.

Les variables structurelles retenues sont les données de la base animale des éleveurs : bovins, ovins, caprins, poules et pintades.

$$cap = cste + a_1 Age + a_2 Pop + a_3 Bov + a_4 OV + a_5 Poul + a_6 P\ int + a_7 Eth + \varepsilon$$

(Équation 1)

L'équation 1 signifie que l'effectif de caprin (*cap*) dans un ménage est une fonction linéaire de l'âge du chef d'unité familiale (*Age*), de la taille du ménage (*Pop*), des effectifs de bovin (*Bov*), ovin (*Ov*), poules (*Poul*) et pintades (*Pint*) et du groupe d'appartenance ethnique du ménage (*Eth*). La variable (*Eth*) est une variable binaire qui est codée 1 pour l'ethnie peulh et 0 sinon. Les coefficients a_1 à a_6 sont les paramètres à estimer et mesurent la contribution marginale de chaque variable caractéristique du ménage dans son cheptel caprin. En revanche, le coefficient a_7 mesure la contribution de l'appartenance ethnique dans l'effectif du caprin du ménage. Pour l'ensemble de ces variables indépendantes, il est attendu une relation positive avec l'effectif de caprin. En d'autres termes, un accroissement de la structure du ménage dans ses dotations en ressources socio-économiques va entraîner une augmentation du cheptel caprin dans le ménage, *ceterus paribus*. Cette équation a été estimée par la méthode des Moindre Carrés Ordinaires (MCO).

Le second modèle cherche à évaluer les déterminants sociaux structurels du revenu tiré de l'élevage et du revenu monétaire total du producteur. Formellement, le modèle se présente de la façon suivante :

$$Re\ vel = cste + a_1 Age + a_2 Pop + a_3 Bov + a_4 OV + a_5 Poul + a_6 P\ int + a_7 Eth + a_8 Cap + \varepsilon$$

(Équation 2)

L'équation 2 signifie que le revenu tiré de l'élevage (*Revel*) est une fonction linéaire des ressources animales disponibles (*Bov*, *Ov*, *Poul*, *Pint*, *Cap*) dans le ménage, de la taille du ménage (*Pop*) qui est un *proxy* de la main-d'œuvre familiale et des caractéristiques socio-ethniques (*Age*, *Eth*) du chef de ménage. Le revenu d'élevage comprend tous les revenus monétaires issus de la vente des animaux et des produits d'origine animale (lait, cuir, etc.). Une équation similaire a évalué les déterminants du revenu total du ménage en remplaçant le revenu tiré de l'élevage par le revenu total du ménage qui inclut les revenus de l'élevage et ceux issus des transferts d'argent reçus et de la rémunération d'autres activités.

3. La classification en nuées dynamiques

Cette technique de classification a pour but de fournir une partition en **k** classes (**k** donné à priori) bien agrégées et bien séparées entre elles en fonction des variables d'intérêt. Dans cette étude, les variables d'intérêt sont des éléments de la base animale des producteurs, c'est-à-dire, les effectifs du cheptel bovin, ovin, caprin, poule et pintade. Il s'agit donc d'une typologie établie sur la base des ressources animales élevées par les ménages de la zone

d'étude. De façon formelle, la formule utilisée dans la classification en nuée dynamique est donnée dans l'équation 3 (Klecka, 1981).

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i \in S_k} \sum_{j=1}^p \left(x_{ij} - \bar{x}_{kj} \right)^2 \quad (\text{Équation 3})$$

Où S_k est le nombre de producteur dans la $k_{i\grave{e}me}$ classe et \bar{x}_{kj} la moyenne de la variable j dans la classe k .

La procédure d'analyse en nuée dynamique consiste à partir d'un ensemble d'observations (ou de producteurs), à faire un choix de k qui permet de les regrouper en classes de manière à minimiser les variations intra-classes et à maximiser les différences inter-classes. Plusieurs k ont été testés au cours de l'analyse en vue de déterminer le nombre de classes de ressources animales stable dans la population les producteurs. En définitive, trois classes ont été retenues au-delà et en dessous desquelles la classification devient moins probante, tendant vers une individualisation des producteurs. Enfin, des statistiques descriptives ont permis de décrire le niveau de la base animale dans chaque classe de producteur.

Les statistiques descriptives, les régressions linéaires et la classification en nuées dynamiques ont été réalisées sur le logiciel SPSS version 11. Par ailleurs, une analyse factorielle (Analyse factorielle des correspondances simples) utilisant le logiciel libre R, a permis d'apprécier non seulement les relations entre les différentes espèces animales des ménages enquêtés, mais également celles entre les groupes ethniques enquêtés et l'activité de l'élevage.

Résultats

Caractéristiques générales de l'échantillon d'étude

Les éleveurs enquêtés sont âgés de 20 à 70 ans (47 ans d'âge en moyenne). Une seule femme fait partie des 150 personnes qui ont fait l'objet d'enquête. C'est une femme peule âgée de 55 ans. Quarante vingt dix sept (97) personnes parmi les 150 concernées par l'enquête sont analphabètes, 50 sont alphabétisées en langues locales et 3 sont alphabétisées en français. Quarante vingt quatorze pourcent (94 %) des enquêtés estiment que la culture constitue leur principale activité de production. Les 6 % restant ont l'élevage comme leur principale activité de production.

La taille moyenne des unités familiales est de 9,8 personnes avec en moyenne 6,7 ; 13,7 ; 10,3 ; 9,5 et 7,9 personnes pour respectivement les ménages Peuls, Mossi, Bellah, Gourmantché et Rimaïbé.

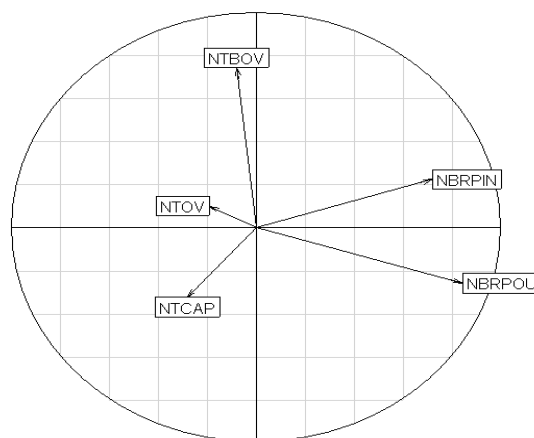
Le tableau 2.1 présente les effectifs de cheptel selon les groupes ethniques. Les caprins sont les animaux les plus nombreux dans les ménages, ceci indépendamment de l'ethnie.

Tableau 2.1. Répartition ethnique des effectifs de cheptel

Ethnies	Statistiques	Caprins	Bovins	Ovins	Poules	Pintades
Peulh	Moyenne	32,63	13,63	10,60	7,77	2,43
	(Ecart type)	(47,03)	(17,75)	(14,27)	(9,61)	(4,94)
	Erreur standard	8,59	3,24	2,60	1,75	0,90
Mossi	Moyenne	18,00	9,91	14,31	5,34	1,94
	Ecart type	(13,74)	(12,87)	(11,94)	(5,67)	(3,85)
	Erreur standard	2,32	1,37	2,02	,96	,65
Bella	Moyenne	17,97	5,23	12,50	7,17	3,07
	Ecart type	(17,28)	(7,61)	(16,99)	(10,43)	(4,18)
	Erreur standard	3,15	1,39	3,10	1,91	0,76
Gourmantché	Moyenne	27,38	11,08	11,38	12,96	7,54
	Ecart type	(29,35)	(8,77)	(10,99)	(11,01)	(10,65)
	Erreur standard	5,76	1,72	2,16	2,16	2,09
Rimaïbé	Moyenne	10,04	6,32	5,82	6,67	1,46
	Ecart type	(10,54)	(10,39)	(7,92)	(7,24)	(3,69)
	Erreur standard	1,99	1,96	1,49	1,37	0,69
Toutes	Moyenne	21,08	9,25	11,09	7,78	3,15
	Ecart type	(27,61)	(11,41)	(13,01)	(9,13)	(6,14)
	Erreur standard	2,26	0,94	1,07	0,75	0,50

Il ressort des résultats de l'AFC (figure 2.1) que l'élevage de la poule et celui de la pintade sont étroitement liés ($R^2 = 0,52$). Autrement dit, la pratique de l'élevage de la poule au Sahel burkinabé est associée intimement à celle de la pintade.

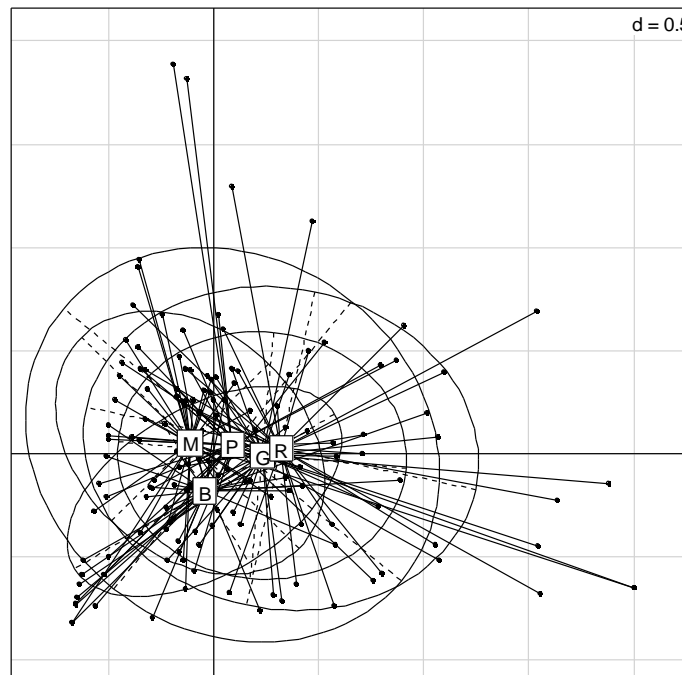
L'élevage des caprins est beaucoup plus associé à celui des ovins ($R^2 = 0,60$) qu'à celui des bovins ($R^2 = 0,46$). Par contre, les éleveurs qui ont plus d'ovins sont en même temps ceux qui possèdent des effectifs plus importants de bovins. Les ovins se présentent comme des animaux intermédiaires entre les caprins et les bovins.

Figure 2.1. Cercle de corrélation des espèces animales des unités familiales enquêtées

NTBOV = Nombre total de bovins ; NTOV = Nombre total d'ovins ; NTCAP = Nombre total de caprins ; NBRPOU = Nombre de poules et NBRPIN = Nombre de pintades

D'une façon générale, les résultats montrent que l'ethnie Peul possède un cheptel de ruminants plus important que les autres groupes ethniques. La représentation des groupes ethniques sur les plans factoriels euclidiens de l'AFC met en relief cette position de l'ethnie Peul comparativement aux autres ethnies (figure 2.2).

Figure 2.2. Représentation des groupes ethniques des éleveurs sur le plan euclidien



NB : Peul (P), Mossi (M), Bellah (B), Gourmantché (G) et Rimaïbé (R)

Productions animales et stratégies de constitution de cheptel

En matière d'habitat, les enclos à épineux représentent plus de 50 % des lieux de parcage nocturne des animaux. Certains éleveurs possèdent des enclos faits de grillage (environ 10 % des cas). Des attaches aux piquets sont également pratiquées (environ 10 % des cas). Il existe peu de cas d'abris couverts qui, d'ailleurs, sont destinés de préférence aux ovins.

L'alimentation des animaux est basée essentiellement sur les parcours naturels. Cependant, une bonne partie des éleveurs (plus de 53 %) pratique la complémentation. Il reste néanmoins que cette pratique est moindre pour les caprins comparativement aux ovins et aux bovins : environ 39 % pour le cas des caprins contre 59 et 62 % de pratiques pour respectivement les cas des ovins et des bovins.

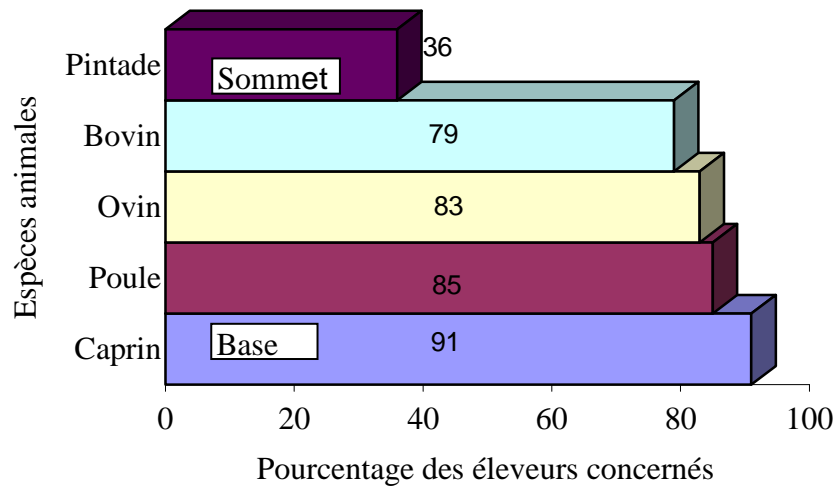
Dans cette pratique de complémentation et en considérant l'ensemble des ruminants domestiques (bovins, ovins et caprins), les aliments fréquemment utilisés sont par ordre d'importance : les pailles de céréales (25 % des cas de complémentations réalisées), le tourteau de coton (23 %), les fanes de légumineuses (20 %), le son local (17 %), les graines de coton (9 %) et le foin de brousse (6 %). Pour les chèvres, les compléments utilisés préférentiellement sont par ordre d'importance les fanes de légumineuses (25 % des cas), le tourteau de coton (23 %), les pailles de céréales (21 %), le son local (17 %), les graines de coton (8 %) et le foin de brousse (6 % des cas).

Dans 90 % des cas, les caprins ne sont pas vaccinés lors des campagnes nationales de vaccination annuelle. En ce qui concerne les ovins et bovins, cette situation est valable respectivement dans 73 et 13 % des cas.

Près de 60 % des éleveurs pratiquent le déparasitage de leurs bovins. Les éleveurs qui le font pour leurs ovins sont environ 14 %. Seulement 3 % des éleveurs déparasitent leurs chèvres.

A partir du nombre de têtes de chaque espèce possédée par les éleveurs, une pyramide de constitution de cheptel a été construite et donne pour chaque espèce, le pourcentage d'éleveurs qui la possèdent par rapport à l'échantillon global enquêté. Cette pyramide (figure 2.3) montre qu'au Sahel burkinabé, l'élevage de caprins est la base de la constitution du cheptel des éleveurs. Autrement dit que dans la majorité des cas, les éleveurs du Sahel burkinabé commencent d'abord par posséder une chèvre, animal très prolifique, mais avec un objectif à court ou lointain terme de constituer les autres espèces de ruminants, notamment les bovins.

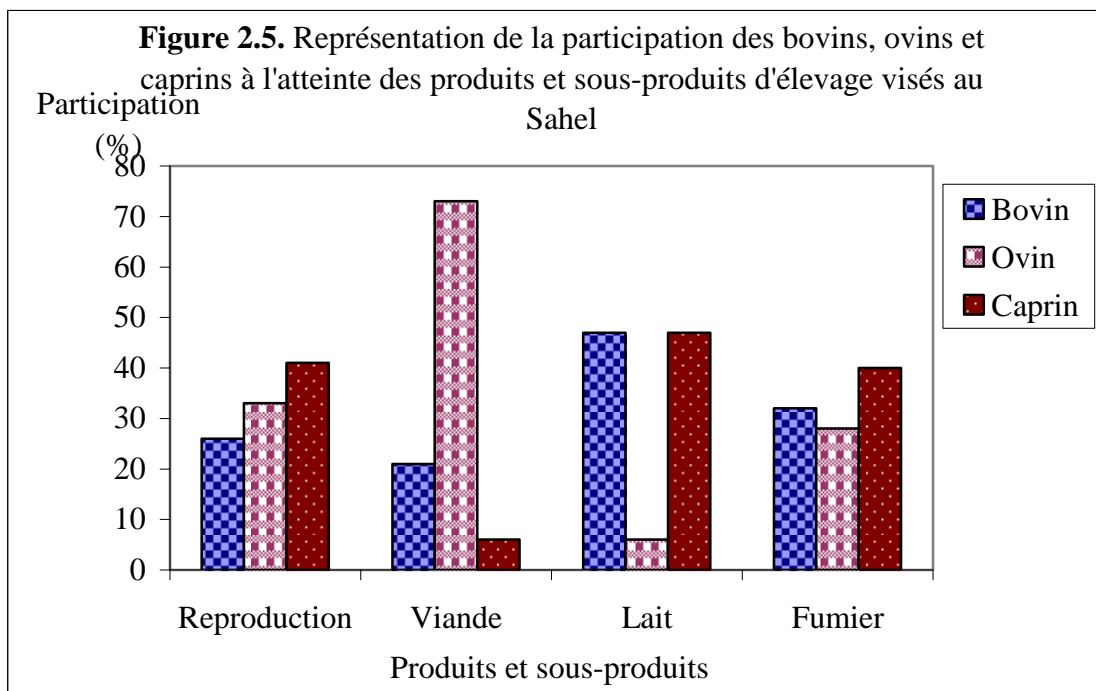
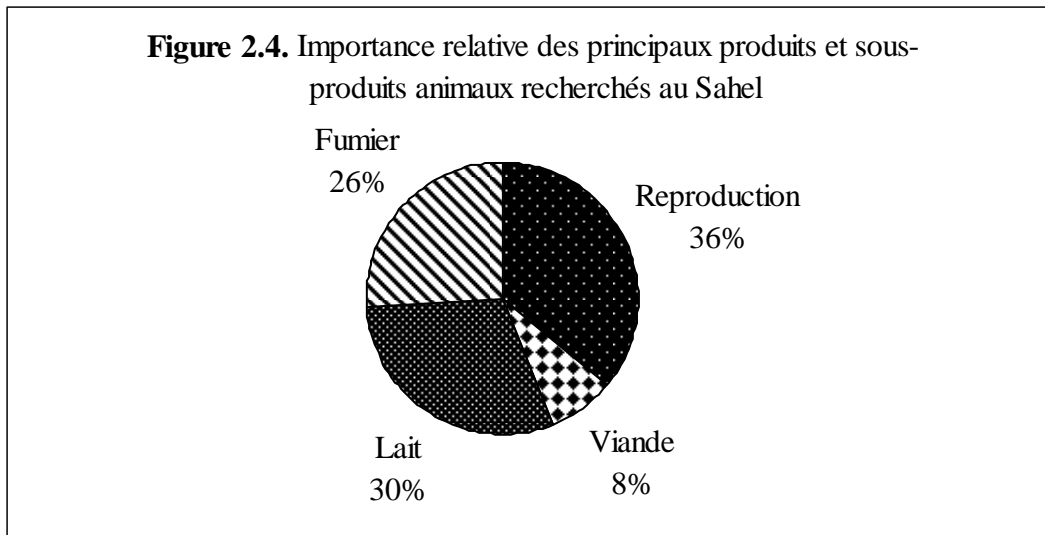
Figure 2.3. Pyramide de constitution de cheptel dans les élevages du Sahel burkinabé



Principaux produits et sous-produits animaux exploités au Sahel burkinabé

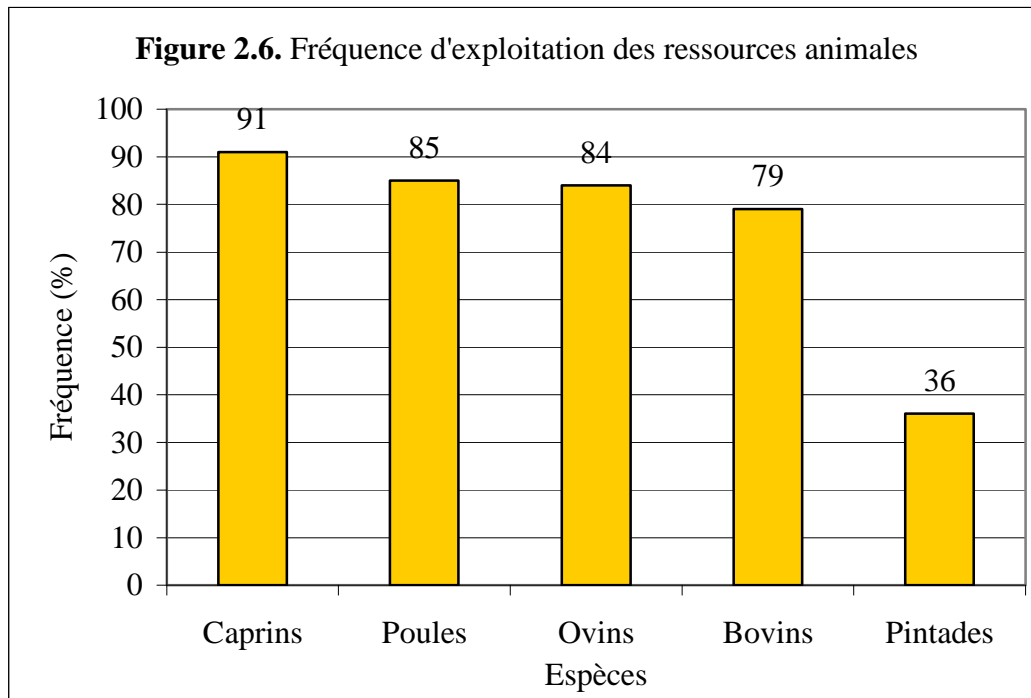
L'élevage de reproduction (naisseur) semble être la première visée de productions animales au Sahel burkinabé (figure 2.4). Après l'objectif de reproduction, c'est le lait qui constitue le deuxième produit recherché par les éleveurs sahéliens. La recherche du fumier et la production de viande occupent respectivement le troisième et quatrième rang (figure 2.4).

Les caprins occupent la première place en terme d'espèce élevée dans l'objectif de reproduction et dans l'obtention du fumier (figure 2.5). Ils sont utilisés au même titre que les bovins pour la production de lait. Les ovins servent surtout à répondre aux objectifs de production de viande à travers l'activité d'embouche. L'élevage de bovin semble répondre prioritairement à l'objectif de production de lait avec cependant, une participation importante à l'atteinte des autres productions attendues. Il reste bien entendu que la fonction de reproduction comme celle de production concourt à satisfaire la production de viande.



Exploitation du bétail et principales utilisations des recettes issues de la vente des sujets

Chez les éleveurs sahéliens, les principaux motifs de sortie d'animaux des troupeaux sont par ordre d'importance : la vente (44 % des cas d'exploitation), les abattages lors des fêtes religieuses (18 %), les abattages ordinaires (16 %), les abattages lors des baptêmes (8 %), les trocs (7 %), les dons (4 %) et les dots (2 % des cas d'exploitation). Hormis les abattages ordinaires où les poules et les pintades sont les plus utilisées, les caprins sont les plus fréquemment sollicités par les éleveurs. En effet, 91 % des enquêtés ont exploité les caprins contre 85 % pour les bovins et 84 % pour les ovins (figure 2.6).



Cependant, en terme de taux de vente ou taux d'exploitation commerciale apparents (Nombre d'animaux vendus au cours des 12 mois écoulés/Effectif des animaux présents pendant l'enquête X 100), les caprins se placent en deuxième position après les ovins. Il est en moyenne de 26,31 % pour les caprins contre en moyenne 21,04 et 29,47 % pour respectivement les bovins et les ovins (tableau 2.2). Les poules et les pintades présentent les plus faibles taux d'exploitation (16,25 et 15,33 % respectivement).

Les taux d'exploitation commerciale (vente) sont relativement plus faibles chez les Peuls que chez les autres groupes ethniques, ceci indépendamment de l'espèce animale (tableau 2.2). L'exploitation du bétail est relativement plus intense chez les Rimaïbé que chez la plupart des autres groupes ethniques avec un taux d'exploitation apparent moyen légèrement supérieur à 25 %.

Les principales utilisations des recettes issues de la vente du bétail sont prioritairement : achats de vivres (50 % des cas d'utilisation des recettes) ; achats d'aliments pour le bétail, notamment les SPAI (24 %) ; habillement (15 %) ; achats d'autres animaux (2,5 %) ; célébrations de mariage (2,5 %) ; règlements de la scolarité des enfants (2 %) ; soins de la famille (2%) ; paiements de dot (1 %) et achats de bicyclette (1 %).

Tableau 2.2. Taux de vente ou d'exploitation commerciale apparent du cheptel d'élevage (% effectif de l'espèce considérée) en fonction des groupes ethniques enquêtés

Groupes ethniques	Statistiques	Bovins	Ovins	Caprins	Poules	Pintades
Peul	Moyenne	17,48	26,88	21,50	19,41	8,35
	Ecart type	(16,19)	(22,35)	(18,89)	(25,58)	(13,60)
Mossi	Moyenne	21,45	31,99	28,52	9,96	9,96
	Ecart type	(19,71)	(19,32)	(29,67)	(21,28)	(6,67)
Bella	Moyenne	17,82	32,55	26,34	16,64	27,29
	Ecart type	(19,02)	(26,48)	(24,71)	(20,75)	(28,60)
Gourmantché	Moyenne	19,76	26,07	27,25	13,22	14,80
	Ecart type	(10,91)	(15,55)	(19,36)	(21,68)	(27,51)
Rimaïbé	Moyenne	28,28	27,75	27,18	22,63	22,11
	Ecart type	(19,29)	(25,40)	(26,12)	(25,13)	(17,63)
Tous confondus	Moyenne	21,04	29,47	26,31	16,25	15,33
	Ecart type	(17,72)	(22,06)	(21,90)	(23,05)	(23,36)

Revenus des éleveurs sahéliens et déterminants structurels

Les sources de revenus des éleveurs du Sahel burkinabé sont regroupées en quatre principaux chapitres que sont : les productions animales, les productions végétales, les transferts extérieurs et les autres activités annexes telles que le travail de courtier, la main-d'œuvre occasionnelle, le petit commerce (tableau 2.3). L'activité d'élevage procure la plus grosse part de revenus des éleveurs sahéliens (environ 87 % du revenu engendré dans l'année). Les transferts extérieurs participent pour environ 4,1 % et les productions végétales 3,8 %.

Tableau 2.3. Structure moyenne des revenus monétaires de l'échantillon enquêté (F Cfa/an)

	Production animale	Production végétale	Transferts extérieurs	Autres activités	Revenu total
Moyenne	281 817	12 327	13 399	15 142	323 294
Ecart type	(271 256)	(33 429)	(37 115)	(47 205)	(282 016)
Erreur standard	22 222	2 739	3 041	3 880	23 182

Les résultats de la fonction des revenus (tableau 2.4) ont permis de mettre en exergue la contribution marginale des variables socio-économiques et de structure d'élevage dans l'amélioration du niveau de revenu. Pour la fonction du revenu d'élevage, on note que toutes les variables ont présenté le signe positif attendu. L'amélioration de ces variables permet donc d'accroître le revenu tiré de l'élevage. En particulier, l'augmentation du cheptel entraîne de facto une augmentation du revenu généré. Cet effet du cheptel sur le revenu d'élevage est statistiquement significatif pour les bovins et les pintades (au seuil de 1%), pour les poules (5%), pour les ovins (10%), mais n'est pas significatif pour les caprins. Par exemple, lorsque l'effectif bovin augmente d'une tête, le revenu de l'élevage augmente de 9 points. Par ailleurs, la fonction du revenu de l'élevage suggère que les éleveurs âgés ont généré plus de revenu à partir de l'élevage que les moins âgés, toute chose égale par ailleurs. En revanche, les

éleveurs d'ethnie Peul ont tiré moins de revenu de leur élevage que ceux des autres groupes ethniques (Mossi, Rimaibé, Bellah et Gourmantché). Le test de signification globale de la fonction estimée indique que les variables utilisées permettent d'expliquer de façon hautement significative le processus de génération de revenu d'élevage dans les ménages enquêtés ; 47% de la variance totale est ainsi expliquée.

Au niveau de la fonction du revenu total qui inclut toutes les sources de revenus, y compris l'élevage, la majorité des variables ont présenté le signe positif attendu, à l'exception des variables « caprin » et « ethnie ». Ainsi, les éleveurs possédant un effectif élevé de bovin, ovin, pintades et poules, ont un revenu élevé. Par exemple, lorsque l'effectif de bovin augmente d'une tête, le revenu total augmente significativement (au seuil de 1%) d'environ 10 points. En revanche, lorsque l'effectif de caprins augmente d'une tête, le revenu baisse mais de façon non significative (de 0,2 points).

Tableau 2.4. Déterminants structurels du revenu d'élevage et du revenu total des ménages enquêtés

Modèles/variables	Revenu d'élevage (1000 F Cfa)		Revenu total (1000 F Cfa)	
	Coefficients	T Student	coefficients	T Student
Constante	-33,608	-,483	11,209	0,156
Taille du ménage (personnes)	1,709	0,618	1,869	0,655
Age du répondant (années)	2,638	1,896*	2,640	1,838*
Ethnie (Peul = 1 ; sinon 0)	-61,562	-1,389	-101,838	-2,226**
Cheptel caprin (têtes)	0,116	0,146	-0,217	-0,265
Cheptel bovin (têtes)	9,006	5,211***	9,726	5,453***
Cheptel ovin (têtes)	3,217	1,888*	3,720	2,116**
Cheptel poule (têtes)	4,290	2,020**	3,650	1,665*
Cheptel pintade (têtes)	9,808	3,005***	10,489	3,113***
R2 ajusté	0,472		0,476	
Fisher (F)	17,523***		17,83***	

*, **, ***, significatif au seuil de 10%, 5% et 1% respectivement

En définitive, les résultats suggèrent que les variables socio-économiques et structurelles des ménages influent différemment sur le processus de génération des revenus au sein des ménages d'éleveurs. En particulier, l'effet marginal de l'élevage de caprins n'est pas significatif dans le processus de génération de revenu. Mieux, l'élevage de caprin a un effet tantôt positif tantôt négatif selon le type de revenu considéré. De même, la variable ethnie (avec l'ethnie Peul comme référence) indique que générer plus de revenu est associé aussi aux autres ethnies. Si le caprin ne contribue pas de façon significative aux revenus notamment monétaires des ménages agricoles enquêtés, qu'est-ce qui sous-tend donc le processus d'accumulation de ce capital d'élevage ?

Déterminants structurels de l'élevage caprin au Sahel burkinabé

Une fonction d'accumulation du cheptel caprin a été estimée pour évaluer le processus qui sous-tend la décision d'accroître l'effectif de caprin dans les ménages enquêtés. Il s'est agi de déterminer les relations possibles entre les variables socio-économiques et structurelles du ménage et l'effectif de caprins détenu. Les résultats montrent que toutes les espèces d'élevage présentes dans le ménage influent positivement sur l'augmentation de l'effectif de caprins

(tableau 2.5). En particulier, l'effectif des ovins est positivement et linéairement associé aux caprins au seuil de 1% de probabilité. Il en est de même pour les bovins (5%) et les poules (10%). En outre, l'ethnie Peul a une propension marginale d'accroître les effectifs, comparée aux autres ethnies.

En revanche, les éleveurs plus âgés détiennent moins de caprins que leurs homologues plus jeunes. Il y aurait donc une tendance de déstocker les caprins lorsque l'éleveur devient de plus en plus âgé. De même, les ménages de grande taille ont tendance à déstocker plus de caprins. Il faut noter toutefois que ces deux variables ne sont pas statistiquement significatives.

Tableau 2.5. Déterminants structurels de l'élevage de caprin dans le Sahel

Variables indépendantes	Variable dépendante : cheptel caprin (têtes) ¹		
	Coefficients	T Student	Signification
Constante	4,160	,565	0,573
Age du répondant (années)	-6,449E-02	-0,438	0,662
Taille du ménage (personnes)	-0,143	-0,487	0,627
Cheptel bovin (têtes)	0,397	2,206	0,029
Cheptel ovin (têtes)	1,043	6,615	0,000
Cheptel poule (têtes)	0,384	1,725	0,087
Cheptel pintade (têtes)	0,198	0,574	0,567
Ethnie (Peul = 1 ; sinon 0)	12,499	2,731	0,007
R2 ajusté	0,428		
F (statistique de Fisher)	16,793		

¹: Estimation des Moindres Carrés Ordinaires

Analyses de typologie

La classification en nuée dynamique a permis d'établir trois groupes ou types d'éleveurs significativement distincts de par leurs dotations en ressources animales (tableau 2.6). Le groupe le moins nanti en ressources animales (groupe de petits troupeaux) rassemble 72 % des individus enquêtés. Le groupe le plus doté en bétail ne comprend que 7 personnes (environ 5 % des éleveurs interviewés). Les Peuls représentent la majorité des individus de ce type : 4 Peuls contre 2 Gourmantché et 1 Bellah. Dans l'ensemble, toutes les espèces animales étudiées semblent constituer des variables discriminantes des groupes ethniques enquêtés.

Tableau 2.6. Caractéristiques générales des groupes constitués en fonction de leurs dotations en ressources animales*

Groupes	Nombre	Statistiques	Caprins	Bovins	Ovins	Poules	Pintades
Petits troupeaux (type1)	108	Moyenne	9,28 ^b	5,59 ^b	6,40 ^b	5,23 ^b	1,32 ^b
		Ecart type	(6,42)	(8,60)	(6,26)	(5,86)	(3,17)
		Erreur standard	0,62	0,83	0,60	0,57	0,31
Troupeaux moyens (type 2)	35	Moyenne	36,97 ^a	17,40 ^a	19,89 ^a	13,89 ^a	8,17 ^a
		Ecart type	(13,56)	(11,62)	(12,09)	(12,02)	(9,39)
		Erreur standard	2,29	1,96	2,04	2,03	1,59
Gros troupeaux (type 3)	7	Moyenne	122,00 ^c	24,43 ^a	38,86 ^c	16,14 ^a	6,14 ^a
		Ecart type	(34,58)	(15,69)	(30,21)	(14,63)	(5,79)
		Erreur standard	13,07	5,93	11,42	5,53	2,19
Tous groupes confondus	150	Moyenne	21,08	9,25	11,09	7,78	3,15
		Ecart type	(27,61)	(11,41)	(13,01)	(9,13)	(6,14)
		Erreur standard	2,26	0,94	1,0659	0,75	0,50

*Les valeurs moyennes figurant sur la même colonne et portant des lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 %.

L'évaluation des revenus monétaires annuels en fonction des trois types constitués (tableau 2.7) montre que globalement, ce sont les groupes les plus nantis en ressources animales qui génèrent le plus de revenus dans l'année.

On relève particulièrement qu'au niveau des propriétaires de gros troupeaux, il n'y a pas de génération de revenu par les transferts extérieurs.

Tableau 2.7. Structure moyenne des revenus monétaires suivant les classes d'éleveurs constituées (F Cfa/an)

Types constitués	Statistiques	Production animale	Production végétale	Transferts extérieurs	Autres activités	Revenu Total
Type 1	Moyenne	193 157	10 741	15 855	14 972	234 746
	Ecart type	(175 233)	(33 514)	(41 062)	(45 864)	(188 183)
	Erreur standard	16 940	3 240	3 970	4 455	18 278
Type 2	Moyenne	487 865	15 243	8 571	17 371	529 051
	Ecart type	(347 121)	(28 382)	(25 684)	(55 763)	(359 437)
	Erreur standard	58 674	4 797	4 341	9 426	60 756
Type 3	Moyenne	606 814	22 000	0,00	6 571	635 386
	Ecart type	(280 414)	(54 342)	(0,00)	(6 876)	(312 449)
	Erreur standard	105 987	20 539	0,00	2 599	118 095

Discussion

La littérature sur les petits ruminants en général et la chèvre en particulier (Lebbie et Kagwini, 1996) a énuméré un certain nombre d'aspects importants en relation avec l'élevage de caprins. Sa place et son rôle y ont été décrits mais de façon théorique ou sans évidences formelles suffisantes. La présente étude apporte des éléments complémentaires qui permettent

d'indiquer la place et de montrer le rôle de la chèvre dans les systèmes agro-pastoraux du Sahel burkinabé. Les résultats obtenus confortent les théories élaborées sur l'importance de la place et du rôle de l'élevage dont celui des caprins en terme de lutte contre la pauvreté (Faye, 2001). Comparativement aux autres espèces de ruminants, la forte proportion de la population rurale impliquée dans l'élevage caprin signifie que la chèvre est l'espèce la plus accessible (Chevaux, 1998). Des résultats rapportés dans le Plateau Central du Burkina Faso (Nianogo et Somda, 1999) sont proches de ceux obtenus dans cette étude puisqu'ils indiquent que dans cette région du pays, l'élevage caprin constitue la seconde activité en terme de proportion d'acteurs après celui de la volaille. Deux éléments majeurs peuvent expliquer l'expansion de l'élevage de la chèvre. D'abord, son coût d'acquisition et d'élevage est relativement moins élevé que ceux des ovins et bovins. Ensuite, sa conduite est techniquement (santé, alimentation) moins contraignante que celle des bovins, ovins, poules et pintades notamment. L'élevage de volaille (poules et pintades) constitue une activité encore émergente dans le contexte sahélien, comparée à ce qui existe au Plateau Central. Ce n'est que dans ces dernières années que l'on enregistre un essor de développement de l'élevage de la volaille au Sahel à la faveur notamment de l'accroissement des besoins de consommation des produits issus de cet élevage, qui sont surtout prisés par les travailleurs salariés. La poule est surtout recherchée pour sa chair et la pintade pour sa chair mais aussi et surtout pour ses œufs.

Malgré la prépondérance de la chèvre au Sahel, elle joue apparemment un rôle moins significatif que celui des ovins dans la génération de revenus monétaires. Ce qui est certainement vrai par rapport aux bovins si l'on évalue en terme de volume de mobilisation de ces recettes.. Toutefois, ces résultats ne doivent pas être perçus comme une faible contribution de l'élevage de la chèvre dans la lutte contre la pauvreté. En effet, une des fonctions aussi assignée à l'élevage caprin est de tamponner les risques, en réduisant la vulnérabilité des communautés vis-à-vis de certains chocs extérieurs comme les sécheresses (Kazianga et Udry, 2004). Cela constitue une des contributions généralement non évaluées monétairement (Savado, 1997), mais ayant un sens dans la lutte contre la pauvreté. Dans certaines situations il est apparu que c'est à partir des caprins plus résistants au stress hydrique que sont reconstitués progressivement les stocks de gros ruminants après les années de sécheresse. Du point de vue monétaire, il est évident que le processus de création des revenus monétaires dans les élevages ruraux répond à plusieurs besoins, y compris le besoin de précaution face aux risques de production et aux prix. Les résultats de la présente étude suggèrent que la chèvre serait un capital animal de garantie de sécurité dans cette région du Burkina Faso où les conditions agro-climatiques sont des plus drastiques et aléatoires.

Les travaux réalisés dans la région du Yatenga, au Burkina Faso (Tezenas du Montcel, 1994) relèvent une certaine constance et importance du marché caprin dont l'offre est restée très peu influencée par les effets de sécheresse (sécheresse de 1984) alors que celles de bovins et d'ovins ont été fortement influencées. L'auteur constate que la sécheresse a contribué à un plus fort déstockage des bovins et d'ovins comparativement aux caprins. Cela était en partie lié à un souci de gestion de risque de la part des éleveurs car il est ressorti des résultats de l'étude qu'une partie de ces derniers préféraient mettre l'effort sur l'élevage caprin plutôt que de pratiquer la fauche et la conservation de fourrage naturel pour alimenter les ovins qu'ils estiment très sensibles aux déficits alimentaires.

Les résultats de la présente étude mettent ainsi en exergue l'importance que les éleveurs accordent à la chèvre une fonction de « tampon pour les risques ». Le fait que les éleveurs accordent une priorité à cette fonction apparaît justifié dans cette région du pays où les conditions climatiques sont beaucoup plus aléatoires qu'ailleurs.

Par ailleurs, le rôle non monétaire de la chèvre est également important à souligner. Il est évident que l'approche par le revenu monétaire du rôle de la chèvre dans la lutte contre pauvreté présente ses limites en ce sens que la pauvreté non monétaire est souvent cause de celle monétaire. En prenant en compte les variables non monétaires, les résultats pourraient être significativement différents. Par exemple, la chèvre fournit une quantité non négligeable et non commercialisée de lait de consommation aux membres des ménages ruraux. En outre, elle représente l'espèce la plus concernée par les prélèvements non commerciaux qualifiés de sociaux (abattages, célébrations de baptêmes et mariages, trocs, dons, dots).

Ainsi, en combinant donc les aspects monétaires et non monétaires, on accroît inévitablement la contribution de la chèvre à la lutte contre la pauvreté monétaire et/ou non monétaire. A cela, il faut ajouter la fonction de trésorerie vive jouée par les animaux comme les caprins au bénéfice des éleveurs du fait des possibilités et de la régularité des revenus générés tout au long de l'année et à n'importe quelle saison.

Par ailleurs, dans cette étude, les résultats révèlent que la population d'éleveurs de caprins du Sahel burkinabé ne peut être traitée de façon homogène. Il existe au moins trois groupes à base de ressources animales détenues qui indiquent une différenciation de pouvoir économique, voire politique entre les éleveurs enquêtés.

Des travaux antérieurs (Ouédraogo *et al*, 2005a ; Tamboura *et al*, 2005) mettent également en relief la structuration des élevages de la présente zone d'enquête en trois groupes. Dans certains cas, la configuration des groupes chevauche les groupes ethniques de l'échantillon d'étude, dans d'autres cas, ce sont les aires de production qui façonnent les classes constituées.

Les revenus plus importants des éleveurs les plus dotés en bétail sont en partie liés au fait que les éleveurs de ces groupes vendent plus de bétail dans son ensemble, et en particulier, plus de bovins dont la valeur marchande est plus intéressante que celle des autres espèces. La fonction de revenu global des éleveurs a bien montré la forte contribution de la vente de bovin à l'accroissement des recettes des ménages. Dans une étude conduite au Niger (Guichard, 2004), il est également démontré que les ménages possédant les plus gros troupeaux étaient aussi ceux dont les revenus générés par les activités d'élevages étaient les plus importants. En effet, il a été évalué un revenu moyen de 201 000 F Cfa pour ces ménages contre 49 500 F Cfa en moyenne pour les ménages moins nantis en bétail.

Les éleveurs de gros troupeaux (éleveurs de type 3) ne possèdent pas de revenus issus de transferts extérieurs et cela peut être lié principalement à deux raisons. La première peut être le fait que les éleveurs de type 3, compte tenu de l'importance de la taille de leurs troupeaux et du besoin de disposer d'une main-d'œuvre suffisante pour gérer cela, sont contraints à rester sur place. La deuxième raison peut être attribuée à un problème ethnique. En effet, dans ce groupe, plus de la moitié des individus sont de l'ethnie Peul, alors que certaines études (Thébaud, 1998) indiquent un faible intéressement de cette ethnie à l'immigration saisonnière de travail. En revanche, les résultats de cet auteur renseignent que l'immigration saisonnière de travail implique particulièrement les ethnies telles que les Bellah, les Rimaïbé et les Fulcé, un autre groupe ethnique du Sahel qui n'est pas pris en compte par l'étude.

Dans cette étude comme dans plusieurs autres (Moulin *et al*, 1994 ; Gnanda, 2002), il est démontré que les caprins restent toujours l'espèce la plus "lésée" en matières d'apports de compléments de la part des éleveurs. D'autres études conduites dans le Plateau central du Burkina (Zoundi *et al*, 2003b) révèlent les mêmes tendances en matière de priorité

d'allocation des compléments alimentaires. Ils sont généralement moins concernés par les campagnes de vaccination et bénéficient peu de soins particuliers tels que l'usage des anti-parasitaires, les traitements antibiotiques (Bosma *et al*, 1996 ; Ouédraogo *et al*, 2005a).

En attendant d'approfondir les raisons pour lesquelles les éleveurs de petits troupeaux utilisent plus les innovations extérieures, l'on peut néanmoins approcher deux éléments explicatifs possibles de leur comportement. Le premier est relatif à la taille plus petite de leurs troupeaux de caprins qui leur permet de les entretenir. Le deuxième élément de compréhension est que ces éleveurs de petits troupeaux sont obligés d'entretenir (au plan sanitaire et alimentaire) leurs chèvres afin d'assurer la disponibilité en lait pour la famille, étant donné le nombre réduit de leur cheptel bovin.

Des travaux réalisés au Mali Central (Killanga et Traoré, 1999) ont montré également que les éleveurs les plus nantis en cheptel n'étaient pas ceux dont les troupeaux étaient les plus performants. Les troupeaux les plus entretenus appartenaient aux éleveurs qui avaient moins de bétail.

Conclusion

Cette étude confirme la place et le rôle de l'élevage dans la sécurisation sociale, alimentaire et économique des pasteurs sahéliens. En effet, bien que la majorité des producteurs enquêtés estiment que l'agriculture représente leur principale activité de production, il est démontré que l'élevage assurerait l'essentiel de la création de revenus des ménages. Mieux, les recettes issues de la vente du bétail sont utilisées majoritairement pour l'achat de vivres (50 % des cas).

Pour atteindre leurs objectifs de production et créer des effets d'entraînements attendus de l'élevage, les paysans sahéliens privilégient la diversification et les associations stratégiques des espèces élevées. Dans ce processus de production, ce sont les caprins qui restent la base de la constitution des troupeaux. Ils sont également les plus sollicités pour satisfaire les besoins d'exploitation (commerciale et non commerciale) des éleveurs. Malgré ce rôle primordial joué par cette espèce, elle demeure le parent pauvre des autres espèces de ruminants en matière de protection sanitaire et de complémentation alimentaire.

Il ressort des résultats des enquêtes que les Peuls restent les plus grands détenteurs du bétail au Sahel et que malgré cela, ils déstockent moins leurs animaux.

L'étude montre également que face aux besoins financiers importants des ménages et aux limites objectives liées à l'exploitation de leurs animaux et à la vente de leurs produits de récoltes, certains producteurs, notamment ceux de classes moins nanties en bétail, empruntent la voie de l'immigration saisonnière pour gagner de l'argent.

3.1.2. Elevage caprin au Sahel burkinabé : pratiques paysannes de complémentation et productivité des animaux¹

Résumé

Il s'est agi dans cette étude de comprendre les pratiques et les stratégies paysannes en matière de conduite et de complémentation de leurs animaux en réponse au problème d'insuffisance alimentaire des pâturages et d'apprécier leur impact sur le statut nutritionnel et la productivité de leurs animaux. Pour ce faire, nous avons suivi 10 élevages dans le village de Katchari pendant deux ans pour collecter des informations relatives aux pratiques et stratégies alimentaires des éleveurs, aux mises bas, aux avortements et mortalités des animaux. Une évaluation de la production laitière des chèvres a été réalisée à partir d'un noyau de 30 têtes de femelles laitières qui ont été suivies pendant 12 semaines. Par ailleurs, 180 prélèvements de sang ont été effectués sur des femelles allaitantes, gravides et ayant avorté et les sérums constitués ont permis de faire un diagnostic de leur statut nutritionnel.

Les résultats montrent que la complémentation est surtout destinée aux chèvres allaitantes (70 % d'entre elles ont été complémentées), aux chèvres ayant avorté (10 % d'entre elles), aux chèvres malades (100 % des animaux concernés) et aux chevreaux en phase de sevrage (34 % d'entre eux). Les aliments les plus utilisés sont par ordre d'importance : les fanes de niébé (40 % des cas de pratique de complémentation), le tourteau de coton (26 %), le son local (18 %) et les pailles de céréales (16 % des cas de pratique de complémentation). Dans cette pratique, les périodes sont bien ciblées pour tenir compte du disponible alimentaire des parcours. Au plan nutritionnel, l'étude montre que malgré cette complémentation, les chèvres sont en déficit par rapport à un certain nombre de nutriments tels que le glucose et les oligoéléments (cuivre, zinc et manganèse). Les résultats sur les performances de reproduction et de production de lait des animaux montrent des valeurs globalement faibles comparées à celles obtenues dans d'autres contextes où les conditions alimentaires ont été maîtrisées.

L'étude indique qu'il y a nécessité de rechercher comment optimiser l'utilisation des ressources alimentaires locales déjà utilisées par les éleveurs par des apports équilibrés en énergie, en azote, en minéraux et en vitamines aux différents stades physiologiques et aux différentes saisons afin de réduire les contrastes liés aux variations des pluviosités et d'améliorer la productivité des animaux.

Mots clés : Elevage caprin, Pratiques alimentaires, Statut nutritionnel, Paramètres de reproduction, Production laitière, Complémentation, paysan, performances pondérales

Introduction

L'élevage au sein des systèmes d'exploitation mixte agriculture-élevage en Afrique Saharienne constitue un élément incontournable en tant que moyen d'atténuation des risques en agriculture et représente un moyen efficace pour sortir des populations du cycle de la paupérisation (Faye et Alary, 2001 ; Zoundi *et al.*, 2003b). Dans les milieux à conditions écologiques particulièrement difficiles comme le Sahel où le développement de l'élevage bovin est confronté à des difficultés liées à l'espace pâturable, l'élevage caprin joue un rôle de plus en plus prépondérant (Thébaud, 1998 ; Killanga et Traoré, 1999 ; Ouédraogo *et al.*, 2005b). Cependant, force est de reconnaître que la pratique de l'élevage caprin dans le milieu

¹ Gnanda B. I, Nianogo J. A., Faye B., Zoundi S. J., Meyer C., Sanou/Ouédraogo G. M. S. et Zono O. Elevage caprin au Sahel burkinabé : pratiques paysannes de complémentation et productivité des animaux. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. (Soumis)*.

sahélien fait face à diverses contraintes parmi lesquelles l'alimentation figure au premier rang (Dembelé, 2000 ; Zoungrana, 2000 ; Gnanda, 2002). C'est pourquoi, il est question dans cette étude de comprendre les pratiques et les stratégies paysannes en matière de conduite et de complémentation de leurs animaux en réponse à ce problème d'insuffisance alimentaire des pâturages et d'apprécier leur impact sur le statut nutritionnel et la productivité de leurs animaux.

Matériel et méthodes

Site d'étude

L'étude a été réalisée auprès des élevages du village de Katchari où est installée la station expérimentale de l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), située entre 13° 55' et 14° 05' de latitudes Nord et 0° 00' et 0° 10' de longitudes Ouest. La pluviométrie annuelle de cette zone fluctue entre 400 et 550 mm, avec une saison des pluies qui va de mi-juin, début juillet à fin août ou mi-septembre en fonction des années. Katchari se trouve dans la zone agropastorale saturée selon la description de Ouédraogo (1991) qui distingue deux principales zones de production au Sahel burkinabé : une zone pastorale plus au nord qualifiée de zone pastorale ouverte, limitée dans sa partie sud par l'isohyète 400 mm et une zone agropastorale marquée par deux domaines caractéristiques. L'un, allant de l'isohyète 400 à l'isohyète 550 mm, est qualifié de saturé et l'autre qui a l'isohyète 550 mm comme limite nord, est qualifié de domaine en équilibre instable.

Le terroir de Katchari s'étend sur 31,52 km². Les principaux groupes ethniques présents sont : les Peul, les Bellah, les Rimaïbé. Les activités dominantes sont l'agriculture et l'élevage avec une prééminence variable de l'une ou de l'autre des composantes en fonction des groupes ethniques.

L'alimentation des ruminants repose essentiellement sur l'exploitation des parcours naturels qui se caractérisent par les trois principales unités pâturables suivantes (Poissonnet *et al*, 1997) :

- Les pâturages des systèmes dunaires ou d'ensablement : ils sont dominés par des espèces telles que *Cenchrus biflorus* Roch., *Aristida adscensionis* L., *Eragrostis tremula* Roem. et Sch.
- Les pâturages de glaciais : ils sont constitués de *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Alysicarpus ovalifolius* (S. et Th.) Léon, *Zornia glochidiata* Reichb., *Eragrostis tremula* Roem. et Sch., *Aristida adscensionis* L.
- Les pâturages de dépression et de bas-fonds : on y trouve les principales graminées suivantes : *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Panicum laetum*, *Cassia obtusifolia* L.

Les espèces ligneuses les plus rencontrées sont : *Acacia raddiana* Savi, *Ziziphus mauritiana* Lam., *Acacia senegal* Del., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Combretum micranthum* G. Dom. et *Combretum glutinosum* Perr. ex DC.

Au plan composition chimique de ces pâturages, les teneurs en matières azotées totales (MAT) ont été estimées pour l'ensemble des fourrages ligneux à 9 % de MS (Nanglem, 2001). Par rapport aux graminées, leur richesse en matières azotées selon Vega (2002) est relativement bonne en saison pluvieuse (environ 10,4 g de MAT/kg MS) mais médiocre en saison sèche.

La conduite des troupeaux au pâturage se fait habituellement par regroupement du bétail de plusieurs familles sous la garde des bergers. Ce gardiennage est quasi permanent quelle que soit la saison (INERA, 1995). Les troupeaux bovins sont la plupart du temps séparés de ceux de petits ruminants (ovins et caprins) qui peuvent être mixtes ou mono spécifiques.

Afin de remédier au problème d'insuffisance des pâturages naturels, les producteurs de Katchari, comme partout ailleurs dans le Sahel, ont recours à la complémentation alimentaire. Les pailles de céréales (sorgho, mil), les fanes de niébé, le son aux animaux et les rythmes de distribution varient en fonction des saisons, des espèces animales et des moyens de chaque éleveur.

Le lait de vache aussi bien que celui de la chèvre sont consommés par les habitants de Katchari.

L'embouche est une activité courante dans les élevages et implique un nombre beaucoup plus important de petits ruminants (ovins et caprins) que de bovins.

Activités réalisées et données collectées

L'étude a consisté en la réalisation des activités suivantes :

- un diagnostic zoosanitaire axé sur les maladies abortives ;
- une évaluation des paramètres démographiques des troupeaux ;
- un suivi des pratiques de complémentation des chèvres par les éleveurs ;
- une évaluation des quantités de lait traites ;
- une évaluation du statut nutritionnel des animaux.

Diagnostic zoosanitaire

Il a été réalisé en deux temps. D'abord, un premier travail diagnostique a été effectué dans le cadre d'une étude séro-épidémiologique sur les avortements des chèvres, conduite par Dembelé (2000). Cette étude a permis de réaliser des prélèvements de sang et la préparation de 130 sérums pour des analyses de laboratoire qui ont porté sur la brucellose, la chlamydie et la campylobactériose. Les sujets concernés par cette étude étaient uniquement des chèvres qui ont avorté.

Dans un deuxième temps, 180 prélèvements de sang ont été réalisés en 2006 et les sérums préparés ont été testés uniquement pour la brucellose. Ces 180 prélèvements ont touché 60 chèvres ayant avorté, 60 en allaitement et 60 en état de gestation.

Evaluation des paramètres démographiques des troupeaux

La collecte des données relatives aux paramètres démographiques a été réalisée auprès de 10 élevages possédant au départ des effectifs de femelles variant entre 7 et 100 têtes. Le suivi a duré deux ans, entre début mars 2003 et fin février 2005.

Les données collectées ont porté principalement sur :

- les mises bas et mortalités au cours de l'année, enregistrées suivant une périodicité bihebdomadaire ;
- les avortements au cours de l'année, enregistrés également selon une périodicité bihebdomadaire avec précision des âges et rangs de mise bas des femelles concernées.

En plus de ces données qui ont été enregistrées de façon régulière, une situation de la composition des troupeaux suivis a été réalisée en début de chaque période de suivi. Cela

permettait de faire un état de lieu des femelles en âge de se reproduire qui entraient dans la période de suivi.

Evaluation des pratiques de complémentation

Lors des passages pour la collecte des données des paramètres démographiques, il était question de recenser également les différents aliments utilisés dans la complémentation des chèvres, les sujets concernés et leur nombre et de procéder à une estimation des quantités distribuées.

Evaluation des performances laitières des chèvres

Pour cette évaluation, 30 chèvres laitières ont été identifiées auprès des 10 élevages échantillons retenus pour le suivi des paramètres démographiques de troupeaux. Ces chèvres ont été suivies pendant 12 semaines de lactation durant lesquelles les paramètres suivants ont fait l'objet de mesure :

- quantité de lait traite : une mesure par semaine,
- poids des chevreaux : une pesée par semaine,
- poids des chèvres : une pesée toutes les deux semaines.

Par ailleurs, durant particulièrement ce suivi, le rythme de collecte des données sur les pratiques de complémentation a été ramené à une visite par semaine.

Evaluation du statut nutritionnel des chèvres

Cette évaluation a été faite sur les 180 chèvres qui ont fait l'objet de test zoosanitaire de l'année 2006. Les sérums constitués à partir des prélèvements réalisés ont permis l'analyse chimique des éléments suivants : glucose, urée, triglycérides, lipides totaux, phosphore, cuivre, zinc et manganèse. Par ailleurs, lors des prélèvements de sang, les animaux ont été soumis à une appréciation de la note d'état corporel et l'on a enregistré également les informations sur leur alimentation dans la semaine qui a suivi les enquêtes. La note de la région sternale décrite selon l'échelle de notation de Morand-Fehr (1992) a été retenue dans cette étude. En rappel, cette échelle prévoit une notation de 0 à 5 suivant l'état graduel d'engraissement des animaux, donc en relation avec leur état de satisfaction ou d'excès de leurs besoins énergétiques.

Analyses de laboratoire

Test zoosanitaire

Le sérodiagnostic de la brucellose et celui de la campylobactériose ont été effectués selon la technique d'agglutination. La sérologie de la chlamydie a utilisé le principe de l'immunoconcentration.

Analyses chimiques de laboratoire

Le dosage de l'urée, du glucose et celui des triglycérides ont été réalisés par voie de test colorimétrique enzymatique grâce aux procédés et aux réactifs du laboratoire Bio-direct de La Villeneuve, France. Les lipides totaux ont été déterminés par le test colorimétrique utilisant la phosphovanilline comme réactif. Quant au phosphore, il a été dosé suivant la méthode colorimétrique au spectrophotomètre en utilisant le nitro-vanadomolybdate comme indicateur.

La lecture de densité optique des solutions de dosage a été réalisée sur spectrophotomètre de masse de type Seconan à source ionisante au plasma d'argon.

Les teneurs en cuivre, en zinc et en manganèse des sérums ont été déterminées directement au spectrophotomètre à absorption atomique.

Traitements et analyses statistiques des données

Le traitement des résultats relatifs aux paramètres démographiques a porté sur les taux de mortalité, de fertilité apparente, d'avortement apparent, de mise bas, de prolificité et de fécondité. Pour le calcul de ces différents taux retenus, les définitions proposées par Lhoste *et al* (1993) et Moulin (1993), ont été appliquées.

Les statistiques descriptives (moyennes, écart-types et fréquences) ont été utilisées pour les données concernant les pratiques de complémentation alimentaire.

Par rapport aux données sur les quantités de lait traites et le statut nutritionnel des animaux, en plus du calcul des statistiques descriptives comprenant les moyennes, les écart-types et les fréquences, des analyses factorielles ont été également réalisées. Sur les données de production laitière, l'analyse a porté sur les effets "âge" et "rang de mise bas des chèvres". Pour ce qui est des données relatives au statut nutritionnel, les facteurs suivants ont été pris en compte : âge (*1-2 ans et > 2 ans*), rang de mise bas (*nullipares, primipares et multipares*), état physiologique (*chèvre ayant avorté, chèvre en gestation et allaitante*), état corporel et passé alimentaire des animaux de la semaine qui a précédé les prélèvements (*pâturage naturel uniquement ou pâturage naturel plus complémentation*).

Le logiciel SPSS version 11 a été utilisé pour l'analyse statistique des données.

Résultats

Tests zoosanitaires

Tous les tests se sont révélés négatifs.

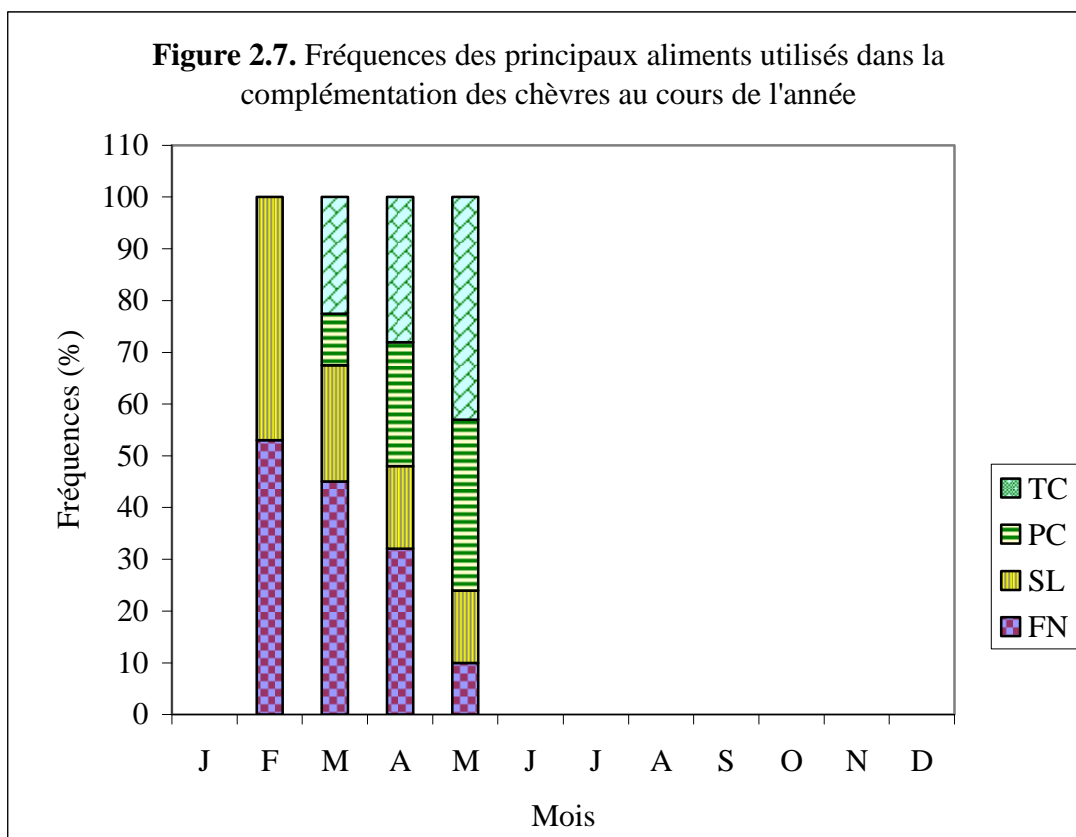
Pratiques alimentaires

Les pâturages naturels ont constitué l'alimentation de base des chèvres. Cependant, une partie d'entre elles, en plus de cette alimentation de base, ont reçu des compléments alimentaires qui ont été apportés surtout durant les mois les plus critiques de l'année (figure 2.7). Il s'agit notamment des chèvres allaitantes (70 % d'entre elles ont été complémentées), des chèvres ayant avorté (10 % d'entre elles), des chèvres malades (100 % des animaux concernés) et des chevreaux en phase de sevrage (34 % d'entre eux). Hormis les cas particuliers de certains sujets malades pour lesquels l'obligation des apports journaliers de complément s'imposait, la complémentation chez les éleveurs qui ont intérêt pour la pratique, s'est faite au rythme d'un jour sur deux pour certains et d'un jour sur trois pour d'autres. Les aliments qui ont été les plus utilisés sont par ordre d'importance : les fanes de niébé (40 % des cas de pratique de complémentation), le tourteau de coton (26 %), le son local (18 %) et les pailles de céréales (16 % des cas de pratique de complémentation). L'importance relative de l'utilisation de chaque aliment a varié avec l'avancée de la saison. Les aliments tels que les fanes de niébé et le son local, ont été plus utilisés en début et en milieu de la saison sèche chaude ; alors que

l'utilisation des pailles de céréales et celle du tourteau de coton n'a gagné de l'importance qu'en fin de celle-ci (figure 2.7).

Les aliments ont été utilisés seuls (84 % des cas), ou associés deux à deux (16 % des cas). Pour les cas d'association, trois types ont été recensés : association de fanes de niébé et du tourteau de coton (4 % des cas d'association), association de fanes de niébé et du son local (9 % des cas) et association du son local et des pailles de céréales (3 % des cas).

Les estimations faites sur les quantités moyennes d'aliment distribuées à un animal dans la journée donnent en terme de matière brute: $1,300 \pm 0,341$ kg pour les fanes de niébé, $0,232 \pm 0,082$ kg pour le son local, $1,600 \pm 0,800$ kg de pailles de céréales, $0,344 \pm 0,140$ kg pour le tourteau de coton. Cela correspondait à des apports énergétiques variant entre 0,18 et 0,69 UF et à des apports azotés fluctuant entre 30 et 162 g de matière azotée totale (MAT). Ces résultats indiquent que les compléments apportés fournissaient plus d'azote que d'énergie aux animaux.



NB : Tourteau de coton (TC); Pailles de céréales (PC); Son local (SL); Fanes de niébé (FN)

Paramètres de l'état nutritionnel des animaux

Par rapport à l'état corporel, la moyenne des notes attribuées à tous les animaux est de 2. Les chèvres en gestation étaient globalement en meilleur état corporel que les autres sujets. En effet, la moyenne de leur note a été évaluée à 2,5 contre 1,8 pour les chèvres allaitantes et celles qui ont avorté.

Par rapport aux éléments sériques (tableau 2.8), ils seront examinés en groupe de paramètres protéo-énergétiques (glucose, urée, triglycérides et lipides totaux) et en groupe des minéraux (phosphore, cuivre, zinc et manganèse).

Paramètres protéo-énergétiques

Comparativement aux autres paramètres biochimiques, c'est avec la glycémie qu'il y a eu plus de variations significatives dues aux effets des facteurs considérés dans cette étude (état physiologique, rang de mise bas, âge, note d'état corporel et passé alimentaire des animaux) (tableau 2.8). L'azotémie des animaux n'a pratiquement pas subi de variations significatives dues aux facteurs considérés. En ce qui concerne les triglycérides et les lipides totaux, ils ont été influencés de façon significative uniquement par l'état physiologique des animaux.

La glycémie a été significativement ($P < 0,05$) plus basse chez les chèvres allaitantes et chez celles ayant avorté que chez les chèvres en gestation. Par rapport au rang de mise bas des animaux, les résultats montrent que les nullipares ont eu la plus basse glycémie, comparée à celle des multipares et à celles des primipares.

Les teneurs en glucose ont été significativement plus faibles chez les sujets plus jeunes (1-2 ans) que chez les sujets âgés plus de deux ans.

Les chèvres à mauvaise note d'état corporel (note 1 et 2) ont présenté des teneurs en glucose significativement plus faibles comparativement à celles enregistrées avec les chèvres dont l'état corporel était plus intéressant (chèvres de note 3 et 4).

Les teneurs en triglycérides ont été significativement plus élevées chez les chèvres allaitantes : $60,5 \pm 40,8$ mg/100ml contre $44,4 \pm 31,3$ et $47,9 \pm 43,0$ mg/100ml pour respectivement les chèvres ayant avorté et celles en état de gestation. Par contre, les concentrations en lipides totaux ont présenté une tendance inverse car significativement plus basses chez les chèvres allaitantes que chez les deux autres groupes de chèvres : $279,3 \pm 51,0$ mg/100ml pour les chèvres allaitantes contre $303,9 \pm 70,0$ et $332,2 \pm 128,9$ mg/100ml pour respectivement les chèvres ayant avorté et les chèvres gravides.

Paramètres liés à la teneur en minéraux

La phosphorémie a été significativement influencée par le rang de mise bas des animaux, avec la plus basse valeur enregistrée au niveau des chèvres nullipares. Une différence significative a été aussi relevée entre la phosphorémie des chèvres de 1 à 2 ans ($9,8 \pm 4,0$ mg/100ml) et celle des chèvres âgées de plus de 2 ans ($11,7 \pm 6,3$ mg/100ml).

Par rapport aux oligoéléments (cuivre, zinc et manganèse), les plus faibles concentrations ont été relevées soit chez les chèvres gravides pour ce qui est du zinc ($3,8 \pm 3,0$ µg/100ml), soit chez les chèvres qui ont avorté pour ce qui est du cuivre ($16,8 \pm 5,9$ µg/100ml) et du manganèse ($10,9 \pm 10,4$ µg/100ml). On note cependant, une grande dispersion des valeurs des éléments mineurs.

Tableau 2.8. Teneurs des éléments sériques observés

Facteurs	Glucose (mg/100ml)	Urée (mg/100ml)	Triglycérides (mg/100ml)	Lipides totaux (mg/100ml)	Phosphore (mg/100ml)	Cuivre (µg/100ml)	Zinc (µg/100ml)	Manganèse (µg/100ml)
Etat physiologique								
Chèvres ayant avorté (60)	9,9±10,6 ^a	39,2±12,9 ^a	44,4±31,3 ^a	303,9±70,0 ^b	9,9±4,4 ^a	16,8±5,9 ^a	10,9±10,4 ^a	12,7±11,6 ^a
Chèvres gravides (60)	22,9±28,1 ^b	40,6±14,2 ^a	47,9±43,0 ^a	332,2±128,9 ^b	10,2±6,3 ^a	24,3±6,7 ^b	3,8±3,0 ^b	29,8±15,2 ^b
Chèvres allaitantes (60)	6,7±8,0 ^a	41,1±12,8 ^a	60,5±40,8 ^b	279,3±51,0 ^a	11,9±4,5 ^a	24,2±7,3 ^b	7,6±3,2 ^c	22,1±9,8 ^b
Rang de mise bas								
Nullipares (72)	10,8±11,9 ^a	38,9±13,0 ^a	43,9±33,5 ^a	297,0±71,5 ^a	8,9±4,6 ^a	19,6±6,9 ^a	6,8±8,4 ^a	20,3±14,5 ^a
Primipares (44)	11,3±18,1 ^{ab}	43,0±14,7 ^a	58,7±40,4 ^a	307,3±71,8 ^a	11,9±4,4 ^b	23,0±8,0 ^b	9,0±6,7 ^a	21,8±14,4 ^a
Multipares (64)	17,7±25,8 ^b	40,1±12,7 ^a	53,6±35,2 ^a	307,6±115,7 ^a	11,7±6,2 ^b	23,5±7,2 ^b	6,9±5,4 ^a	23,6±13,9 ^a
Age des animaux								
1-2 ans (97)	11,3±15,0 ^a	40,6±12,6 ^a	48,2±34,5 ^a	300,4±71,7 ^a	9,8±4,0 ^a	21,3±7,4 ^a	6,9±7,3 ^a	20,9±14,1 ^a
> 2 ans (83)	16,2±24,0 ^b	40,0±14,2 ^a	54,1±37,8 ^a	304,6±105,6 ^a	11,7±6,3 ^b	22,4±7,5 ^a	7,8±6,8 ^a	22,8±14,7 ^a
Note d'état corporel								
Note 1 (52)	7,4±9,0 ^a	41,8±12,4 ^a	53,5±45,7 ^a	297,4±58,5 ^a	11,2±4,7 ^a	18,9±6,0 ^a	7,9±8,0 ^a	17,3±10,7 ^a
Note 2 (73)	12,6±18,2 ^a	39,7±14,4 ^a	48,2±28,9 ^a	285,4±76,2 ^a	10,7±5,2 ^a	21,7±7,3 ^b	7,8±7,2 ^a	19,6±12,3 ^a
Note 3 (45)	21,4±27,0 ^b	40,8±12,6 ^a	52,5±34,8 ^a	339,8±130,9 ^a	10,1±5,9 ^a	24,6±8,1 ^c	6,1±6,0 ^a	29,0±17,4 ^b
Note 4 (10)	24,4±26,8 ^b	29,6±1,8 ^a	53,5±47,1 ^a	305,7±83,4 ^a	8,5±5,5 ^a	29,8±5,7 ^c	5,5±3,6 ^a	38,8±15,3 ^b
Passé alimentaire								
Pâturage naturel seul (137)	8,7±9,4 ^a	40,4±13,4 ^a	48,1±33,8 ^a	301,0±92,2 ^a	10,3±5,4 ^a	21,8±7,7 ^a	6,9±7,1 ^a	22,3±14,8 ^a
PN + complémentation (43)	14,7±21,3 ^a	40,1±13,2 ^a	62,3±42,8 ^a	308,4±67,3 ^a	11,8±4,3 ^a	21,6±6,7 ^a	8,9±7,0 ^a	19,6±12,5 ^a
Moyenne générale (180)	13,5±19,7	40,3±13,3	50,9±36,0	302,3±88,0	10,8±5,2	21,8±7,5	7,3±7,1	21,7±14,4

NB : Par facteur de variation, les valeurs figurant sur la même colonne et portant des lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 %.

Paramètres démographiques

Les taux de fertilité, de mise bas et de fécondité des troupeaux de la période de 2003-2004 sont significativement plus élevés que ceux de la période 2004-2005 (tableau 2.9).

Par rapport aux chèvres qui ont avorté, l'estimation faite selon le rang de mise bas, montre qu'environ 73 % d'entre elles étaient des nullipares, 17 % des primipares et 10 % des multipares. En terme d'âge des sujets ayant avorté, la répartition suivante a été établie : 45 % d'entre eux étaient âgés de 1 an, 45 % âgés de 2 ans et 5 % âgés de plus de 2 ans.

La productivité numérique au sevrage (3 mois) a été évaluée à 0,8.

Tableau 2.9. Paramètres de reproduction des troupeaux suivis

Période de suivi	Taux de fertilité apparent	Taux de mise bas	Taux de fécondité	Taux de prolificité	Taux d'avortement apparent	Taux de mortalité globale
2003-2004	90±45 ^a	89±39 ^a	99±46 ^a	112±12 ^a	21±4 ^a	13±4 ^a
2004-2005	72±20 ^b	65±18 ^b	70±19 ^b	108±8 ^a	19±5 ^a	17±3 ^a
Moyenne	79±39	77±32	85±38	110±10	20±5	14±5

Les valeurs figurant sur la même ligne et portant des lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test d'égalité de variances.

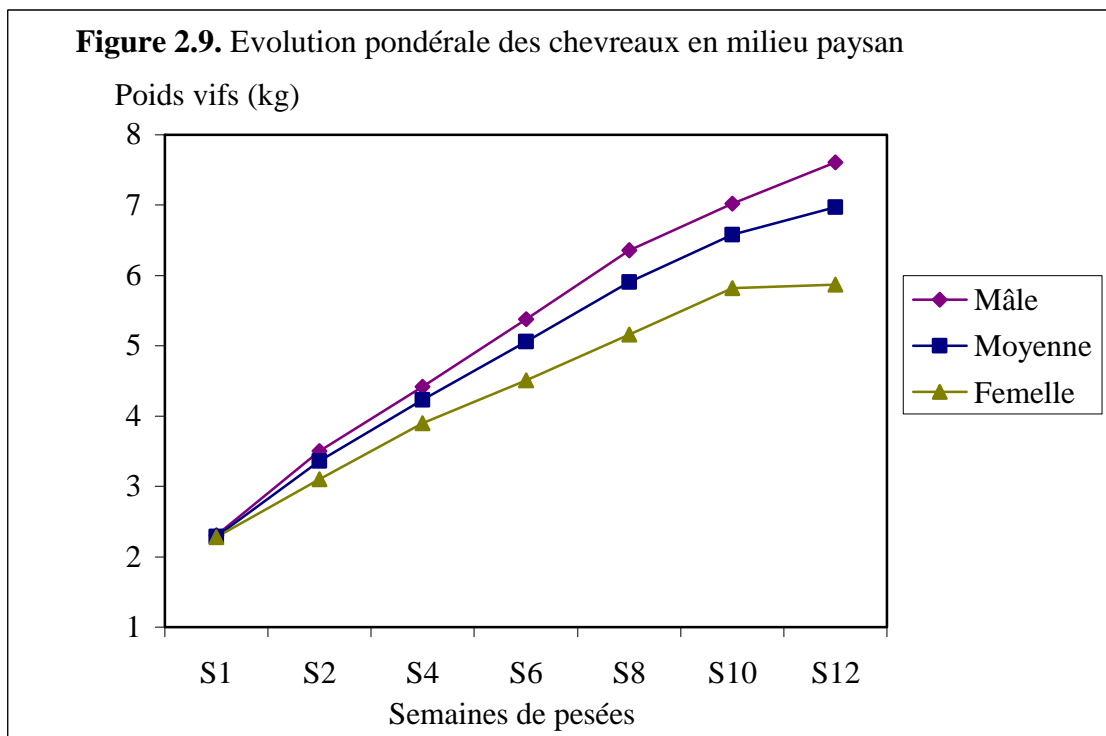
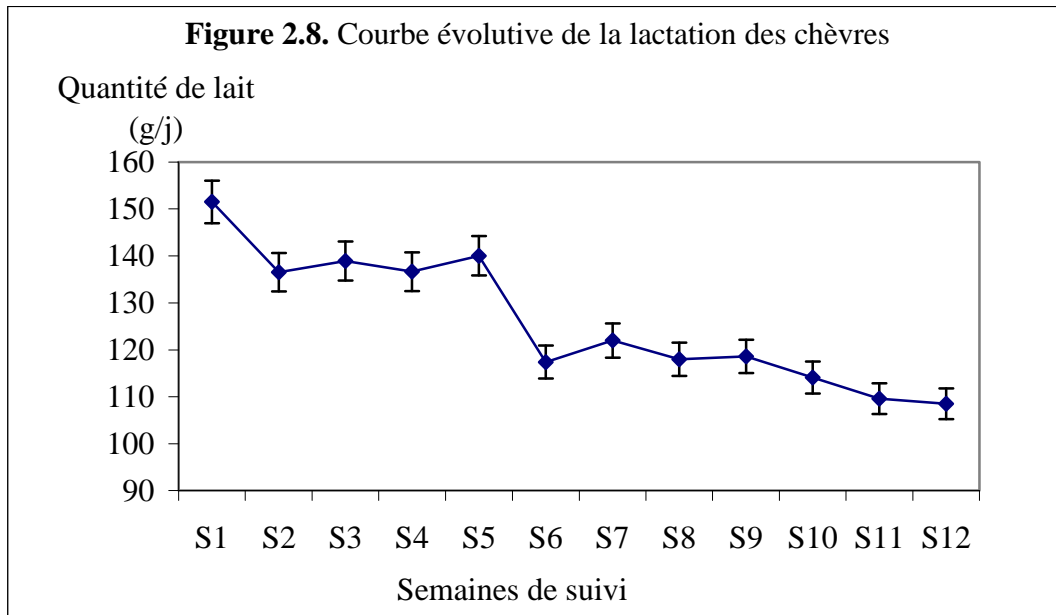
Production de lait et performances pondérales

En 12 semaines de contrôle, la quantité journalière de lait traite, évaluée pour une chèvre est de 123±44 g. La figure 2.8 traduit l'allure générale de la lactation des chèvres durant le suivi.

Les multipares ont produit légèrement plus de lait que les primipares : en moyenne 134±47 g pour les multipares contre en moyenne 114±41 g pour les primipares.

En terme de résultats pondéraux, le gain moyen quotidien (GMQ) des mères a été évalué à -43±33 g et celui des chevreaux à 56±28 g en moyenne. La croissance des chevreaux mâles a été meilleure que celle des chevreaux femelles (figure 2.9). Les valeurs calculées en terme de GMQ sont de 64±31 et 43±13 g pour respectivement les mâles et les femelles.

La productivité pondérale au sevrage (3 mois) a été évaluée à 5,6 kg par femelle.



Discussion

Tests sanitaires

Les résultats tous négatifs des tests pourraient être compris dans le sens des observations déjà faites par certains auteurs (Tourrand et Landais, 1996) selon lesquelles les pathologies telles que la brucellose affectent moins les petits ruminants que les grands ruminants.

Indépendamment de cela, on peut également relever le fait que le climat du milieu d'étude de par son caractère sec et chaud, représente un facteur limitant de la prévalence de cette infection. D'ailleurs, les travaux réalisés par Dembelé (2000) ont abouti aux mêmes résultats que ceux de la présente étude.

Ces résultats justifient davantage une de nos hypothèses selon laquelle les problèmes actuels d'avortement de la chèvre du Sahel sont dus à l'insuffisance quantitative et qualitative des pâturages naturels, principale source d'alimentation des animaux.

Pratiques alimentaires

Les éleveurs sahéliens complètent leurs caprins, soit pour éviter les mortalités (animaux malades, chevreaux en phase de sevrage), soit pour rechercher un produit immédiat comme le lait. Dans cette pratique, les périodes sont bien ciblées pour tenir compte du disponible alimentaire des parcours. La saison sèche chaude est la période où se concentre l'essentiel des apports complémentaires, du fait de la rareté et de la pauvreté des pâturages en cette période de l'année (Toutain et Lhoste, 1978 ; Fall, 1991 ; Sawadogo *et al*, 1995, Zoundi, 2005). En cette période, hormis les ligneux dont la richesse en matières azotées est assez bonne (en moyenne 15 % de MS), les herbacées à l'état de paille ont des teneurs azotées inférieures à 5 % (Fall, 1991).

Pendant les autres saisons de l'année (saison pluvieuse et saison sèche froide), les chèvres ne bénéficient pratiquement pas de complémentation. Cela peut s'expliquer par la bonne disponibilité des pâturages pendant ces périodes, notamment la saison pluvieuse où les pâturages sont abondants et de qualité (Vega, 2002 ; Zoundi *et al*, 2004). Des travaux réalisés dans d'autres régions du Burkina, notamment au Plateau Central (Zoundi *et al*, 2003b) indiquent cependant qu'en dehors de la saison pluvieuse, la complémentation est pratiquée durant tout le reste de l'année.

L'utilisation des aliments se fait de manière stratégique chez les éleveurs. Le son local et les fanes de niébé, deux sous-produits agricoles assez disponibles durant les premiers moments qui suivent les récoltes, sont les plus utilisés durant les premiers mois de la complémentation. Les pailles de céréales dont les stocks sont relativement plus importants au niveau des exploitations et le tourteau de coton que l'on peut trouver à tout moment sur la place du marché malgré parfois la cherté, sont utilisés par la suite.

La diversité des aliments utilisés, les associations qui en sont faites et les quantités qui sont offertes en moyenne, sont autant d'indicateurs qui montrent l'intérêt des paysans pour l'entretien de leurs animaux. Il est démontré que de plus en plus dans nos élevages, l'investissement pour le maintien de l'effectif d'animaux assurant l'épargne vive devient une préoccupation des producteurs (Zoundi, 2005). L'achat des sous-produits agro-industriels, en particulier le tourteau de coton par les éleveurs de cette étude, confirme cette tendance. Il reste cependant que les apports, pour des raisons probables d'insuffisance des stocks alimentaires, ne sont pas réguliers. Du coup, cela suggère un problème d'effectivité de l'impact de ces pratiques sur le statut nutritionnel et la productivité des animaux. Autrement dit, peut-on admettre que la chèvre, de par son comportement alimentaire marqué par une forte prédilection de fourrage ligneux, parvienne à satisfaire ses besoins en nutriments, notamment en azote et en minéraux tels que le phosphore, le cuivre, le zinc et le manganèse ?

Paramètres de l'état nutritionnel des animaux

L'urémie moyenne observée dans cette étude est supérieure à la valeur recommandée de 34 mg/100 ml (Faye et Mulato, 1991). Ce résultat pourrait provenir des apports de fourrage ligneux, étant donné l'importance de ce type de fourrage dans les rations des chèvres. Les fourrages ligneux sont bien connus pour leur richesse en azote même pendant les périodes critiques de l'année (Richard *et al*, 1990 ; Fall, 1991). Les travaux des auteurs (Cissé *et al*, 1993) ont montré qu'en raison de la consommation des ligneux, les matières azotées totales (MAT) du régime des chèvres ont été en moyenne de 141 ± 29 g/kg de MS et n'ont pas présenté de variations saisonnières importantes.

Un autre élément pouvant servir d'explication probable de l'urémie des animaux de l'étude est la contribution non négligeable des matières azotées des compléments alimentaires apportés par les éleveurs.

Les ruminants ont une glycémie généralement basse comparée à celle des non ruminants du fait que la digestion fournit très peu de glucose. Il semble même que la glycémie n'est pas un paramètre très sensible aux différences d'apports alimentaires chez les ruminants (Bocquier *et al*, 1998). Cependant, la valeur moyenne enregistrée dans la présente étude ($13,5 \pm 19,7$ mg/100 ml) reste en deçà de la norme recommandée par la littérature (Michel, 1980) qui est de 63 mg/100 ml. Cette faible glycémie des animaux de l'étude peut avoir un lien avec la teneur moyenne d'urée enregistrée, puisque la transformation de l'excès d'azote sous forme d'urée entraîne une dépense énergétique significative pour la synthèse de l'urée à partir de l'ammoniac (Brisson *et al*, 2003).

La très faible valeur de la glycémie des chèvres allaitantes et de celles ayant avorté peut s'expliquer par le besoin de production laitière de ces dernières. Les chèvres allaitantes et une bonne partie des chèvres qui ont avorté (avortements avancés) faisaient l'objet de traite de la part de leur propriétaire. Or, comme on le sait, la production laitière a une forte demande de glucose pour la synthèse de lactose et l'oxydation du glucose fournit environ la moitié des cofacteurs (NADPH) nécessaires à la synthèse des acides gras C_4 à C_{16} (entrant dans la composition du lait) à partir de l'acétate (Leng, 1992). En même temps, les besoins importants en acides aminés pour la synthèse des protéines de lait limitent aussi la néoglucogenèse à partir de ceux-ci pour accroître la glycémie.

La glycémie plus élevée des chèvres gravides comparée à celle des autres chèvres de l'étude semble confirmer les observations déjà formulées par certains auteurs (Remesy *et al*, 1984) selon lesquelles les sujets en gestation sont capables d'augmenter la disponibilité du glucose en réponse à la demande fœtale même si ces derniers ne bénéficient pas d'apport de nutriments complémentaires. Les résultats significativement plus élevés de la glycémie des chèvres en bon état corporel (note 3 et 4) seraient en partie liés à cela, puisque ces chèvres étaient en majorité gravides.

Les chèvres toujours en croissance telles que les nullipares ou les chèvres de la classe d'âge de 1 à 2 ans, sont celles qui ont le plus besoin de glucose (énergie) par unité de poids métabolisable, non seulement pour assurer la continuité de cette croissance (production de muscle) mais aussi pour satisfaire aux besoins de production.

La teneur moyenne des triglycérides sanguins des animaux (50,9 mg/100 ml) est très élevée par rapport à la valeur moyenne suggérée chez les ruminants par la littérature. La-dite valeur rapportée par Faye et Mulato (1991) tourne entre 5 et 15 mg/100 ml. Nos résultats sur ce

paramètre semblent correspondre à une situation de mobilisation corporelle en coexistence avec une disponibilité relativement satisfaisante des principaux composés glucoformateurs tels que le proprionate et les acides aminés. Il est reconnu que dans ces conditions, les acides gras mobilisés des réserves corporelles sont réorientés vers la réestérification (Remesy *et al*, 1984 citant Lomax *et al*, 1983). Cela pourrait être une des explications probables de l'élévation de la concentration sérique des triglycérides des animaux de la présente étude, si l'on fait le parallèle avec leur statut protéique.

La note d'état corporel et la glycémie des chèvres allaitantes suggèrent que ce sont elles qui ont le plus mobilisé leurs réserves corporelles. Cela peut expliquer en partie la concentration élevée en triglycérides de leur sang. Par contre, l'important besoin de synthèses de matières grasses du lait fait que ces mêmes chèvres ont présenté des teneurs significativement plus basses en lipides totaux.

La phosphorémie des animaux est supérieure à la valeur recommandée par la littérature qui varie de 3,7 à 6,1 mg/100 ml (Cottureau *et al*, 1977 ; Michel, 1980). La diversité plus grande de l'alimentation des chèvres, notamment avec l'importance des fourrages ligneux dans leur ration, peut expliquer en partie cette valeur.

Les teneurs significativement plus basses en phosphore sanguin chez les jeunes chèvres ou les chèvres nullipares peuvent résulter du fait qu'une part importante de cet élément a servi à la satisfaction des besoins de croissance de ces derniers. Les jeunes animaux ont plus besoin de minéraux par unité de poids métabolisable que les animaux adultes à cause des besoins exigeants de croissance à satisfaire (Kumaresan et Ndzingu Awa, 1984).

Les valeurs observées pour le cuivre, le zinc et le manganèse sont en deçà des normes recommandées pour ces éléments. Le fait que tous les animaux se trouvaient en situation d'hypoglycémie peut concourir à expliquer ces carences en oligoéléments. En effet, les animaux en déficit énergétique (qui ont donc une tendance à mobiliser leurs réserves corporelles) présentent des plus faibles capacités d'utilisation des oligoéléments de la ration (Faye et Mulato, 1991). Ces carences peuvent aussi être la conséquence d'une offre alimentaire insuffisante des parcours naturels en ces éléments. En effet, certaines études (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Faye *et al*, 1990) ont montré que beaucoup de fourrages appréciés par les animaux, y compris certaines ressources ligneuses, sont pauvres en oligoéléments.

Globalement, les valeurs sériques des oligoéléments dans cette étude sont plus critiques pour la fonction de reproduction des animaux que pour la fonction lactée.

Paramètres démographiques

Les paramètres tels que les taux de mise bas, de fertilité, de fécondité et de prolificité sont proches de ceux enregistrés par Tourrand et Landais (1996) sur les chèvres du Sahel sénégalais élevées sans complémentation. Ils sont également proches de ceux évalués sur la même chèvre que celle de la présente étude par Zoungrana (2000). Cependant, ils restent en deçà des valeurs obtenues sous l'effet de la complémentation et rapportées par Tourrand et Landais (1996). En effet, les valeurs déterminées par ces auteurs sous l'effet de la complémentation sont de 89, 97, 106 et 122 % pour respectivement les taux de mise bas, de fertilité, de fécondité et de prolificité.

Les résultats de la période de 2003-2004 sont meilleurs que ceux enregistrés dans la même zone par Gnanda (2002). Par contre, les résultats de suivi 2004-2005 sont moins intéressants que les valeurs rapportées par l'auteur.

Les meilleurs taux de fertilité, de mise bas et de fécondité de 2003-2004 comparés à ceux de 2004-2005, peuvent s'expliquer en partie par les bonnes conditions alimentaires de cette période. En effet, la saison pluvieuse de 2003 a été bonne pour la zone d'étude, marquée par une pluviosité de 719 mm, alors que cette pluviosité a été de 366 mm pour la saison pluvieuse de 2004, la moyenne de la zone variant entre 200 et 600 mm (Sanou, 1996).

La productivité numérique à 3 mois est plus élevée que la valeur de 0,73 rapportée par Tourrand et Landais (1996) chez les sujets élevés sans complémentation. La valeur enregistrée par ces auteurs sur les sujets complémentés est de 0,99.

Le taux d'avortement plus élevé chez les sujets jeunes ou chez les nullipares proviendrait du fait que ces derniers n'ont pas encore acquis une immunité et un développement suffisant de leurs organes génitaux pour supporter convenablement la gestation (Quirin *et al*, 1993).

Production de lait et performances pondérales

La quantité de lait obtenue par la traite dans cette étude est inférieure à celle enregistrée par Bourzat et Koussou (1994) sur des chèvres sahéliennes du Tchad qui est de 290 g/jour et par animal. Cette valeur qui a été enregistrée en saison sèche chaude comme celle pendant laquelle s'est exécutée cette étude, correspond cependant au résultat de deux traites : une le matin et une autre le soir. La traite dans le cadre de notre travail a été réalisée une seule fois, le soir. Les éleveurs procédaient ainsi pour ne pas entamer la croissance des petits. Des travaux d'autres auteurs (Gnanda et Nianogo, 1998) rapportent des résultats proches de la valeur évaluée dans la présente étude.

Par rapport au rang de mise bas, l'étude de Bourzat et Koussou (1994) a mis en relief un effet significatif de ce facteur. Il semble que cela est lié à la diminution des besoins de croissance des femelles au fur et à mesure qu'elles s'approchent du poids adulte.

Les poids des animaux dans les élevages traditionnels des climats sahéliens où le pâturage naturel représente l'alimentation de base de ces derniers, ont toujours connu des fluctuations saisonnières avec une évolution ralentie, voire négative en saison sèche chaude (Zoundi *et al*, 2004). Les GMQ des chevreaux de l'étude sont plus élevés même comparés à ceux rapportés par des certaines études (Cissé *et al*, 1996b ; Ouédraogo/Lompo, 2000) où l'alimentation des mères a été formellement améliorée. Cela suggère que ces chevreaux ont bénéficié d'une bonne alimentation lactée bien que leurs mères faisaient l'objet de traite ; et participe de ce fait à démontrer l'attitude mesurée des éleveurs à la traite, privilégiant la part réservée à la consommation des chevreaux par rapport à la quantité prélevée pour la consommation familiale. Moulin *et al* (1990) ont observé également que la traite effectuée chez les caprins n'était jamais complète.

Conclusion

Cette étude montre que malgré tout ce que l'on peut imaginer, les éleveurs de caprins au nord du Burkina complémentent leurs animaux ; même si cette complémentation est destinée prioritairement à une frange du troupeau telle que les chèvres allaitantes, les sujets malades et

les chevreaux en phase de sevrage. Les stratégies de complémentation reposent sur le choix des périodes critiques, l'utilisation alternée ou quelquefois associée des ressources locales, le recours à certains sous-produits agro-industriels (tourteau de coton) surtout au moment où la disponibilité des ressources locales se fait rare. Dans cette pratique, les quantités d'aliment distribuées dans la journée aux animaux sont souvent importantes ; bien qu'il reste le fait que les apports sont irréguliers, parfois occasionnels.

Au plan nutritionnel, l'étude montre que les chèvres sont en déficit par rapport à un certain nombre de nutriments tels que le glucose et les oligoéléments (cuivre, zinc et manganèse). Pour ce qui est de leur niveau nutritionnel satisfaisant en phosphore et en azote, l'hypothèse des apports dus à l'alimentation ligneuse reste tout de même à élucider.

Les performances de reproduction et de production de lait des animaux de l'étude peuvent être considérées globalement faibles comparées à celles obtenues dans d'autres contextes où les conditions alimentaires ont été maîtrisées et rigoureusement contrôlées. D'ailleurs, les résultats ont montré que lorsque la pluviosité est bonne, la productivité des chèvres est intéressante du fait de l'amélioration du disponible alimentaire des pâturages.

De cette étude, il ressort la nécessité de rechercher comment optimiser l'utilisation des ressources alimentaires locales déjà utilisées par les éleveurs par des apports équilibrés en énergie, en azote, en minéraux et en vitamines tenant compte de l'état physiologique des animaux et de la saison afin de réduire les contrastes liés aux variations des disponibilités alimentaires et d'améliorer la productivité des animaux.

3.2. Essai d'amélioration des performances laitières de la chèvre du Sahel burkinabé par l'alimentation

Trois essais ont été consacrés à la recherche d'une optimisation de l'utilisation de fourrages pauvres de saison sèche notamment les résidus de culture par la chèvre laitière. Un quatrième essai a tenté de cerner l'impact de l'alimentation des parcours de saison humide sur les performances laitières de la chèvre du Sahel.

3.2.1. Effet d'une complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation ²

Résumé

Le déficit alimentaire du bétail en saison sèche recommande la recherche de meilleures stratégies d'utilisation des résidus de récolte (paille de céréales) afin de combler le manque à gagner. Ainsi, une cinquantaine de chèvres laitières du Sahel burkinabé a été soumise à une complémentation de base composée de paille de sorgho, fixée pour une couverture de 30% de leurs besoins énergétiques de production. Cette complémentation de base a été associée à une complémentation azotée et minérale. Cinq combinaisons de ration de complémentation ont été testées, chacune portant sur un lot de 10 chèvres selon la description suivante : (1) Ration A (lot1) : 1 200 g de paille de sorgho non hachée (PSNH) ; (2) Ration B (lot2) : 1 200 g de paille de sorgho hachée (PSH) ; (3) Ration C (lot3) : 1 200 g de PSH + 200 g de tourteau de coton (TC) ; (4) Ration D (lot4) : 1 200 g de PSNH + 200 g de TC ; (5) Ration E (lot5) : 1 200 g de PSNH + 200 g de TC + BLI.

Il a été noté que le hachage a entraîné une réduction significative ($p < 0,05$) de la consommation de la matière sèche de la paille de sorgho. Avec la paille de sorgho hachée, il s'est produit une amélioration de 67 % de la consommation de la matière sèche due à la complémentation azotée. Cette complémentation n'a cependant pas eu d'effet significatif sur l'ingestion de la paille lorsque celle-ci a été distribuée entière (ration D). Il s'est également produit une amélioration sensible de l'ingestion (4,93%) avec l'apport des minéraux (ration E). La production laitière s'est améliorée de 90_% avec l'apport du tourteau uniquement (rations C et D) et de 113_% lorsque le tourteau a été associé au bloc industriel (ration E). Par ailleurs, la complémentation minérale a permis d'enregistrer un GMQ positif (+ 0,033 g) sur les animaux du lot 5 alors que sur ceux des autres lots les GMQ enregistrés ont été tous négatifs. Il n'a pas été noté un impact significatif du régime alimentaire des mères (dont dépend la production laitière) sur les performances pondérales de leurs petits. Des marges brutes positives ont été enregistrées pour toutes les rations montrant ainsi l'opportunité et la faisabilité économique de la complémentation des chèvres laitières en saison sèche.

Mots clés : Paille de sorgho, complémentation azotée, complémentation minérale, chèvre du Sahel burkinabé, lait de chèvre.

Introduction

L'amélioration de l'utilisation des sous-produits agricoles (pailles de céréales) constitue une des voies de sortie du problème alimentaire du bétail au regard des stocks importants que constituent les producteurs au cours de ces dernières années. Le problème à ce niveau reste surtout le fait que les pailles se caractérisent par une valeur PDIN plus faible que la valeur PDIE du fait de la faible fermentescibilité de leurs matières azotées (Chenost et Dulphy, 1987) et possèdent une teneur élevée en parois entre 77,04 et 90,91 % (Ouédraogo *et al*, 1995 ; Savadogo *et al*, 1999). C'est la raison pour laquelle de nombreuses études de valorisation des ces aliments riches en lignocellulose et pauvres en azote ont été menées. Certaines de ces études ont mis l'accent sur le traitement mécanique (hachage) ou le traitement mécanique couplé à des traitements chimiques (Kafando, 1989 ; Pouya, 1989 ; Bougouma-Yaméogo *et al*, 1996 ; Gnanda et Nianogo, 1998). D'autres études ont par contre recherché une meilleure

² Gnanda B. I., Nianogo J. A., Tamboura H. H., Zoundi S. J. et Ouédraogo C. L., 2002. Effet d'une complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation. *Revue Journal des Sciences*, 2 : 40-47.

valorisation de la paille en mettant à la disposition des animaux qui les reçoivent des compléments azotés ou des blocs multinationnels apportant de l'azote, des minéraux et un minimum de glucides fermentescibles (Adu *et al*, 1992 ; Tamboura et Abou, 1992 ; Yaméogo-Bougouma *et al*, 1993 ; Bougouma-Yaméogo, 1995 ; Bosma et Bicaba, 1997).

Il reste cependant le fait que la plupart de ces études réalisées se sont surtout intéressées à la production de viande ; la production laitière en particulier celle de la chèvre a suscité peu d'intérêt. Or, la littérature (Morand-Fehr *et al*, 1987) montre qu'un déficit azoté réduit significativement la population microbienne du rumen chez le mouton et non chez la chèvre. Cela met en relief les aptitudes physiologiques que possèdent les chèvres à pouvoir valoriser les fourrages de faible valeur alimentaire et être en mesure de continuer à produire au moment où les autres ruminants ne peuvent plus le faire.

L'objet de cet essai a été d'évaluer l'impact de la complémentation azotée et minérale sur la valorisation de la paille de sorgho par la chèvre laitière du Sahel burkinabé.

Matériel et méthodes

Animaux

Cinquante (50) chèvres de 4 à 5 ans et se trouvant pour la plupart à leur quatrième mise bas, ont été utilisées. Leur saillie a été synchronisée par l'application de l'effet mâle (bouc). Cela a permis d'obtenir des mises bas rapprochées et étalées sur une période de 2 mois en saison sèche (février à mars). Avant leur mise en saillie, les chèvres ont été déparasitées à l'aide d'oxfendazole (SynanthicND) et vaccinées contre la pasteurellose et le charbon symptomatique.

Après les mises bas, les chèvres faisaient l'objet d'une attente post-partum de 72 heures avant d'entrer en expérimentation.

Les aliments

Les pailles de sorgho (PS) ont été utilisées comme aliments de faible valeur alimentaire (grossier) et les tourteaux de coton (TC) comme aliment concentré (source azotée).

La composition chimique de chacun de ces deux aliments été évaluée suivant les normes décrites par les tables de Rivière (1991).

Des blocs à lécher industriels de fabrication belge (*Oligosel*) composés de Na (370 g/kg), Mg (2 400 mg / kg), Fe (700 mg/ kg), Zn (600 mg/ kg), Mn (420 mg/ kg), Cu (100 mg/ kg) et I (28 mg/ kg), ont été utilisés.

Schéma alimentaire et durée de la conduite

Tous les animaux étaient conduits au pâturage durant 8 heures par jour (8 h à 17 h), interrompues par une heure d'abreuvement à la chèvrerie entre 12 h 30 et 13 h 30. Au retour des pâturages, le soir, ces chèvres recevaient une complémentation de base composée de paille de sorgho (entières ou hachées) destinée à couvrir 30 % de leurs besoins énergétiques de production. Cela correspondait à un apport journalier de 930 g de matière sèche (MS) par animal, soit 1 200 g de paille de sorgho. La complémentation de base de paille de sorgho a été associée à une complémentation azotée utilisant le tourteau de coton (TC) et une complémentation minérale assurée par l'utilisation des blocs à lécher industriel *Oligosel*.

Cinq (5) combinaisons de rations de complémentation ont été testées, chacune portant sur un lot de 10 chèvres selon la description suivante :

- . Ration A (lot1) : 1 200 g de paille de sorgho non hachée (PSNH)
- . Ration B (lot2) : 1 200 g de paille de sorgho hachée (PSH)
- . Ration C (lot3) : 1 200 g de PSH + 200 g de TC
- . Ration D (lot4) : 1 200 g de PSNH + 200 g de TC
- . Ration E (lot5) : 1 200 g de PSNH + 200 g de TC + Bloc à lécher industriel (BLI)

Les rations A et B ont permis d'apprécier l'effet du hachage sur la consommation des pailles de sorgho sans apport de complément. Par contre, les rations C et D ont permis non seulement de comparer l'effet de la complémentation azotée (TC) sur l'ingestion de la paille de sorgho (hachée et non hachée) mais également d'évaluer l'apport du complément azoté sur les performances de production des chèvres. Quant à la ration E, elle a permis de tester le rôle d'appoint du complément minéral sur l'ingestion et la valorisation du fourrage grossier que sont les pailles de sorgho.

Les besoins énergétiques et protéiques de production ont été évalués (Rivière, 1991) respectivement à 1 UF (Unité Fourragère) et à 105 g MAD (Matières azotées Digestibles) par jour. Chaque animal, quelle que soit sa date d'entrée en expérimentation, était suivi pour couvrir un temps d'observations de 84 jours.

Mesures de paramètres

Ingestion

Elle pu être appréciée à partir des pesées quotidiennes des aliments distribués et des refus (10 jours contenus par mois). Cependant, étant donné que la chèvrerie n'offrait pas les possibilités d'une complémentation individuelle des animaux (boxes conçus pour 6 à 8 individus et en nombre limité), les animaux de chaque lot ont été scindés en trois sous-lots pour le contrôle de l'ingestion. Les données relevées sur chaque sous-lot étaient considérées comme des observations individuelles du lot.

Production laitière

L'évaluation de production de lait avait lieu les mardi, jeudi et samedi à 7 h 30, 12 h 30 et 17 h 30. La veille du contrôle laitier, les chevreaux étaient séparés de leur mère à partir de 19 heures. Les contrôles de 7 h 30 débutaient toujours par une récolte sans tétée, puis on laissait les chevreaux téter (après les avoir pesé) ; on pesait ensuite les chevreaux, immédiatement après la tétée. Et enfin, l'on a procédé par la suite à une traite à fond des mères après tétée des chevreaux. Les prises de 12 h 30 et 17 h 30 ont été faites uniquement par la double pesée complétée par la traite à fond des mères. La durée de la tétée était fixée à 10-15 minutes.

Il faut signaler que la traite du matin était faite régulièrement par les bergers pour les autres jours où il n'y a pas eu de mesure de lait.

Performances pondérales des mères et des petits

Par la double pesée, les poids des chevreaux ont été relevés trois fois par semaine à l'aide d'un peson Salter de 10 kg de portée et de 50 g de précision. Les chèvres ont été pesées une fois toutes les deux semaines à l'aide d'un peson de 50 kg (200 g de précision).

Esquisse économique de la conduite

L'analyse financière a porté sur la détermination des marges brutes. L'évaluation des charges de production a tenu compte seulement du coût des aliments, du bloc à lécher et des dépenses de prophylaxie sanitaire ; les charges de structure et la main-d'œuvre n'ont pas été considérées. Aussi, la valeur des produits a été évaluée par défaut, puisque les produits tels que le fumier, les gains en poids et en production de viande des chèvres, n'ont pas été comptabilisés. Seul le lait trait a été comptabilisé en raison du fait qu'une partie de cette production est (ou peut être) facilement commercialisée.

Analyses statistiques

L'analyse de variance a été faite selon le test F (Fisher) de SNEDECOR décrit par Zouré *et al* (1995) et la séparation des moyennes s'est faite en appliquant la méthode de la Différence la Moins Significative (DMS), c'est-à-dire le test t de Student.

Résultats**Ingestion**

Les résultats comparés des lots 1 et 2 (tableau 2.10) montrent que le hachage a entraîné une baisse significative ($p < 0,05$) de la consommation de la matière sèche (MS) de la paille de sorgho ayant subi ce traitement (lot 2).

La complémentation en TC a amélioré significativement ($p < 0,05$) la consommation globale de la MS de la ration qui passe de 201 g MS /jour pour la ration B (PSH uniquement) à 544 g MS /jour en moyenne pour les rations où il y a eu l'apport de tourteau de coton (C, D et E). La consommation de la PSH est de 1,7 fois plus importante avec la complémentation azotée. Cependant, pour les pailles qui ont été utilisées sous forme entière, leur ingestion n'a pas subi d'influence significative liée à l'effet de la complémentation azotée (365 g MS-PS/jour pour la ration A contre en moyenne 372 g MS-PS/jour pour les rations D et E confondues).

Exprimée en kilogramme de poids métabolique ($\text{kg P}^{0,75}$), la consommation de la MS de la PS (MS-PS) affiche des différences significatives entre les rations testées avec une supériorité de la ration A (lot1) composée uniquement de la PSNH.

Tableau 2.10. Valeurs de l'ingestion

Paramètres	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)	Lot 5 (E)
MSIT (g/animal)	365±156 ^a	201±88 ^b	520±109 ^c	545±113 ^c	567±80 ^c
MSIT (kg P ^{0,75})	32,44±13,92 ^a	19,92±8,20 ^b	40,99±8,62 ^c	41,90±8,69 ^c	47,8±6,71 ^c
MSI-PS (g/animal)	365±156 ^b	201±88 ^a	336±109 ^b	361±113 ^b	383±80 ^b
MSI-PS (kg P ^{0,75})	32,44±13,92 ^a	19,92±8,20 ^b	26,46±8,62 ^c	27,77±8,69 ^{ac}	32,31±6,71 ^a
MADI (g/animal)	0	0	64,63	64,63	64,63
UFI/j/animal	0,11	0,06	0,25	0,26	0,27

MSIT : Matière sèche ingérée totale

MSI-PS : Matière sèche ingérée de la paille de sorgho

MADI : Matière azotée digestible ingérée

UFI : Unité fourragère ingérée

^{a b c} : Les moyennes figurant sur la même ligne et affectées de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5%.

Production laitière

Les résultats obtenus avec les rations utilisant uniquement de la PS (rations A et B) ont été moins intéressants que ceux enregistrés avec les rations où il y a eu l'apport de complément azoté (rations C, D et E) : 280 et 305 g/jour respectivement pour les rations A et B contre 529, et 624 g /jour pour respectivement les rations C, D et E (tableau 2.11).

Également, il ressort que la quantité de lait obtenue avec la ration C (529 g /jour) est significativement inférieure ($p < 0,05$) à celles récoltées avec les rations D et E bien que ces trois rations aient utilisé le TC à la même quantité (200 g /jour/animal).

De façon globale, le type de rationnement n'a pas eu d'effet significatif sur la quantité de lait traite. Cependant, en terme de quantités de lait obtenues par la double-pesée, cette influence a été perceptible, parfois significative notamment entre les rations à base de pailles de sorgho uniquement et les rations bénéficiant de la supplémentation azotée.

Tableau 2.11. Quantités de lait mesurées par lot en 12 semaines de suivi

Paramètres	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)	Lot 5 (E)
Quantités obtenues par la traite (g/j/animal)	135±40 ^a	138±41 ^a	279±185 ^a	193±70 ^a	223±141 ^a
Quantités obtenues par la double pesée (g/j/animal)	144±45 ^a	167±24 ^a	250±94 ^b	392±96 ^c	402±72 ^c
Quantités totales de lait mesurées (g/j/animal)	280±86 ^a	305±36 ^a	529±140 ^b	584±136 ^c	624±191 ^c

^{a b c} : Les moyennes figurant sur la même ligne et affectées de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5%.

Performances pondérales des mères et des petits

On a enregistré chez les chèvres des gains moyens quotidiens (GMQ) de -33,82 ; -33,03 ; -22,31 ; -28,70 et +0,33 g/jour respectivement pour celles ayant alimentées aux rations A, B, C, D et E (tableau 2.12). On note un effet positif de la complémentation azoté sur les GMQ exprimés, marqué par une chute de poids moindre (environ 25 % en moins) pour les animaux qui en ont bénéficié (animaux des lots 3 et 4).

Par ailleurs, la complémentation minérale (CM) associée au tourteau de coton améliore significativement les performances pondérales des chèvres. Ainsi, les animaux du lot 5 ont exprimé un gain positif de +0,33 g/jour contre des valeurs négatives pour les autres lots.

Les GMQ des chevreaux (32,29 ; 33,99 ; 41,85 ; 35,13 et 37,10 g /jour respectivement pour les lots 1, 2, 3, 4 et 5) ne sont pas significativement affectés par la qualité de l'alimentation des mères (tableau 2.13).

Tableau 2.12. Performances pondérales des chèvres

Paramètres	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)	Lot 5 (E)
Poids initial (kg)	25,17±3,04 ^a	21,95±0,99 ^a	29,44±4,76 ^a	30,55±3,79 ^b	27,02±5,40 ^a
Poids final (kg)	22,70±2,55 ^a	20,20±2,01 ^a	26,86±3,38 ^b	27,38±2,87 ^b	27,06±5,78 ^b
GMQ (g)	-33,82±20,49 ^a	-23,03±15,43 ^{ab}	-22,31±22,89 ^{ab}	-28,70±15,81 ^a	0,33±17,341 ^b

^{a b} : Les moyennes figurant sur la même ligne et affectées de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5%.

Tableau 2.13. Performances pondérales des chevreaux

Paramètres	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)	Lot 5 (E)
Poids naissance (kg)	2,23±0,39 ^a	2,32±0,44 ^a	2,41±0,91 ^a	2,21±0,33 ^a	3,12±11 ^b
Poids final (kg)	4,99±1,20 ^a	4,98±0,41 ^a	6,38±1,57 ^a	5,35±1,55 ^a	6,46±1,85 ^a
GMQ (g)	32,29±12,65 ^a	33,99±17,37 ^a	41,85±19,31 ^a	35,13±16,07 ^a	37,10±13,53 ^a

^{a b} : Les moyennes figurant sur la même ligne et affectées de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 %.

Esquisse économique

Les résultats de l'analyse financière donnent des marges brutes de 165, 329, 962, 1193 et 1405 F Cfa pour respectivement les lots 5, 4, 1, 2 et 3 (tableau 2.14.). En analyse comparée entre les rations à base de paille de sorgho uniquement (rations A et B) et celles à base de paille associée à la complémentation azotée et/ou minérale (rations C, D et E), il ressort qu'exceptée la ration C, les rations qui ont utilisé uniquement la paille de sorgho ont permis des marges financières globalement plus intéressantes.

Tableau 2.14. Esquisse du bilan financier

Paramètres	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)	Lot 5 (E)
A- Charges de production					
Quantités aliments consommées/animal en 84 j (kg)	39,27	21,81	53,27	55,98	58,37
Coût d'aliments (F Cfa) ^a	435	240	1748	1775	1801
Coût apport minéral (F Cfa) ^b	504
Suivis vétérinaires (F Cfa)	250	250	250	250	250
Coût total de production (F Cfa)	685	490	1998	2025	2555
B- Valeur de la production sur la traite (F Cfa)^c	1647	1683	3405	2354	2720
C- Marge brute (F Cfa)	962	1193	1405	329	165

^a : Coût des aliments évalué (en F Cfa/Kg) : 11 (pour les PS) et 80 (pour le TC)

^b : Coût évalué pour le bloc à lécher : 600 F Cfa/Kg

^c : Valeur évaluée à 150 F Cfa/litre de lait

Discussion

Consommation alimentaire

Le comportement sélectif de la chèvre par rapport à la paille de sorgho a déjà été souligné par la littérature (Bosma et Bicaba, 1997). Cela peut expliquer la faible consommation de la PSH (ration B) comparée à celle enregistrée avec les PSNH (ration A), étant donnée que le hachage limite les possibilités pour les chèvres de sélectionner les parties de prédilection. Cette observation est valable pour l'ensemble des résultats puisque rapportés en $\text{g/kg P}^{0,75}$, la meilleure ingestion de la MS-PS a été obtenue avec les rations utilisant la paille non hachée.

Globalement, les résultats de la MS-PS ingérée de cette étude sont comparables à ceux relevés sur les chèvres métissées issues du croisement entre la race naine type Mossi et la race sahélienne (Bosma et Bicaba, 1997). En effet, ces auteurs ont enregistré avec la paille de sorgho hachée, des valeurs consommées de 33,6 ; 31,9 ; 34,7 et 32,4 $\text{g/kg P}^{0,75}$ lorsque les chèvres ont reçu une complémentation de 10 et 30 % de feuilles de *Leuceuna leucocephala*, 30 % de feuilles de *Combretum aculeatum* et 30 % de concentré.

Le fait que la consommation de la PSH s'améliore avec adjonction de tourteau confirme bien l'intérêt des protéines vraies sur la stimulation de l'appétit, surtout avec les régimes à fortes teneurs en constituants pariétaux. Si l'on apporte de l'azote, les besoins en protéines ou en ammoniac des bactéries sont satisfaits, et la fermentation microbienne est stimulée, améliorant ainsi l'ingestion de la ration (Ouédraogo *et al*, 1995). Cela a été démontré avec des régimes contenant de la paille traitée à l'urée ou à l'ammoniac (Adu *et al*, 1992 ; Gongnet *et al*, 1997) ou de la paille complétement avec une source azotée (Adu *et al*, 1992 ; Tamboura et Abou, 1992 ; Bosma et Bicaba, 1997).

Néanmoins, de nombreux travaux ont démontré que la complémentation azotée peut avoir un effet de substitution si celle-ci est apportée à certaines doses (Adu *et al*, 1992 ; Bougouma-Yaméogo *et al*, 1997). Les derniers auteurs ont noté que la complémentation de dolique comme source azotée a déprimé l'ingestion de la paille de sorgho chez les ovins de 7 et 9 % pour 90 et 180 g de dolique.

Ainsi, plusieurs auteurs s'accordent à reconnaître que la digestion des pailles diminue quand la proportion de concentrés dans la ration augmente au-delà de 30 % (Ouédraogo *et al*, 1995). Il semble que lorsque la proportion de concentré devient supérieure à 60 %, l'importance et l'efficacité de la synthèse microbienne sont alors fortement abaissées (Vérité *et al*, 1986), ce qui n'est pas le cas dans la présente étude où le taux de concentré était d'environ 16 %.

Plusieurs auteurs (Tamboura et Abou, 1992 ; Ouédraogo *et al*, 1995) ont démontré que d'autres formes de complémentation comme celles utilisant une source d'énergie fermentescible comme la mélasse, accélèrent la prolifération des bactéries cellulolytiques et améliorent l'ingestion des fourrages pauvres. C'est également le cas de l'utilisation des compléments minéraux dont le rôle dans la stimulation de l'activité cellulolytique a été largement mis en relief (Thivend *et al*, 1985). Selon l'auteur, par l'apport des éléments minéraux tels que le Co, le Cu, la digestion de la cellulose des régimes à base de paille s'améliore et la synthèse de la vitamine B₁₂ est accrue. Tous ces éléments participent à expliquer dans cette étude le fait que la complémentation minérale ait entraîné une amélioration sensible de l'ingestion de la MS-PS contenue dans la ration E.

Production laitière

Les faibles performances des rations utilisant les pailles de sorgho seules montrent la faible valeur alimentaire de ce type de fourrage telle que l'ont déjà relevé plusieurs auteurs (Vérité *et al.*, 1986 ; Ouédraogo *et al.*, 1995).

La complémentation azotée en tourteau de coton permet non seulement d'apporter des protéines digestibles aux animaux mais également d'améliorer la dégradabilité dans le rumen et d'augmenter la digestibilité du fourrage ; toute chose qui favorise l'accroissement de la disponibilité des nutriments nécessaires à la production. L'azote protéique joue en effet un rôle très déterminant dans la production de lait. La littérature indique que pour chaque kilogramme de lait produit, il y a une perte de poids de 30 à 35 g chez une chèvre (Rivière, 1991).

Il est intéressant de signaler au vu des résultats enregistrés sur les rations C, D et E, qu'indépendamment de la qualité des rations appliquées, le niveau d'ingestion de celles-ci a influé sur les quantités de lait produites. Cela peut expliquer que la ration C ait donné moins de lait que les rations D et E, étant donné que cette ration a été moins ingérée que les deux autres.

Les résultats enregistrés au cours de cet essai sont moins performants que ceux rapportés sur la chèvre du Sahel sénégalais (Cissé *et al.*, 1996b). Ces derniers ont mesuré une production de 841 g /jour qui correspondait en fait à une valeur moyenne obtenue des mesures réalisées en saison pluvieuse et post-pluvieuse et utilisant une complémentation de 500 g de concentré composé de 66 % de maïs, 30 % de tourteaux d'arachide et 4 % de minéraux. Les résultats rapportés par Ilboudo (1991) sont également supérieurs à ceux relevés dans la présente étude. Cet auteur a enregistré par la double pesée, des quantités journalières de lait variant entre 632 et 735 g suivant le niveau énergétique des rations (rations complètes dans son cas).

Par ailleurs, des résultats de complémentation de saison pluvieuse (Ouédraogo, 1990), communiquent des quantités de lait traites de 486 g en moyenne par jour, avec des valeurs extrêmes de 448 g /jour pour les chèvres dont l'apport de concentré couvrant 10 % de leurs besoins en MS et 522 g /jour pour celles dont l'apport du concentré couvrant 30 % de leurs besoins en MS.

Des résultats moins performants sont rapportés par Mbayahaga *et al.* (1994) sur la chèvre burundaise qui font cas d'une production journalière de 440 g, obtenue par la double pesée.

Performances pondérales des mères

Lorsqu'en saison sèche, l'alimentation des animaux est laissée à la seule merci des pâturages naturels, on assiste généralement à des pertes importantes de poids de ces derniers que plusieurs auteurs ont déjà relevé (Héma, 1988 ; Zoundi, 1994 ; Kaboré-Zoungana *et al.*, 1997). L'azote est le nutriment le plus incriminé dans cette crise pondérale (Kaboré-Zoungana *et al.*, 1997). C'est pourquoi un apport substantiel d'une source azotée aux animaux évoluant sur parcours naturels de saison sèche se traduit généralement par une réduction ou parfois une suppression totale de la perte accompagnée de gains positifs (Zoundi, 1994 ; Kaboré-Zoungana *et al.*, 1997).

Dans cette étude, la complémentation azotée bien que n'ayant pas annulé la baisse de poids des chèvres, a influencé positivement l'évolution pondérale de ces dernières. Aussi, le fait que les chèvres soient en état de lactation, peut expliquer les pertes de poids malgré l'apport azoté.

La complémentation minérale semble avoir favorisé une bonne utilisation de l'énergie et de l'azote de la ration en limitant de ce fait la mobilisation des réserves corporelles des chèvres qui la recevaient. Cela a permis d'enregistrer un gain pondéral positif avec cette ration.

Dans d'autres conditions expérimentales (Héma, 1988 ; Kaboré-Zoungana *et al*, 1997), les résultats ont montré que les chèvres non lactantes et non gestantes sont capables d'exprimer des GMQ positifs en saison sèche, mêmes soumises seulement au pâturage naturel. Ces auteurs ont obtenu des GMQ de + 2 g chez les caprins (qui trouvent une bonne partie de leur alimentation sur les arbustes). Ils expliquent ces résultats par le fait que le régime des chèvres contenait plus de ligneux dont les teneurs en MAT élevées compensent le déficit azoté des tapis herbacés paillés de la saison.

Croissance des chevreaux

Les GMQ des chevreaux de cette étude sont faibles comparés à ceux relevés sur des sujets de même race par d'autres auteurs (Ouédraogo, 1990 ; Cissé *et al*, 1996b). Ils sont également moins performants que celui de 52 g relevé sur les chevreaux burundais (Mbayahaga *et al*, 1994).

Il est probable que le prélèvement du lait par la traite régulière durant tout le temps du suivi ait limité la vitesse de croissance des chevreaux. Aussi, le caractère contraignant de l'application de la double pesée peut avoir également créé des stress chez les chevreaux et par conséquent limité leur croissance.

Au-delà de la prise en compte des capacités réelles des chevreaux à prélever le lait de leur mère, il apparaît tout de même que la croissance de ces derniers est restée plus ou moins corrélée à la production laitière de leur mère, et indirectement à la qualité du régime de complémentation.

Esquisse économique

Les résultats enregistrés en terme de marges brutes, justifient bien l'opportunité et la faisabilité économique de la complémentation des chèvres laitières en saison sèche. A ce niveau d'analyse, il est remarqué que les charges de production ont traduit plus les résultats obtenus que le produit évalué. Raison pour laquelle les marges brutes plus ou moins intéressantes ont été enregistrées avec les rations A et B (à base de paille de sorgho uniquement) malgré leurs valeurs de production plus faibles comparées à celles des autres rations.

Par ailleurs, on voit que si l'analyse avait pu prendre en compte d'autres composantes de production tels que le fumier, les paramètres de reproduction, les performances pondérales, elle aurait permis une meilleure mise en exergue des performances économiques de chaque ration. En ce moment, une ration comme celle utilisant de la paille de sorgho + TC + BLI (ration E) aurait vu ses avantages économiques rehaussés au regard de son impact sur les autres paramètres de production comme le poids et probablement la qualité du fumier et les performances de reproduction.

Conclusion

Dans cette étude, l'application de la technique de hachage n'a pas donné les résultats dont la littérature fait habituellement cas où il est généralement relevé son effet de galvanisation sur

l'ingestion de la MS de la paille. Il a plutôt déprimé l'ingestion de la paille de sorgho dû essentiellement au comportement sélectif de la chèvre.

D'une façon globale, la complémentation azotée a entraîné une amélioration sensible de l'ingestion de la MS de la paille de sorgho. Cette ingestion s'est davantage améliorée de près de 35 g /jour lorsqu'il y a eu l'apport en éléments minéraux.

En revanche, les quantités de lait produites par les chèvres ont été significativement améliorées avec l'application de la complémentation azotée. Il ressort également que la complémentation minérale représente un appoint important pour l'optimisation de l'utilisation des sous-produits agricoles.

La complémentation des chèvres en saison sèche peut trouver un terrain d'application facile puisque les charges de production que cela engendre peuvent être compensées par les produits obtenus dans l'immédiat.

3.2.2. Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales³

Résumé

Trente deux chèvres du Sahel burkinabé de troisième lactation et d'âge variant entre 4 et 4 ans et demi ont été réparties en quatre lots afin d'évaluer l'impact de quatre rations de complémentation isoazotées, formulées à base de son local et de fanes de niébé et différant entre elles soit par des valeurs de rapports MAD/UF (122, 122, 133 et 153 pour respectivement les lots 1, 2, 3 et 4) et concentré/fourrage (1,27 ; 1,27 ; 0,5 et 0 pour respectivement les lots 1, 2, 3 et 4), soit par la complémentation minérale. Le lot 1 comparativement au lot 2, a reçu, en plus de la complémentation isoazotée, une complémentation minérale ad libitum. La production laitière et les performances pondérales des chèvres ainsi que celles de leurs petits ont été suivies pendant 13 à 14 semaines. L'incorporation plus importante de concentré (son local) n'a pas eu d'effet significatif sur la production laitière des chèvres. Cependant, il a été relevé globalement que l'apport de concentré a permis un accroissement de 11 % de la production totale journalière (quantité traite + quantité consommée par le chevreau). Cette augmentation dépasse 40 % lorsque l'on considère la quantité de lait traite. L'apport du complément minéral aux chèvres du lot 1 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 ; 215 ± 32 et 197 ± 76 g pour respectivement les lots 2, 3 et 4. La composition en ES, MG, MP et MM du lait n'a pas été significativement influencée par les rations de complémentation. Néanmoins, les laits obtenus des lots 2, 3 et 4 étaient relativement plus riches en MG et MP. Le lait des chèvres du lot 1 était significativement plus concentré en lactose : 4,35 % contre 3,9 ; 3,8 et 3,6 % pour les lots 2, 3 et 4 respectivement. Les gains moyens quotidiens (GMQ) des mères ont été de $+7,6 \pm 15,9$; $-18,3 \pm 3,3$; $-26,3 \pm 31,1$; $-23,7 \pm 16,2$ g pour respectivement les lots 1, 2, 3 et 4. Les GMQ de leurs petits ont été de $50,7 \pm 17,3$; $46,5 \pm 22,5$; $39,1 \pm 16,6$ et $36,8 \pm 14,2$ g pour respectivement les chevreaux appartenant aux lots 1, 2, 3 et 4. L'indice de consommation évalué donne des valeurs de $11,1 \pm 3,9$; $11,6 \pm 1,7$; $13,2 \pm 2,0$ et $13,9 \pm 2,2$ pour respectivement les petits des lots 1, 2, 3 et 4. L'étude montre qu'avec une bonne combinaison des ressources alimentaires locales, on peut améliorer de façon importante la production laitière de la chèvre sahélienne en saison sèche. Cette amélioration devient significative s'il y a association d'une complémentation minérale.

Mots-clés : Production laitière caprine, Alimentation, Complémentation isoazotée, Complémentation minérale, Croissance, Chèvre du Sahel burkinabé, Burkina Faso

³ Gnanda B. I., Zoundi S. J., Nianogo J. A., Le Masson A. et 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 Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (3) : 175-182.

Introduction

Dans le cas du Sahel burkinabé, une bonne partie des résidus de culture sont destinés en saison sèche à l'entretien des femelles en lactation (bovins et caprins) dont le lait produit apporte une part importante des revenus des femmes. Si la disponibilité de ces résidus de cultures constitue l'un des atouts majeurs de tels systèmes (Macala *et al.*, 1993 ; Zoundi *et al.*, 2003b), il n'en demeure pas moins que les conditions de leur utilisation optimale par les éleveurs font souvent défaut. Dans la plupart des cas, peu d'attention est accordée par les éleveurs à l'équilibre entre l'énergie et l'azote apportées, encore moins la compensation des déficits en minéraux (Guérin, 1988). De telles pratiques de complémentation ne permettent pas aux femelles lactantes d'exprimer comme il se doit leurs performances de production laitière.

La présente étude a eu pour objet d'évaluer la substitution des fanes de niébé en tant que fourrage et source azotée au niveau local par du son local de mil, utilisé comme concentré énergétique, sur les aptitudes laitières de la chèvre du Sahel burkinabé. Elle cherche également à mettre en relief l'effet stimulant de la complémentation minérale sur la valorisation des ressources alimentaires locales par la chèvre laitière du Sahel burkinabé, tant en matière de production de lait, de maintien de l'état pondéral que de création pour leurs petits, d'alimentation lactée assurant les meilleures conditions de leur croissance.

Matériel et méthodes

Animaux expérimentaux et protocole alimentaire

Trente deux (32) chèvres du Sahel burkinabé (Sanfo, 1998) de troisième lactation et d'âge variant entre 4 et 4 ans et demi ont été sélectionnées à partir d'un troupeau de 40 femelles ayant fait l'objet d'une synchronisation d'œstrus par « l'effet mâle- bouc » afin d'obtenir des mises bas groupées en saison sèche. Avant leur mise en saillie, les chèvres avaient été déparasitées à l'aide d'oxfendazole (Synanthic ND) et vaccinées contre la pasteurellose et le charbon symptomatique.

Après leur mise bas, les 32 chèvres ont été réparties au hasard en quatre lots (lots 1, 2, 3 et 4) auxquels ont été affectés quatre régimes de complémentation alimentaire isoazotés combinant différemment du son local de mil et des fanes de niébé (régimes A, B, C et D). Les différents lots ainsi que les régimes alimentaires correspondant sont décrits par le tableau 2.15. Le niveau d'apport protéique complémentaire couvrait 50 % des besoins en matières azotées digestibles (MAD) de production des animaux (Rivière, 1991), estimés à 105 g de MAD par animal et par jour (82 g MAD/kg MS ingérée). Le besoin en énergie a été fixé à 0,78 UF/kg MS ingérée (Morand-Fehr, 1987). Le régime de complémentation du lot 1 (régime A) est identique à celui du lot 2 (régime B) à la seule différence que le régime A assure aux animaux du lot 1 un apport ad libitum de pierre à lécher (de marque Oligosel d'origine belge) et de composition suivante : Na (370 g/kg), Mg (2 400 mg / kg), Fe (700 mg/ kg), Zn (600 mg/ kg), Mn (420 mg/ kg), Cu (100 mg/ kg) et I (28 mg/ kg). L'apport de Ca et P était assuré par le son local de mil et les fanes de niébé si bien que les rations A et B avaient une fourniture identique en ces deux éléments.

Chaque animal ne rentrait en expérimentation qu'à l'issue de 72 heures d'attente post-partum de manière à s'assurer que le maximum de colostrum qui n'est produit que pendant les premiers jours de lactation des sujets, a servi à l'alimentation du chevreau. La

complémentation était apportée aux animaux (par sous-lot de quatre sujets) le soir après que ces derniers aient passé 8 heures au pâturage de 8 à 17 heures comprenant une heure de temps d'abreuvement (entre 12 h 30 et 13 h 30) à la bergerie. Il n'a pas été possible d'effectuer une complémentation individuelle par manque de box individuels.

Tableau 2.15. Composition des rations

	Ration A (lot 1)	Ration B (lot 2)	Ration C (lot 3)	Ration D (lot 4)
Contribution (%) de fanes de niébé et du son local dans l'apport de matière sèche (MS)				
Fanes de niébé	44	44	67	100
Son local de mil	56	56	33	0
Composition (%)				
Matière organique (MO)	93,46	93,46	92,86	92
Matières azotées totales (MAT)	15,17	15,17	15,1	15,09
Cellulose brute (CB)	16,57	16,57	22,82	31,80
Valeur nutritive				
MAD (g/animal/jour) ¹	52,5	52,5	52,52	52,53
Energie (UF/animal/jour) ²	0,431	0,431	0,395	0,343
Ca (g/animal/jour)	1,89	1,89	2,6	3,7
P (g/animal/jour)	2,29	2,29	2,03	1,66
Pierre à lécher	Ad libitum	0	0	0
Quantités distribuées (g)				
Matière sèche ³	578	578	575	571
Matière brute	638	638	636	633
Effectif des chèvres	8	8	8	8

(¹) : Les besoins protéiques de production d'une chèvre ont été estimés à 82 g MAD/kg MS de la ration

(²) : Les besoins en énergie de production d'une chèvre ont été estimés à 0,78 UF/kg MS de la ration

(³) : Les besoins en MS de production ont été fixés à 4,75 % des poids vifs des animaux en s'inspirant des résultats obtenus de Nianogo et Ilboudo (1993).

Contrôle de paramètres

Deux catégories de paramètres ont été mesurés : (i) la production laitière et la composition chimique, (ii) le poids vif des chèvres et la croissance des chevreaux.

Le contrôle laitier qui a duré 13 semaines en saison sèche chaude, a été réalisé de deux manières. D'une part, la quantité de lait obtenue par la traite manuelle réalisée par le berger, selon un rythme de trois jours de mesures par semaine, avec par jour, une mesure le matin et une autre le soir. Une éprouvette graduée en millimètres a été utilisée pour l'évaluation des quantités de lait prélevées par la traite. Il s'est agi également de faire une estimation de la quantité de lait consommée par le chevreau qui a pu se faire grâce à l'équation de corrélation établie par Nianogo et Ilboudo (1993) entre la croissance du chevreau et la consommation du lait de sa mère. Cette équation se présente comme suit :

$$CM = -51,8991P_0 + 4,7041P_{13} + 14,3734P_0 \times P_{13} + 469,2035 \quad (R^2 = 0,897)$$

CM = consommation moyenne de lait par jour en g

P_0 = poids à la naissance du chevreau en kg

P_{13} = poids à la 13^e semaine en kg

Cette équation a été établie par suite de l'utilisation de la méthode de la double pesée, avec des chevreaux nourris uniquement à la mamelle.

Pour le besoin d'application de cette équation, les chevreaux de la présente étude ont été gardés en claustration permanente et séparés des box des mères pendant la durée de l'étude afin d'éviter la consommation d'aliments solides. Pendant les soirées où s'effectuait la complémentation des mères, les chevreaux étaient libérés pour leur tétée, à l'issue de laquelle, on apportait les compléments alimentaires à leur mère. Cette séparation servait également de préparation pour la traite du matin.

Concernant la composition chimique, des échantillons de lait (100 ml par chèvre) ont été prélevés à la 2^e, 4^e, 8^e et 12^e semaines de lactation, traités avec du formol à 10 % et conservés au frais à + 4 ° C jusqu'au dosage des constituants chimiques : extrait sec (ES), matières grasses (MG), matières protéiques (MP) et matières minérales (MM). L'analyse de ces constituants chimiques a été faite selon les méthodes décrites par l'AOAC (1984).

Les mères ont été pesées dans les 24 à 48 heures qui ont suivi la parturition et toutes les deux semaines durant 14 semaines.

Les chevreaux ont été pesés à la naissance (dans les 24 heures suivant la naissance) et une fois par semaine, le matin avant la tétée.

Analyse statistique des données

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide du logiciel R (R development Core Team) en utilisant le modèle aov (analyse de variance) suivi de la méthode de comparaison multiple de moyennes de Tukey. Particulièrement pour les données pondérales des chevreaux, le modèle linéaire mixte a été utilisé où le sexe a été considéré comme une variable prédictive aléatoire. Cela a permis de prendre en compte l'effet du sexe sur les résultats statistiques.

Résultats

Performances laitières

L'incorporation plus importante de concentré sous forme de son local de mil n'a pas eu d'effet significatif sur la production de lait des chèvres (Régimes C et D vs régime A, tableau 2.16). Globalement, le niveau de la production laitière a augmenté avec l'accroissement de l'apport énergétique de la ration (tableau 2.16).

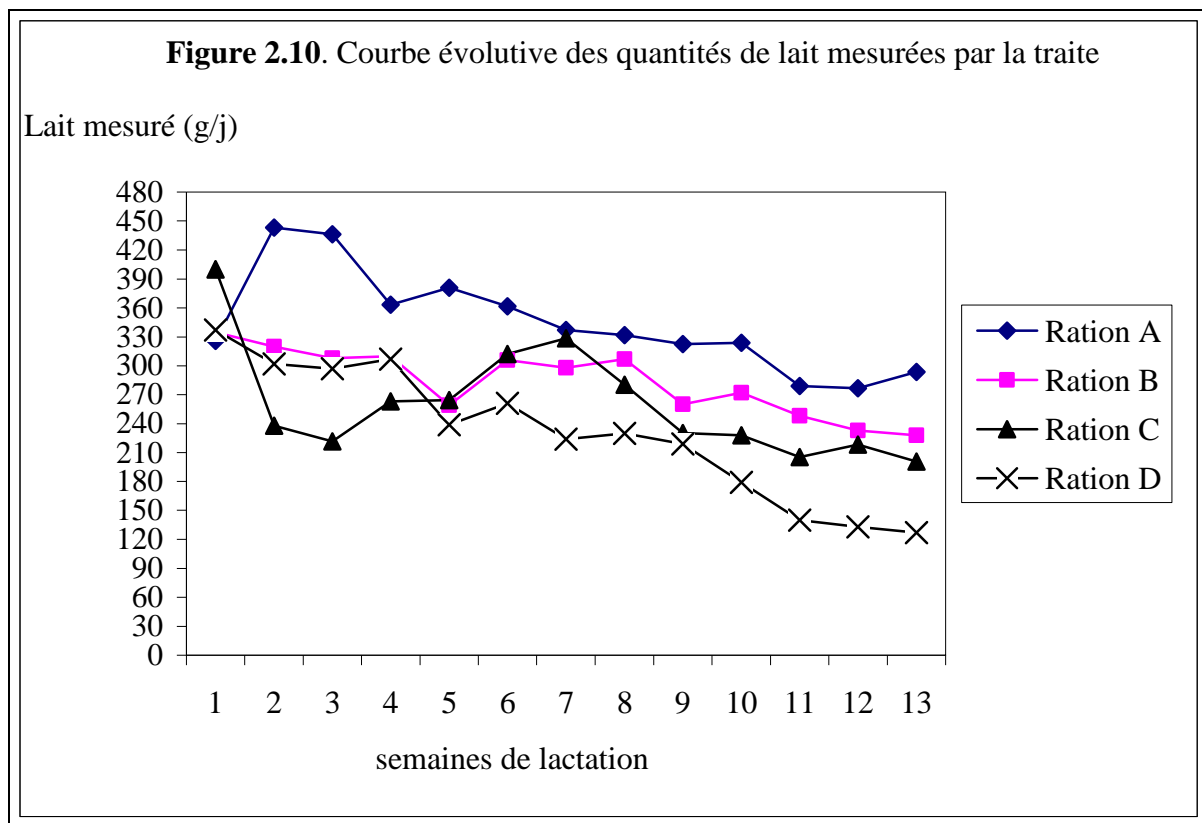
L'adjonction de pierre à lécher (avec une consommation moyenne de 12 g/animal/jour) à la ration A a eu une incidence significativement positive ($p < 0,05$) sur la production laitière des animaux du lot 1 comparativement à celle récoltée sur les animaux du lot 2. Cela correspond pour ce lot 1 à une production totale journalière par animal de 882 g contre des productions de 756 pour le lot 2. Cette augmentation significative de production laitière du lot 1 est d'environ 12 % par rapport à la production moyenne des autres lots.

Les quantités totales de lait produites ont été significativement ($p < 0,05$) plus élevées au niveau de la ration A comparativement aux autres rations (tableau 2.16).

La quantité de lait mesurée par la traite manuelle (traite du berger) représente en moyenne 33 % de la production totale de lait estimée (quantité traite + quantité estimée pour la consommation du chevreau). Calcule par lot, cette production estimée par la traite est de 41, 35, 29 et 28 % respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4.

Les courbes évolutives de la production de lait dans chaque lot, évaluée par la traite manuelle, sont représentées par la figure 2.10. La courbe représentant les quantités de lait mesurées au niveau de la ration A montre une augmentation brusque de la production de lait à la deuxième semaine, suivie d'une phase descendante à partir de la troisième semaine. Les trois autres courbes présentant des évolutions irrégulières avec pour certaines (rations B et C) des ascendances en milieu de lactation.

La composition en ES, MG, MP et MM du lait n'a pas été significativement influencée par les rations de complémentation (tableau 2.16). Néanmoins, les teneurs en MG et MP sont globalement plus intéressantes pour les lots 2, 3 et 4.



Performances pondérales

On note un effet significatif de l'apport minéral sur les performances pondérales des chèvres (tableau 2.16). En effet, les animaux du lot 1 qui ont bénéficié de la complémentation minérale ont exprimé un GMQ positif de +7,60 g comparé aux GMQ négatifs enregistrés avec leurs homologues dont les valeurs sont respectivement de -18,3 ; -26,3 et -23,7 g pour les lots 2, 3 et 4.

La croissance des chevreaux n'a pas été significativement affectée par le régime d'alimentation de leurs mères (tableau 2.16). Par contre, la croissance des chevreaux dont les

mères ont été alimentées sous le régime A, est plus intéressante. Indifféremment du sexe, on enregistre chez ces derniers un GMQ de 50,1 g contre des GMQ de 46,5 ; 39,1 et 36,8 g pour respectivement les chevreaux dont les mères ont été nourries aux régimes B, C et D. Les poids vifs des chevreaux à la douzième semaine sont respectivement de $6,62 \pm 1,7$; $6,1 \pm 2,13$; $5,2 \pm 1,17$; $5,75 \pm 1,15$ kg pour les lots 1, 2, 3 et 4.

La figure 2.11 montre l'avance de croît prise par les chevreaux du lot 1 dès la deuxième semaine après la naissance pour se maintenir tout au long du suivi. En 13 semaines, les chevreaux du lot 1 ont gagné 3,32 fois leur poids de naissance contre des valeurs respectives de 3,29 ; 2,70 et 2,37 pour les chevreaux des lots 2, 3 et 4. Globalement la croissance pondérale des chevreaux mâles a été plus élevée comparativement à celle des femelles (figure 2.12).

Les indices de consommation, c'est-à-dire la quantité de lait nécessaire par unité de gain de poids du chevreau, ont été de $11,09 \pm 3,9$; $11,59 \pm 1,69$; $13,17 \pm 2,01$ et $13,92 \pm 2,19$ pour respectivement les régimes A, B, C et D, ce qui traduit de meilleurs rendements pour les régimes A et B.

Figure 2.11. Courbe évolutive de la croissance pondérale des chevreaux

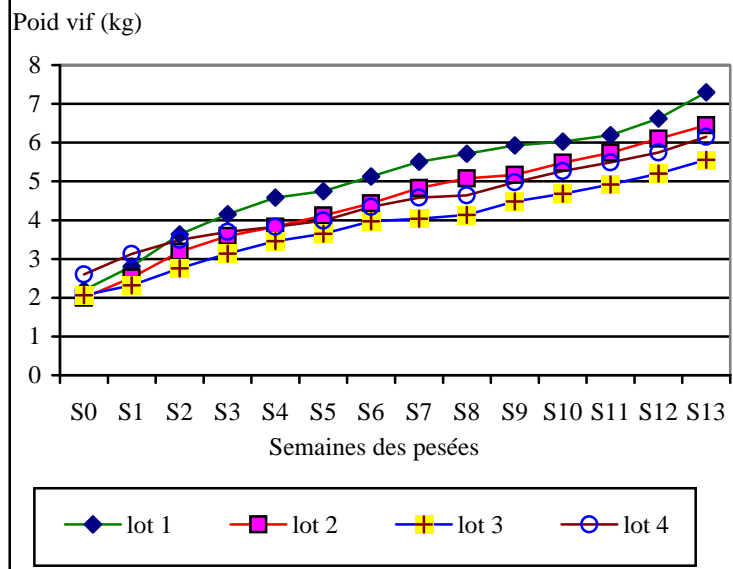


Figure 2.12. Evolution pondérale des chevreaux selon le sexe

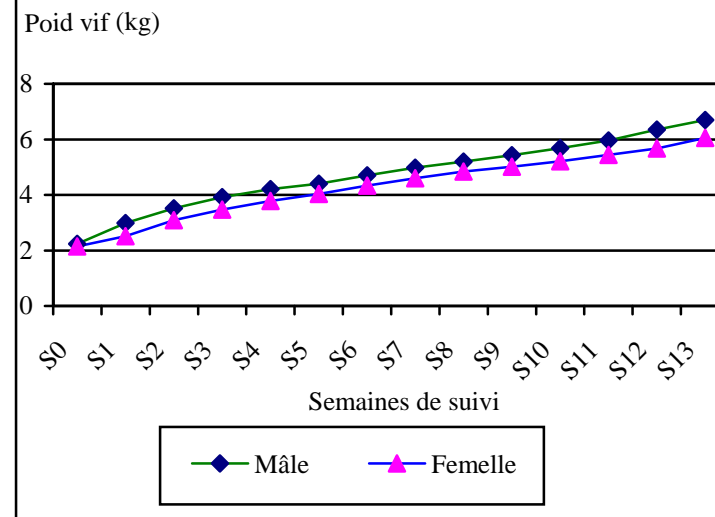


Tableau 2.16. Performances laitières et pondérales des chèvres et croissance de leurs petits

	Ration A	Ration B	Ration C	Ration D
<i>Quantités de lait</i>				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Quantité de lait traite (g/mère/jour)	358 ± 62 ^a	267 ± 70 ^{a b}	215 ± 32 ^b	197 ± 76 ^b
Quantité de lait consommée par le chevreau (g/jour)	583 ± 68 ^a	534 ± 38 ^b	515 ± 33 ^b	512 ± 31 ^b
Quantité totale de lait produite (g/mère/jour)	882 ± 67 ^a	756 ± 63 ^b	731 ± 55 ^b	709 ± 92 ^b
Quantité totale de lait produite en 13 semaines (kg/mère)	80 ± 06 ^a	69 ± 05 ^b	67 ± 05 ^b	65 ± 08 ^b
<i>Composition chimique de lait (%)</i>				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Extrait sec (ES)	13,86 ± 1,46 ^a	13,30 ± 1,60 ^a	12,94 ± 1,14 ^a	13,54 ± 1,56 ^a
Matières grasses (MG)	3,96 ± 0,86 ^a	4,01 ± 0,89 ^a	4,05 ± 0,81 ^a	4,16 ± 0,73 ^a
Matières protéiques (MP)	3,91 ± 0,70 ^a	3,94 ± 0,59 ^a	3,96 ± 0,51 ^a	3,93 ± 0,55 ^a
Matières minérales (MM)	0,83 ± 0,02 ^a	0,79 ± 0,03 ^a	0,77 ± 0,04 ^a	0,77 ± 0,05 ^a
<i>Performances pondérales des mères</i>				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Poids initial (kg/animal)	27,53 ± 2,01 ^a	27,58 ± 4,02 ^a	26,04 ± 4,50 ^a	26,38 ± 3,83 ^a
Poids final (kg/animal)	28,23 ± 2,97 ^a	25,91 ± 3,29 ^b	23,64 ± 4,67 ^b	24,22 ± 2,99 ^b
GMQ (g/animal)	7,6 ± 15,9 ^a	-18,3 ± 23,3 ^b	-26,3 ± 31,1 ^b	-23,7 ± 16,2 ^b
<i>Performances pondérales des chevreaux</i>				
Nombre de sujets par lot	9 (2M+7F)	8 (4M+4F)	10 (3M+7F)	9 (4M+5F)
Poids à la naissance (kg/animal)	2,20 ± 0,47 ^a	2,00 ± 0,41 ^a	2,01 ± 0,62 ^a	2,56 ± 0,63 ^a
Poids à 4 semaines (kg/animal)	3,63 ± 0,51 ^a	3,43 ± 0,55 ^a	2,94 ± 0,70 ^a	2,97 ± 0,62 ^a
Poids à 13 semaines (kg/animal)	6,75 ± 1,85 ^a	6,23 ± 2,17 ^a	5,56 ± 1,14 ^a	5,91 ± 1,67 ^a
GMQ (g/chevreau)	50,7 ± 17,3 ^a	46,5 ± 22,5 ^a	39,1 ± 16,6 ^a	36,8 ± 14,2 ^a

NB: Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différents diffèrent significativement au seuil de 5 %

M = mâle ; F = femelle

Discussion

Performances laitières

Même si cela apparaît non significatif, nos résultats indiquent un effet positif mais non significatif de l'apport énergétique sur la production laitière. En effet, après l'apport hydrique, le deuxième élément auquel la production lactée reste très sensible est l'apport énergétique qui, lui même, dépend en grande partie du niveau d'ingestion de matière sèche (Ouédraogo, 1990 ; Le Gal et Planchenault, 1993). Plusieurs auteurs ont abordé cette question d'apport énergétique et ont pu mettre en évidence son effet significativement positif sur la production laitière des ruminants (Ilboudo, 1991 ; Morand-Fehr *et al*, 1991 ; Le Gal et Planchenault, 1993 ; Ouédraogo/Iompo *et al*, 2000 ; Rouel *et al*, 2000). L'absence d'effet significatif dû à l'apport énergétique dans notre étude confirme les observations faites par Nianogo et Ilboudo (1993) sur le fait que de faibles fluctuations dans l'apport énergétique n'ont aucune incidence significative sur la production lactée de la chèvre du Sahel burkinabé. Il semble que pour les races de chèvre à faible potentiel laitier comme celle de la présente étude, l'augmentation des apports énergétiques n'induit pas nécessairement une amélioration quantitative de la production laitière des sujets, mais entraîne plus une amélioration du taux protéique du lait qui reste très sensible à l'apport énergétique (Morand-Fehr *et al*, 1991 ; Rousselot, 1997). C'est à cette conclusion qu'est parvenu Yoni (1989) lorsqu'il a étudié la production laitière de la brebis Mossi à partir des rations d'apports énergétiques différents.

Néanmoins, Ouédraogo (1990) a pu relever au cours de ses travaux, une amélioration de plus de 15 % de la production laitière de chèvres recevant du concentré en tant que source d'énergie avec un niveau d'apport de 30 % de leurs besoins, comparativement à celle de leurs homologues complémentées seulement à hauteur de 10 % de leurs besoins. Cependant, l'auteur a relevé que cet effet qui était perceptible dans les premières semaines de lactation, est devenu très faible vers la fin de la lactation des sujets étudiés.

Sur des chèvres beaucoup plus productrices en lait comme les chèvres Tswana du Botswana, des auteurs (Adogla-Bessa et Aganga, 2000) ont relevé un effet significatif de l'alimentation énergétique sur la production laitière des sujets qui ont fait l'objet de leur recherche. Ces derniers ont enregistré par la traite manuelle une production moyenne journalière par animal de 720, 530 et 470 g pour respectivement les chèvres alimentées en régimes d'apport dits de niveau haut, moyen et bas et assurant des couvertures de 21,8, 15,9 et 11,6 MJ d'énergie métabolisable (EM).

L'apport des minéraux est indispensable pour assurer une utilisation optimale de l'énergie et de l'azote par les sujets en lactation (Gnanda *et al*, 2002). En effet, les minéraux, notamment les éléments majeurs comme le Na, le K, agissent en synergie avec le lactose pour assurer l'osmolarité dans la sécrétion lactée et contrôler la production quantitative et même qualitative du lait (Clos et Muller, 1998 ; Rousselot, 1997).

Les quantités de lait obtenues par la traite manuelle dans cette étude (358, 267, 215 et 197 g/j) sont globalement plus élevées que celles rapportées sur des sujets de même race (Gnanda *et al*, 2002). Ces auteurs ont enregistré une production journalière de 135 g de lait pour les animaux témoins et de 232 g pour ceux soumis à la complémentation. Les présents résultats sont également plus élevés que ceux communiqués par Waelti *et al* (2003a) sur les chèvres sahéliennes du Mali (155 g/animal/j selon un rythme d'une traite dans la journée). Au regard des résultats obtenus sur les chèvres sahéliennes du Sénégal (Cissé *et al*, 1996b) et ceux récoltés sur les chèvres sahéliennes du Tchad (Bourzat et Koussou, 1994), les quantités de lait

traites des chèvres alimentées avec régime A apparaissent plus intéressantes comparativement à celles obtenues par ces auteurs dont les moyennes sont respectivement de 323,5 et 318,3 g par animal et par jour.

Quant à la quantité totale de lait produite (quantités traites + quantités estimées pour la consommation du chevreau), les valeurs obtenues sont comparables à celles rapportées par Nianogo et Ilboudo (1993) et celles enregistrées également par Ouédraogo/Lompo *et al* (2000). L'avance significative de la production de lait des chèvres soumises à la ration A semble être en conformité avec les effets de ce régime sur la croissance des petits.

Les quantités de lait obtenues par la traite dans cette étude (33 % de la production totale estimée) se trouvent être à la borne inférieure de la fourchette de 40 à 70 % des possibilités d'extraction de lait par la traite manuelle, communiquée par d'autres auteurs sur la même race (Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000). Cela peut se justifier par le fait que cette fourchette de 40 à 70 % à laquelle font allusion les auteurs ci-dessus mentionnés, se rapporte notamment aux situations de traite totale. La traite dans le cas présent est partielle surtout qu'elle a été réalisée par le berger qui a plutôt fait un prélèvement en tenant compte de la ration du chevreau. D'ailleurs, pour des résultats se rapportant au milieu paysan, Bourzat et Koussou (1994) relèvent un taux inférieur à la moyenne enregistrée dans la présente étude (27 %).

Concernant les pics de lactation, la littérature (Ilboudo, 1991 ; Cissé *et al*, 1996b ; Koussou, 2000 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000) montre que ce pic est atteint entre deux et trois semaines chez les chèvres laitières sahéliennes. Les quantités de lait obtenues dans la présente étude avec la ration A semblent être en accord avec cette donnée de littérature.

Les résultats sur la composition chimique du lait semblent traduire le fait que plus une chèvre produit du lait, plus les taux butyreux et protéiques sont faibles (Le Gal et Planchenault, 1993). En effet, comme les résultats l'indiquent, la plus faible concentration en ces deux éléments est enregistrée avec les chèvres soumises au régime A qui ont une production laitière significativement supérieure à celles de leurs homologues des trois autres lots.

Les taux de matières grasses relativement plus importants au niveau des lots 2, 3 et 4 concordent avec les observations de Rousselot (1997) selon lesquelles les rations de faible valeur nutritive qui ne permettent que de faibles productions de lait, se traduisent sur le plan de la composition du lait, par des augmentations de la proportion de matières grasses.

Les valeurs de la composition chimique du lait obtenues dans la présente étude sont comparables à celles rapportées par d'autres auteurs qui ont eu à travailler sur la même race caprine (Cissé *et al*, 1996b ; Ilboudo, 1991 ; Nianogo et Ilboudo, 1993 ; Waelti *et al*, 2003a). Cependant, en utilisant des graines de coton comme source d'énergie dans le rationnement des chèvres de la même race sahélienne du Burkina, Ouédraogo/Lompo *et al* (2000) sont parvenus à des valeurs moyennes de 15,4 ; 5,4 ; 3,42 et 0,77 % pour respectivement les ES, les MG, les MP et les MM.

Les chiffres rapportés sur les chèvres locales burundaises sont de 11,2 ; 3,1 et 3,5 respectivement pour les ES, les MG et les MP (Mbayahaga *et al*, 1994). Ce qui semble proche des valeurs enregistrées dans cette étude sur ces éléments.

Les taux butyreux et protéiques enregistrés à l'issue de cette expérimentation, sont supérieurs aux valeurs rapportés sur les chèvres Alpines (Rouel *et al*, 2000), ce qui rejoint l'observation selon laquelle les chèvres de races locales tropicales compensent partiellement leur faible production par une concentration lipidique et protéique de leur lait (Le Gal et Planchenault, 1993).

Performances pondérales

L'effet significativement positif de la complémentation minérale sur les performances pondérales des chèvres en période de lactation a déjà été relevé par plusieurs auteurs (Gnanda *et al*, 2002 ; McDowell *et al*, 1984). Les carences en certains oligo-éléments tels que le cuivre, le zinc et l'iode entraînent des déficiences de croissance et provoquent parfois de la cachexie chez les animaux. Or, il est bien connu que les pâturages sahéliens sont pauvres en ces éléments, notamment la plupart de ceux qui sont disponibles en période sèche de l'année (Conrad *et al*, 1985 ; Guérin, 1988 ; Morand-Fehr et Sauvante, 1980).

La complémentation minérale a également l'avantage de favoriser une utilisation efficace de l'énergie et de l'azote par les animaux (Gnanda *et al*, 2002). Cela leur permet de réduire la mobilisation de leurs réserves corporelles en cas de déficiences alimentaires et d'être dans de meilleures conditions de croît ou simplement d'éviter la perte de poids.

Les GMQ des mères, enregistrés lors de cette étude sont comparables à ceux calculés sur les mêmes chèvres (Gnanda *et al*, 2002). Ils sont en deçà de ceux rapportés sur la même race par Ilboudo (1991) et Ouédraogo/Lompo *et al* (2000) dont les moyennes respectives sont de 16 et 27 g par jour.

Les travaux réalisés sur les chèvres Tswana (Adogla-Bessa et Aganga, 2000 ; Mbayahaga *et al*, 1994) ont montré également que c'est à partir d'un certain niveau d'apport suffisant de complément qu'il a été possible d'induire un gain pondéral positif aux sujets étudiés. Ainsi, avec des niveaux d'apport de 0, 300 et 600 g de fanes d'arachide, Mbayahaga *et al* (1994) ont enregistré des GMQ respectifs de -72,8 ; -3,3 et 41,3 g. Pour ces réponses pondérales des chèvres laitières au niveau d'apport de complément, l'on doit tenir compte du fait qu'elles dépendent également de la qualité de l'offre des pâturages pour les cas où les sujets y séjournent avant de recevoir leurs compléments.

L'avance positive de croît des chevreaux du lot 1 peut s'expliquer par les meilleures productions laitières de leur mère en accord avec l'argumentation de certains auteurs (Adogla-Bessa et Aganga, 2000 ; Bourzat et Koussou, 1994) selon laquelle la croissance des jeunes est un bon indicateur de la productivité laitière de la population mère. Elle reflète donc la valeur laitière de la mère, notamment au cours des premières semaines de la vie du chevreau. Les résultats des indices de consommations des jeunes rendent bien compte de la supériorité nutritive du lait des chèvres alimentées au régime A. Cela peut justifier en partie par le fait que les chevreaux de ce régime ont consommé plus de matières sèches avec une alimentation lactée plus riche en minéraux. Le rôle des minéraux dans la croissance des jeunes sujets n'est plus à démontrer puisque ce sont eux, en particulier le Ca, le P et le Mg qui assurent l'essentiel de la croissance et du développement du squelette.

Les GMQ des chevreaux calculés dans cette étude sont comparables à ceux rapportés par Ouédraogo/Lompo *et al* (2000). Ils restent cependant moins performants que ceux enregistrés par Ilboudo (1991), de même que ceux évalués par Nianogo et Ilboudo (1993). Le GMQ moyen enregistré par les derniers auteurs est de 65,8 g par jour. Toutefois, il faut relever que dans le cadre des travaux de Nianogo et Ilboudo (1993) comme ceux de Ilboudo (1991), les chevreaux avaient accès à toute la production de leur mère étant donné que les auteurs ont utilisé la méthode de la double pesée pour évaluer la production de lait.

Conclusion

Malgré le faible impact des fluctuations des niveaux d'apports énergétiques sur la production laitière des chèvres de cette étude, l'on peut, au regard des tendances à l'amélioration de la

production enregistrée, envisager qu'avec des niveaux de couverture énergétique plus importants, l'on parvienne à susciter une augmentation significative de production chez la chèvre du Sahel burkinabé.

Les résultats de cette étude montrent qu'avec une bonne combinaison des ressources locales, on améliore de façon importante la production laitière de la chèvre locale du Sahel burkinabé en saison sèche. Il ressort cependant que même si l'on peut agir sur les apports énergétiques et protéiques pour améliorer la productivité laitière des chèvres, il est nécessaire d'associer la complémentation minérale afin de parvenir à des effets significatifs sur les performances des animaux.

Le rôle indispensable de la complémentation minérale dans la production laitière de la chèvre sahéenne du Burkina, mis en relief dans cette expérimentation recommande, au regard du fait que les pierres à lécher industrielles sont peu accessibles aux éleveurs sahéens, que l'on puisse étudier les possibilités de proposer à ces derniers des blocs multinutritionnels à base d'intrants locaux.

3.2.3. Influence de l'utilisation d'un bloc alimentaire en complément de rations à base de ressources locales sur la lactation de la chèvre du Sahel burkinabé

Résumé

Deux lots de huit chèvres chacun (lots 1 et 2) ont été nourris totalement à l'auge et deux autres lots du même nombre de chèvres chacun (lots 3 et 4) ont été complétés à hauteur de 50 % des besoins en matière sèche, en énergie et en azote de ces dernières. Que ce soit le mode intensif (lots 1 et 2) ou le mode semi-intensif (lots 3 et 4), les besoins des animaux ont été couverts à l'aide de l'utilisation combinée des aliments suivants : graines de coton (37 %), son local (33 %), fanes de niébé (12,5 %) et paille de sorgho (17,5 %). Par ailleurs, les animaux des lots 3 et 4 ont été suivis pendant leur pâture pour apprécier les fourrages prélevés ainsi que leur qualité. Les résultats montrent que les feuilles de ligneux ont représenté la plus grande part de fourrages prélevés par les chèvres (58 % des fourrages exploités) et les fourrages prélevés ont présenté des compositions moyennes de 145 g/kg MS (MAT) ; 3,33 g/kg MS (phosphore) ; 9,97 ppm (cuivre) ; 23,9 ppm (zinc) et 78,25 ppm (manganèse). La glycémie a été globalement basse pour tous les lots, avec la plus faible valeur enregistrée dans le lot 4 (19,34 mg/100 ml en moyenne). Par contre, le taux d'urée sérique a été assez élevé pour tous les quatre régimes alimentaires. Les teneurs sanguines aussi bien en triglycérides qu'en lipides totaux des animaux ont été également élevées. Les GMQ les plus élevés ont été obtenus avec les sujets dont les rations étaient associées à la complémentation minérale (lots 2 et 4). Les chevreaux de ces lots ont exprimé des gains moyens quotidiens plus intéressants : en moyenne 38,5 et 45,83 g pour respectivement les lot 2 et 4 contre des gains quotidiens de 33,93 et 36,68 g pour les lots 1 et 3 respectivement. L'adjonction du bloc multinutritionnel aux lots 2 et 4 a permis une légère amélioration de l'ingestion des rations et une production de lait plus élevée ; l'effet n'est pas significatif sans ocytocine. Mais il est de 52 % (lot 2) ou 19 % (lot 3) en plus avec ocytocine. La quantité de lait mesurée par la traite avec injection de l'ocytocine a été significativement ($P < 0,01$) plus élevée que celle obtenue de la traite simple + consommation du cheveau. Le mode de rationnement a eu un effet significatif sur la production de lait : 1413 g/j/animal pour les chèvres en régime de rationnement complémentaire (lots 3 et 4 confondus) contre en moyenne 1069 g/j/animal pour celles nourries en régime de rationnement complet (lots 1 et 2 confondus). Les matières utiles du lait (MG+MP+MM) ont été améliorées.

Mots clés : Bloc multinutritionnel, Chèvre du Sahel, Production laitière, mode de conduite, ocytocine

Introduction

Dans les régions à climat sec comme celle du Sahel burkinabé, l'amélioration de l'élevage caprin dépend en partie de la possibilité d'une utilisation optimale des fourrages pauvres produits localement tels que les sous-produits de culture qui font aujourd'hui l'objet de stockage par les éleveurs pour la complémentation de leurs animaux (Hadjipanayiotou *et al*, 1993a ; Moujahed *et al*, 2003a ; Zoundi *et al*, 2003b).

Plusieurs travaux (Hadjipanayiotou *et al*, 1993b ; Habib *et al*, 1994 ; Moujahed, 1999 ; Moujahed *et al*, 2000 ; Moujahed *et al*, 2003b) ont pu mettre en relief sur d'autres ruminants comme les ovins et les bovins, les possibilités d'amélioration de l'ingestion, de la digestibilité et de la valeur alimentaire des résidus de culture lorsque ces derniers sont supplémentés avec des blocs multinutritionnels. Les principaux avantages de cette technique d'alimentation résident dans l'amélioration de la fermentation des parois végétales et de la croissance microbienne par un apport synchronisé et réparti sur la journée d'azote et d'énergie fermentescibles, de minéraux et de vitamines (Moujahed *et al*, 2003a ; Zoundi *et al*, 2003a). Malgré les aptitudes de la chèvre à pouvoir utiliser les fourrages pauvres et riches en fibres comparativement aux bovins et aux ovins (Tisserand et Masson, 1989 ; Tezenas du Montcel, 1991 ; Lindela et Lewis, 1995 ; Bosma et Bicaba, 1997 ; Nguyen, 1998 ; Moujahed *et al*, 2003b ; Odeyinka *et al*, 2003 ; Gnanda *et al*, 2005b), un accroissement de ce potentiel par l'adjonction de compléments multinutritionnels à la ration peut représenter un grand intérêt dans la recherche de l'amélioration de la productivité animale. En matière de production laitière, en plus des besoins en énergie et en azote à couvrir, il est nécessaire que certains minéraux comme le sodium, le chlore, le potassium soient apportés ; ces éléments contribuant à la régulation osmotique intra-mammaire des animaux et participant au contrôle de la production quantitative du lait en synergie avec le lactose.

L'objet de cette étude est d'évaluer l'impact de l'utilisation de blocs multinutritionnels sur la valorisation de ressources alimentaires locales, notamment les résidus de culture dans le rationnement des chèvres laitières du Sahel burkinabé et sur son rendement laitier en régime d'alimentation complète et semi-complète.

Matériel et méthodes

Animaux et protocole alimentaire

Trente deux (32) chèvres du Sahel burkinabé (entre 1^{er} et 4^e rang de mise bas) et d'âge variant entre 3 et 6 ans et demi ont été utilisées pour cette étude. Ces animaux, après leur mise bas, ont été répartis suivant leur rang de mise bas et leur poids post-partum, en quatre lots correspondant à quatre régimes alimentaires tels que décrits par le tableau 2.17. Les animaux des lots 1 et 2 ont été nourris uniquement à l'auge avec une ration complète (conduite intensive) alors que ceux des lots 3 et 4 ont été conduits au pâturage pendant 8 heures par jour et ont reçu à leur retour une complémentation alimentaire à la hauteur de 50 % de leurs besoins en MS, en énergie et en azote (conduite semi-intensive). Cette complémentation a utilisé les mêmes aliments que ceux qui ont servi à la formulation de la ration pour les deux premiers lots (lots 1 et 2).

Les besoins en matière sèche de production des animaux ont été fixés à 4,75 % de leur poids vif, en s'inspirant des résultats obtenus par Nianogo et Ilboudo (1993). Leurs besoins

journaliers en énergie et en matières azotées correspondaient respectivement à 0,86 UF/kg de MS (Morand-Fehr *et al.*, 1987) et 146 g de MAB/kg MS (Rivière, 1991). Ces besoins ont été couverts à l'aide de l'utilisation combinée des aliments suivants : graines de coton (37 %), son local (33 %), fanes de niébé (12,5 %) et paille de sorgho (17,5 %). La table alimentaire de Rivière (1991) a servi à la détermination de la composition chimique des aliments ci-dessus utilisés.

Le bloc multinu nutritionnel dont l'effet a été étudié dans cette recherche a été fabriqué artisanalement avec les ingrédients suivants : 25 % de son local, de 20 % de sel iodé, de 20 % de calcaire, de 10 % de gousses de *Acacia raddiana*, de 10 % de cosses de niébé, de 10 % de ciment et de 5 % de poudre d'os.

L'eau d'abreuvement a été distribuée à raison de 5 litres jour et par sujet pour ce qui est des animaux des lots 1 et 2 et à volonté (*ad libitum*) pour les animaux des lots 3 et 4.

La collecte de données s'est étalée sur une période de 7 mois, de décembre à juin. Cela tient du fait que les 32 chèvres n'ont pas mis bas au même moment alors que quelle que soit sa date de mise bas, la production laitière de chaque a été suivie pendant 12 semaines.

Tableau 2.17. Constitution des lots et apports alimentaires

		Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)
Conduite alimentaire					
Pâturage naturel		non	non	oui	oui
Alimentation à l'auge	<i>100% des besoins en M.S.</i>	oui	oui	non	non
	<i>50% des besoins en M.S.</i>	non	non	oui	oui
Apports alimentaires					
Matières brutes (g/animal/jour)		1185 ± 187	1273 ± 228	700 ± 160	670 ± 128
Matières sèches (g/animal/jour)		1080 ± 170	1156 ± 264	636 ± 148	612 ± 117
Matières azotées brutes (g/animal/jour)		158 ± 25	169 ± 40	93 ± 22	90 ± 17
Energie (UF/animal/jour)		0,93 ± 0,15	1 ± 0,24	0,55 ± 0,13	0,53 ± 0,1
Calcium des aliments (g/animal/jour)		3,46 ± 0,56	3,75 ± 0,85	2,06 ± 0,48	1,97 ± 0,38
Phosphore des aliments (g/animal/jour)		5,18 ± 0,82	5,55 ± 1,30	3,04 ± 0,71	2,93 ± 0,56
Apport minéral (bloc multinu nutritionnel)		0	Ad libitum	0	Ad libitum
Nombre de chèvres		8	8	8	8

NB : Les lettres A, B, C et D entre parenthèse désignent les appellations des rations appliquées à ces lots.

Paramètres mesurésA la bergerie

- **Evaluation de la production de lait** : cette évaluation qui a démarré dès la première semaine de la mise bas (3 à 4 jours après la mise bas de chaque animal), a été réalisée de deux manières : la traite manuelle simple et la traite manuelle après injection d'ocytocine (Syntocinon ND, 5 U.I./ml) selon le procédé décrit par Coombe *et al* (1960). Cette évaluation a couvert 12 semaines de lactation pour chaque chèvre. L'évaluation de la production de lait par l'utilisation d'ocytocine a concerné quatre animaux de chacun des quatre lots (16 animaux au total) et a été effectuée une fois par semaine. Elle s'est effectuée de la manière suivante :

- une première traite est effectuée immédiatement après injection intraveineuse de 1 ml d'ocytocine ;
- une deuxième traite est réalisée cinq minutes après la première, immédiatement après injection de 0,5 ml d'ocytocine ;
- une troisième traite est réalisée deux heures après la deuxième, à l'issue de l'injection de 1 ml d'ocytocine ;
- une dernière et quatrième traite est effectuée cinq minutes après la troisième, suite à l'injection de 0,5 ml d'ocytocine.

La quantité de lait obtenue aux deux dernières traites a été additionnée et multipliée par douze pour donner la production en 24 heures. La production laitière des quatre (4) autres animaux de chaque lot a été évaluée par traite manuelle simple réalisée par le berger selon un rythme de deux jours de mesures par semaine, avec par jour, une mesure le matin et une autre le soir. A la fin des 12 semaines de mesure, une estimation de la quantité de lait consommée par le chevreau dont les mères ont fait l'objet de traite manuelle simple a été réalisée en utilisant l'équation de régression (A) établie par Nianogo et Ilboudo (1993) entre la croissance du chevreau et la consommation du lait de sa mère.

$$(A) \text{ CM} = -51,8991P_0 + 4,7041P_{12} + 14,3734P_0 \times P_{12} + 469,2035 \quad (R^2 = 0,897)$$

où CM = consommation moyenne de lait par jour en g

P₀ = poids à la naissance du chevreau en kg

P₁₂ = poids à la 12^e semaine en kg

Les chevreaux de l'essai ont été gardés en claustration permanente et séparés des box des mères pendant la durée de l'étude afin d'éviter la consommation d'aliments solides.

- **Prélèvements d'échantillons de lait** : des échantillons de lait (100 ml par animal) ont été prélevés sur tous les sujets à la 2^e, 4^e, 8^e et 12^e semaine de lactation et ont fait l'objet d'analyse de composants essentiels : extraits secs (ES), matières grasses (MG), matières protéiques (MP), matières minérales (MM).

- **Pesées et mesures métriques des animaux** : les chèvres mères ont été pesées après leur mise bas (au bout de 24 à 48 heures après la mise bas), puis une fois par mois durant le suivi. Au moment de la prise de poids post-partum, les chèvres ont également fait l'objet de relevés de mensurations (longueur et circonférence de la mamelle) afin d'établir les corrélations entre quantité de lait produit et caractéristiques métriques des mamelles ainsi que leur poids après mise bas. Les chevreaux ont été pesés chaque semaine.

- **Prélèvements d'échantillons de sang** : des prélèvements de sang ont été réalisés le matin avant la prise alimentaire, la première semaine de lactation, puis une fois par mois sur tubes à

héparine. Les plasmas ont été recueillis après centrifugation à 5 000 t/min. Les analyses de laboratoire ont porté sur les éléments biochimiques suivants : glycémie (glucose), azotémie (urée), triglycérides et lipides totaux.

- **Mesure de refus** : Les refus d'aliments et d'eau ont été mesurés chaque jour, 24 heures après leur distribution. L'état de la consommation des blocs a été apprécié par des suivis et des pesées bihebdomadaires.

- **Appréciation de la qualité du rationnement des animaux** : des prélèvements d'échantillons d'aliments (y compris les blocs) ont été effectués pour des analyses chimiques.

Suivi des animaux aux pâturages

Ce suivi s'est effectué avec les 16 chèvres de la conduite semi-intensive (chèvres des lots 3 et 4). Il a été réalisé une fois par mois et a consisté à suivre ces animaux pendant leurs 8 heures de pâture afin de repérer les parties ou les organes des plantes les plus consommés et d'en faire des prélèvements afin d'apprécier leur fréquence d'utilisation. La qualité de l'offre alimentaire des espaces pâturés a été évaluée par des analyses bromatologiques des échantillons de fourrages prélevés.

Méthodes d'analyses chimiques de laboratoire

Analyses des échantillons d'aliments et des éléments du bloc multinutritionnel

Les échantillons de fourrages prélevés aux pâturages et ceux des rations étudiées en station ont été analysés pour les éléments suivants : matière azotée, matière organique, phosphore, cuivre, zinc et manganèse. Les éléments suivants de bloc ont été déterminés au niveau chimique : matière azotée, matière organique, phosphore, cuivre, zinc, manganèse, soufre, calcium, potassium, magnésium, iode et chlore.

Le dosage de l'azote et du phosphore a été réalisé suivant la méthode colorimétrique au spectrophotomètre en utilisant le molybdate d'ammonium comme indicateur pour le phosphore et le réactif de Nessler pour l'azote. Celui du cuivre, du zinc, du manganèse, du calcium et du magnésium a été effectué directement au spectrophotomètre à absorption atomique (AAS). Le potassium a été attaqué de la même manière que l'azote et le phosphore et la lecture faite au spectrophotomètre à flamme. L'iode a été extrait à l'eau chaude et dosé à l'aide du thiosulfate de sodium en présence d'amidon comme indicateur. Le chlore a été dosé par argentimétrie.

Analyses des éléments biochimiques

Ces analyses ont porté sur l'urée comme indicateur du statut azoté, le glucose comme indicateur du statut énergétique, les triglycérides et les lipides totaux comme indicateurs non seulement du statut énergétique mais également de l'état de mobilisation des réserves corporelles des animaux.

Le dosage de l'urée, du glucose et de celui des triglycérides, a utilisé le test colorimétrique enzymatique grâce aux procédés et aux réactifs du laboratoire Bio-direct de La Villeneuve de France. Les lipides totaux ont été déterminés par le test colorimétrique utilisant la phosphovanilline comme réactif.

La lecture de densité optique de ces tests a été réalisée sur spectrophotomètre de masse de type Seconan à source ionisante au plasma d'argon.

Détermination de la composition chimique du lait

La matière sèche a été déterminée par séchage du lait dans une étuve à 105° C pendant 24 heures et les cendres totales (minéraux) par incinération directe d'échantillons de lait au four à moufle.

La matière azotée a été dosée par la méthode de Kjeldhal.

La méthode Babcock a été utilisée pour la détermination de la matière grasse (AOAC, 1984). Cette méthode consiste à effectuer un mélange de 17,6 ml de lait avec 17,5 ml d'acide sulfurique à 91% dans un tube Babcock. Le contenu du tube est centrifugé pendant 7 min, 3 min et 1 min avec ajout de l'eau à 60° C après chaque étape de centrifugation. Le tube Babcock, après la dernière centrifugation est placé au bain-marie pendant 5 à 10 min et la matière grasse est obtenue par lecture directe à l'aide d'un compas.

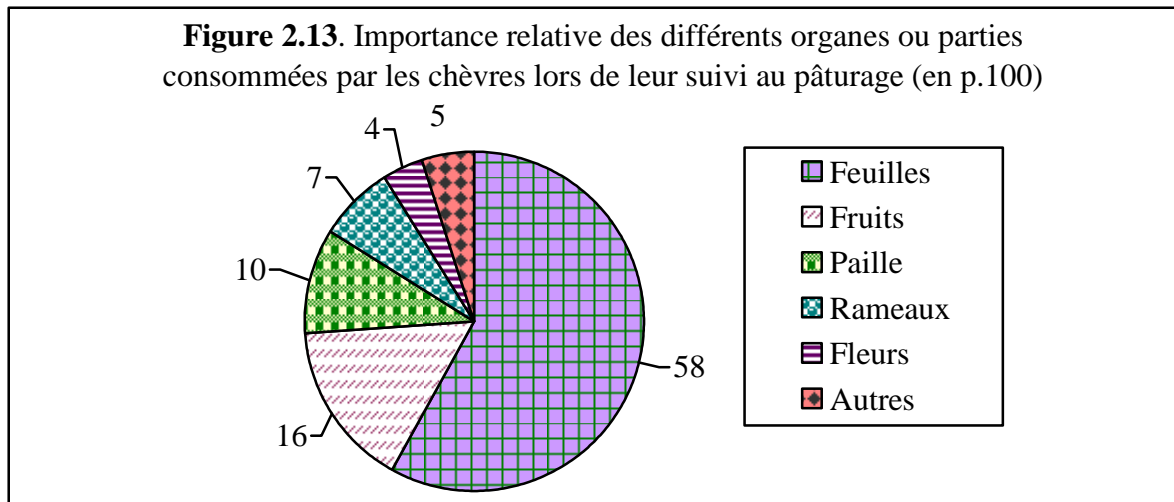
Traitements et analyses statistiques des données

Les analyses statistiques ont été faites sous SPSS version 11 avec le test de Newman et Keuls pour la séparation des moyennes. Les données relatives à la quantité de lait produite ont été analysées suivant le facteur "lot" ou "ration", le facteur "mode de rationnement" (alimentation à la bergerie avec une ration complète et alimentation au pâturage avec complémentation couvrant 50 % des besoins des animaux), le facteur "type d'évaluation de la production de lait" (traite manuelle simple + part consommée par le chevreau et traite manuelle effectuée à l'ocytocine). La corrélation de Pearson a été utilisée pour déterminer les relations entre la production de lait, le poids post-partum, la circonférence et la longueur des mamelles des chèvres. Les données sur la composition du lait et celles portant sur les paramètres biochimiques, ont été analysées selon le facteur "lot" ou "ration".

Résultats

Utilisation des ressources fourragères des pâturages et niveau de contribution à la couverture des besoins alimentaires des chèvres

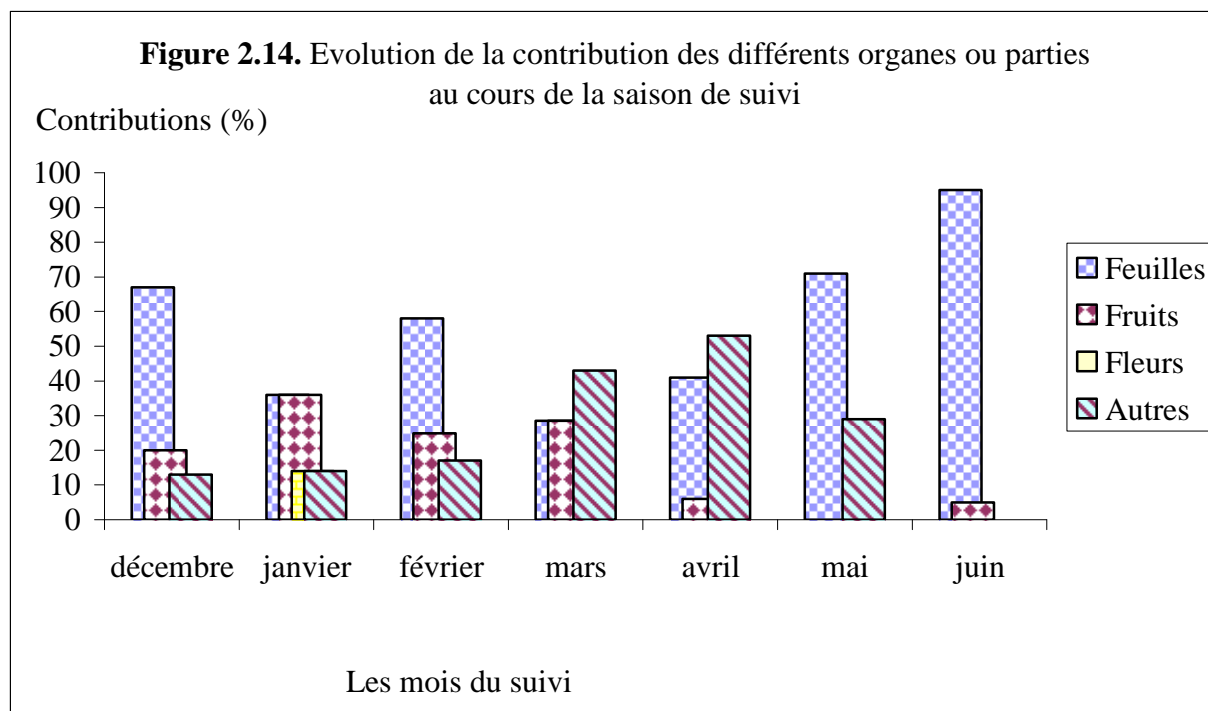
Les feuilles de ligneux ont représenté la plus grande part de fourrages prélevés par les chèvres lors des pâtures (figure 2.13). Elles ont constitué 58 % des fourrages exploités par les chèvres lors des suivis réalisés. Les fruits ont occupé la deuxième place après les feuilles (16 % des prélèvements réalisés). Les pailles (la paille de brousse et la paille de céréales) qui ont figuré en troisième position, ont représenté environ 10 % des ressources alimentaires utilisées par les animaux lors de la pâture. Les rameaux, les fleurs, les écorces et les gommages ont eu des contributions respectives à la prise alimentaire des animaux au pâturage de 7, 4, 3 et 2 %.



NB : La paille comprend celle des graminées et des résidus de céréales

De ces différents organes ou parties exploitées par les animaux pendant la pâture, ce sont les feuilles, les fruits et les pailles qui sont restées régulièrement présentes dans les prises alimentaires (figure 2.14). Les feuilles ont participé de façon plus importante à la prise alimentaire des animaux pendant les premiers mois (décembre à février) et les derniers mois du suivi (mai à juin). L'utilisation des autres parties ou organes tels que les pailles, les gommes, les écorces et les rameaux des arbres, n'a été plus perceptible que lors des contrôles effectués pendant les mois de mars et d'avril (figure 2.14).

Les principaux ligneux qui ont été appréciés par les chèvres sont : *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Combretum aculeatum* Vent., *Combretum micranthum* G. Dom., *Acacia laeta* R. Br. Ex. Benth, *Acacia raddiana* Savi, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Guiera senegalensis* J. F. Gmel., *Ziziphus mauritiana* Lam. Quant aux herbacées, les plus utilisées ont été : *Cassia obtusifolia*, *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Zornia glochidiata* Reichb. Un sous-ligneux tel que *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne. a été également apprécié.



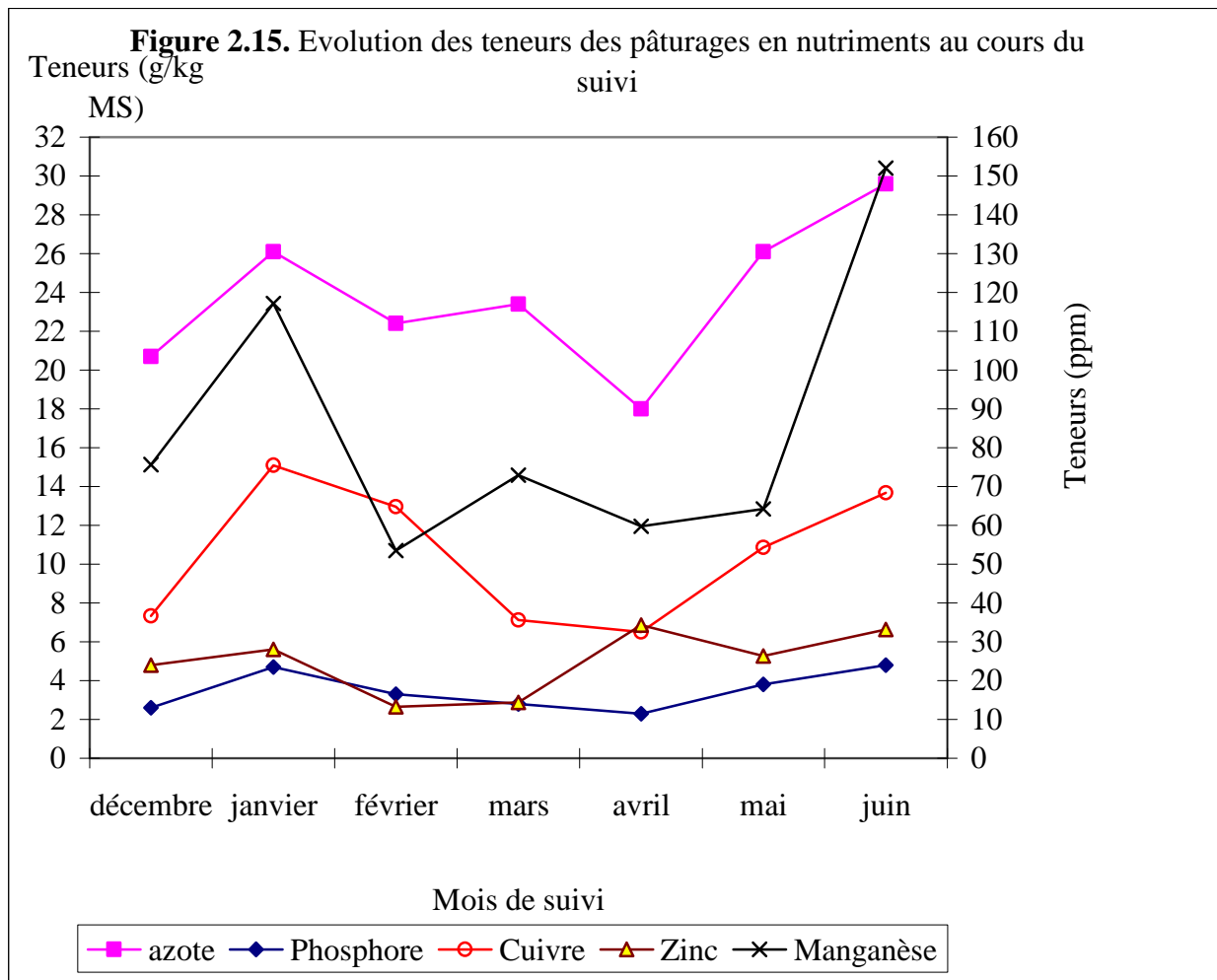
Les pâturages ont présenté des compositions moyennes de 145 g/kg MS (MAT) ; 3,3 g/kg MS (phosphore) ; 9,9 ppm (cuivre) ; 23,9 ppm (zinc) et 78,3 ppm (manganèse) (tableau 2.18.). Dans l'ensemble, la composante ligneuse a été plus riche en nutriments que les pailles de brousse et de céréales confondues. Pour les ligneux, les teneurs en MAT, en phosphore, en cuivre, en zinc et en manganèse ont été en moyenne de 161 g/kg MS ; 3,8 g/kg MS ; 11,2 ppm ; 27,4 ppm et 87,7 ppm respectivement. Au niveau des pailles, ces teneurs sont respectivement de 73 g/kg MS ; 2,0 g/kg MS ; 6,6 ppm ; 14,1 ppm et 51,6 ppm.

Hormis le phosphore, les teneurs des autres éléments ont présenté des variations plus ou moins visibles en baisse et en hausse d'un mois à l'autre (figure 2.15). Le mois de juin a été celui pendant lequel l'ensemble des nutriments analysés a présenté les meilleures concentrations.

Tableau 2.18. Teneurs moyennes en nutriments des organes ou parties prélevées par les animaux pendant la pâture

	Feuilles	Fruits	Fleurs	Paille ¹	Moyenne
Matière organique (%)	88,0±4,6	86,7±4,3	90,2±0,9	93,7±1,8	89,2±4,5
Matière azotée totale (g/kg MS)	166±22	147±48	181±5	73±6	145±39
Phosphore (g/kg MS)	3,4±1,0	3,7±1,4	5,4±1,1	2,0±0,4	3,3±1,4
Cuivre (ppm)	12,4±4,4	9,1±4,2	12,3±4,6	6,6±2,6	9,9±4,4
Zinc (ppm)	39,5±24,5	9,0±8,4	31,5±23,2	14,1±16,3	23,9±22,2
Manganèse (ppm)	137,7±54,0	29,6±8,6	58,4±38,3	51,6±32,1	78,3±56,8

¹ : Paille de brousse et de céréales



Utilisation des intrants à l'auge par les animaux

Aussi bien chez les chèvres rationnées de façon complète (chèvres des lots 1 et 2) que celles soumises à la complémentation (chèvres des lots 3 et 4), les rations ont été utilisées avec un important taux de refus (plus de 25 %). L'amélioration de la consommation volontaire des aliments sous l'effet du bloc minéral paraît peu perceptible (tableau 2.19.).

Cependant, l'observation de l'évolution du rapport entre les quantités de matière sèche consommées et celles offertes (figure 2.16.) indique pour tous les lots, un accroissement de ce rapport avec l'avancée de la lactation des animaux.

La consommation volontaire du bloc multinutritionnel a été plus élevée chez les animaux gardés en claustration permanente (animaux du lot 2) que chez ceux qui pâturaient (animaux du lot 4). Elle a été en moyenne de 14,64 g/jour/animal pour les premiers contre en moyenne 10,1 g/jour/animal pour les seconds (tableau 2.19.).

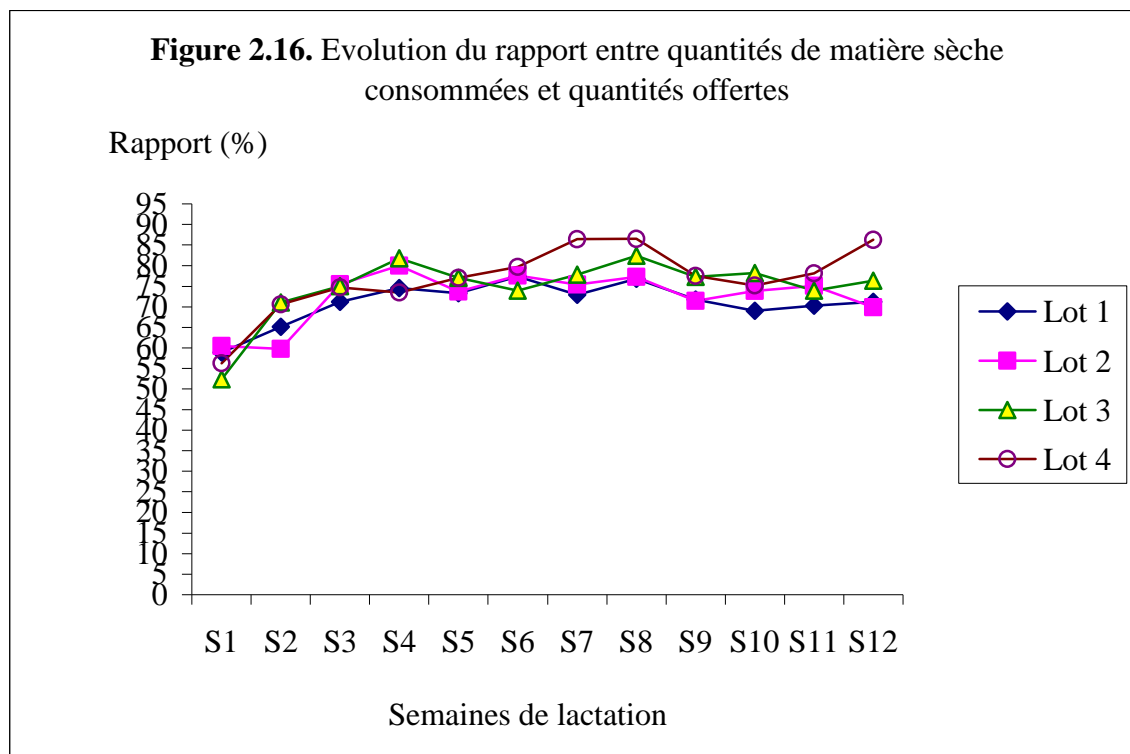
Les chèvres alimentées à la ration B ont eu leur consommation journalière d'eau globalement plus élevée que celle enregistrée avec les chèvres nourries à la ration A (tableau 2.19.).

L'analyse chimique du bloc multinutritionnel au laboratoire donne les résultats suivants : 121 g/kg MS (MAT) ; 17,0 g /kg MS (phosphore) ; 6,4 g/kg MS (soufre) ; 66,4 g/kg MS (calcium) ; 3,9 g/kg MS (magnésium) ; 2,1 g/kg MS (potassium) ; 74,5 ppm (chlore) ; 19,0 ppm (iode) ; 31,9 ppm (cuivre) ; 137,9 ppm (manganèse) et 94,0 ppm (zinc).

Tableau 2.19. Consommation volontaire d'aliments, d'eau et de bloc minéral

	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)
Consommation alimentaire				
Matière sèche totale ingérée (kg/jour/animal)	0,768 ± 0,146 ^a	0,830 ± 0,192 ^b	0,480 ± 0,82 ^c	0,498 ± 0,81 ^c
Matière sèche totale ingérée (kg/100 kg PV)	3,32	3,26	1,77	1,82
Rapport quantité matière sèche ingérée par rapport à la quantité offerte (%)	71	73	76	78
Matière protéique ingérée (g/jour/animal)	112	121	70	69,8
Energie ingérée (UF/jour/animal)	0,66	0,71	0,413	0,411
MAB ingérée/UF ingérées	169,7	170	169,5	169,8
Matière grasse ingérée (kg/100 kg PV)	0,407	0,399	0,216	0,332
Matière grasse ingérée (% des MSI)	12,23	12,37	12,30	17,50
Consommation du bloc et d'eau				
Bloc minéral (g/jour/animal)	n.a.	14,64 ± 14,23	n.a.	10,1 ± 9,8
Eau (l/jour/animal)	2,14 ± 0,315	2,45 ± 0,300	n.a.	n.a.

- ^{a b c} : Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman et Keuls
- . n.a. = non applicable parce que l'étude du paramètre n'a pas concerné le lot en question
 - . PV = poids vif
 - . MAB = matières azotées brutes
 - . MSI = matière sèche ingérée



Production et composition de lait

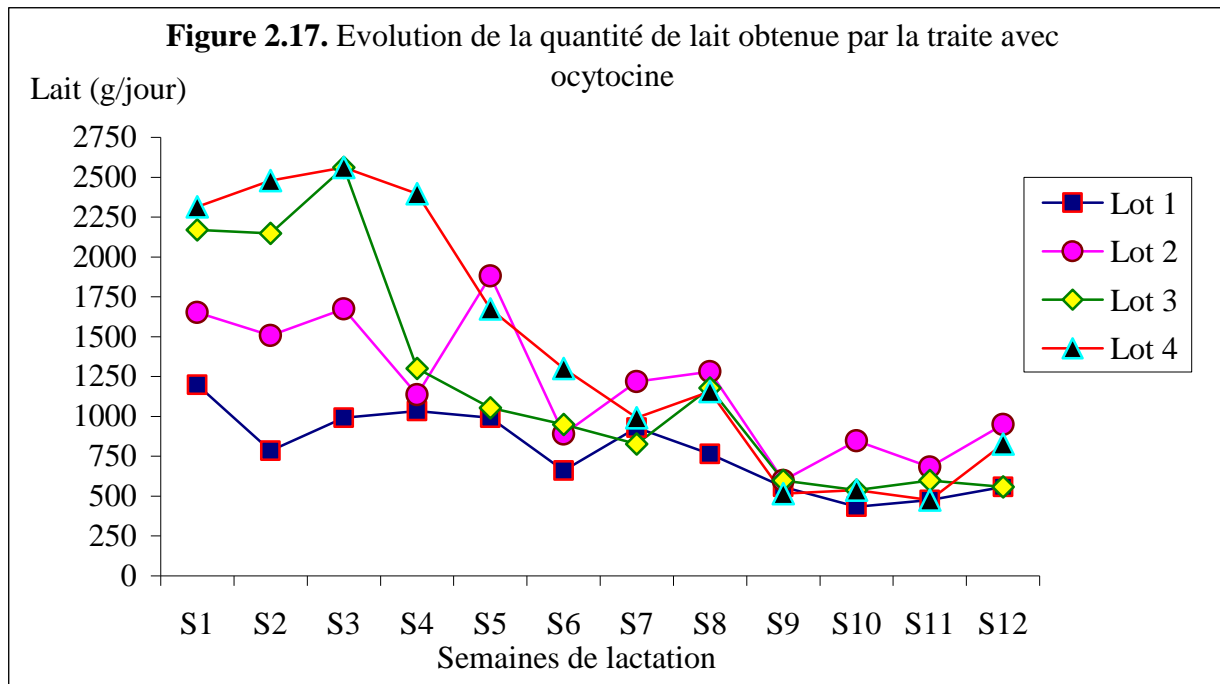
Par mode de rationnement (rationnement complet et rationnement complémentaire), l'adjonction du bloc multinutritionnel a permis une production de lait plus élevée, même si l'incidence est restée non significative (tableau 2.20.). Dans les lots 1 et 2, l'augmentation de production de lait due à l'effet de la complémentation minérale est d'environ 7 % (lait traité sans injection d'ocytocine), et d'environ 52 % (lait traité avec injection d'ocytocine). Pour les chèvres en régime de complémentation (lots 3 et 4), le taux d'accroissement de production dû à l'effet du bloc multinutritionnel est d'environ 2 % pour le premier groupe (lots 1 et 2) et environ 19 % pour le second groupe (lots 3 et 4).

L'allure générale des courbes de lactation indique des pics de lactation oscillant entre la troisième et la quatrième semaine après mise bas pour les traites obtenues après injection d'ocytocine (figure 2.17). On note une évolution globalement plus régulière de la production de lait des chèvres alimentées avec la ration D (lot 4) comparativement aux productions de lait obtenues des autres rations.

Tableau 2.20. Production et composition du lait

	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)
Quantité de lait produite (g/jour/animal)				
Traite sans ocytocine + consommation de chevreau	774 ± 58 ^a	830 ± 106 ^a	883 ± 179 ^a	904 ± 86 ^a
Traite avec ocytocine	782 ± 595 ^a	1193 ± 660 ^{ab}	1207 ± 1116 ^{ab}	1437 ± 898 ^b
Composition chimique du lait (%)				
Extrait sec (ES)	12,76 ± 2,38 ^a	12,80 ± 2,90 ^a	11,93 ± 2,88 ^a	13,31 ± 1,92 ^a
Matières grasses (MG)	3,23 ± 1,14 ^a	3,31 ± 1,5 ^a	2,51 ± 1,28 ^a	3,56 ± 1,55 ^a
Matières protéiques (MP)	3,69 ± 1,45 ^a	3,15 ± 1,53 ^a	3,33 ± 1,83 ^a	2,65 ± 0,97 ^a
Matières minérales (MM)	0,77 ± 0,13 ^a	0,75 ± 0,12 ^a	0,72 ± 0,14 ^a	0,78 ± 0,13 ^a
Quantité de matière sèche estimée dans le lait (g/jour/animal)				
Traite sans ocytocine + consommation de chevreau	101	104	105	120
Traite avec ocytocine	100	148	144	191
Quantité de matière grasse estimée dans le lait (g/jour/animal)				
Traite sans ocytocine + consommation de chevreau	26	28	22	32
Traite avec ocytocine	25	38	30	51

^a ^b: Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman et Keuls



La quantité de lait mesurée par la traite avec injection de l'ocytocine a été significativement ($P < 0,01$) plus élevée que celle représentant la traite simple (tableau 2.21.).

Par ailleurs, le mode de rationnement a eu un effet significatif sur la production de lait, avec une quantité moyenne de lait traite par animal et par jour de 1413 g pour les chèvres en régime de rationnement complémentaire (lots 3 et 4 confondus) contre en moyenne 1069 g pour celles nourries en régime de rationnement complet (lots 1 et 2 confondus) (tableau 2.21.).

La composition en ES, MG, MP et MM du lait n'a pas été significativement influencée par les rations étudiées (tableau 2.20.). Cependant, hormis les matières protéiques, les teneurs en ES, en MG et MM sont globalement plus intéressantes pour les lots ayant bénéficié de l'apport minéral (tableau 2.20.). Les résultats sont plus performants avec la ration D (lot 4), notamment les teneurs en matière sèche et en matière grasse. A l'opposé, le lot 4 présente la plus faible teneur en matières protéiques.

Tableau 2.21. Quantités de lait selon le type de traite et le mode d'alimentation

Effet	Facteur de variation	Quantités (g/jour)
Type de traite	Traite simple + consommation de chevreau	850 ± 116 ^a
	Traite avec ocytocine	1154 ± 898 ^b
Mode de conduite	Rationnement complet	1069 ± 695 ^a
	Rationnement complémentaire (1/2 des besoins)	1413 ± 1140 ^b

^{a b} : Les chiffres figurant sur la même colonne pour chaque effet et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 1 % selon le test de Newman et Keuls

Les corrélations entre la production de lait des chèvres et les paramètres métriques (poids post-partum, longueur et circonférence des mamelles) sont hautement significatives

(tableau 2.22.). On note (figure 2.18), une bonne distribution des individus (chèvres) des quatre lots autour de cette droite de régression. L'équation de régression est la suivante :

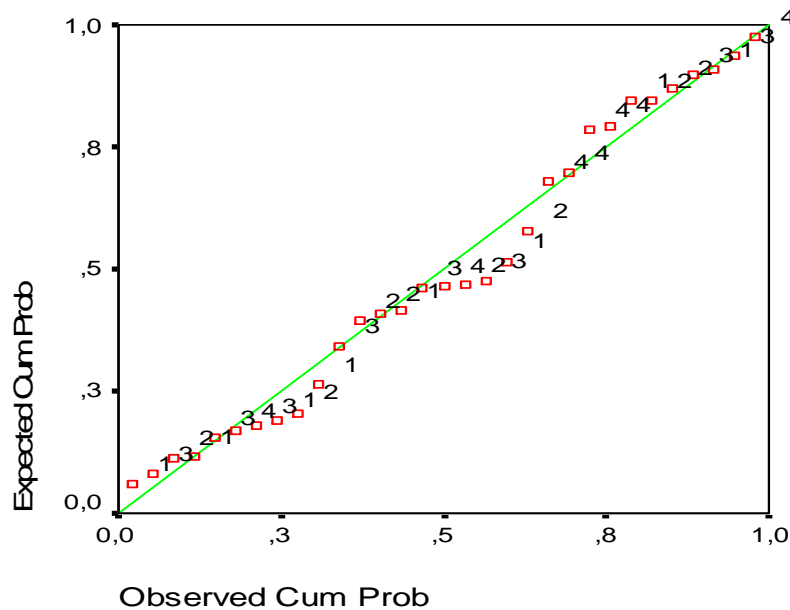
$$Y = 5,151 \text{ Long (cm)} + 0,810 \text{ Cir (cm)} + 1,743 \text{ PMB (kg)} + (-83,17) \quad (R^2 = 0,62) \text{ avec } (P = 0,000)$$

Tableau 2.22. Statistiques sur la régression

	Constantes de régression		Corrélation de Pearson	
	Valeur moyenne	Ecart type	Valeur (R ²)	Signification
Longueur de la mamelle (Long)	5,151	2,056	0,613	0,000
Circonférence de la mamelle (Cir)	0,810	1,072	0,535	0,001
Poids après mise bas (PMB)	1,743	1,025	0,515	0,002

$$Y = 5,151 \text{ Long (cm)} + 0,810 \text{ Cir (cm)} + 1,743 \text{ PMB (kg)} + (-83,17) \quad (R^2 = 0,62) \text{ avec } (P = 0,000)$$

Figure 2.18. Droite de régression entre la production de lait des chèvres et leur poids post-partum et les paramètres métriques



NB : L'axe des abscisses représente le cumul des probabilités observées et celui des ordonnés, le cumul des probabilités espérées.

Paramètres biochimiques sanguins

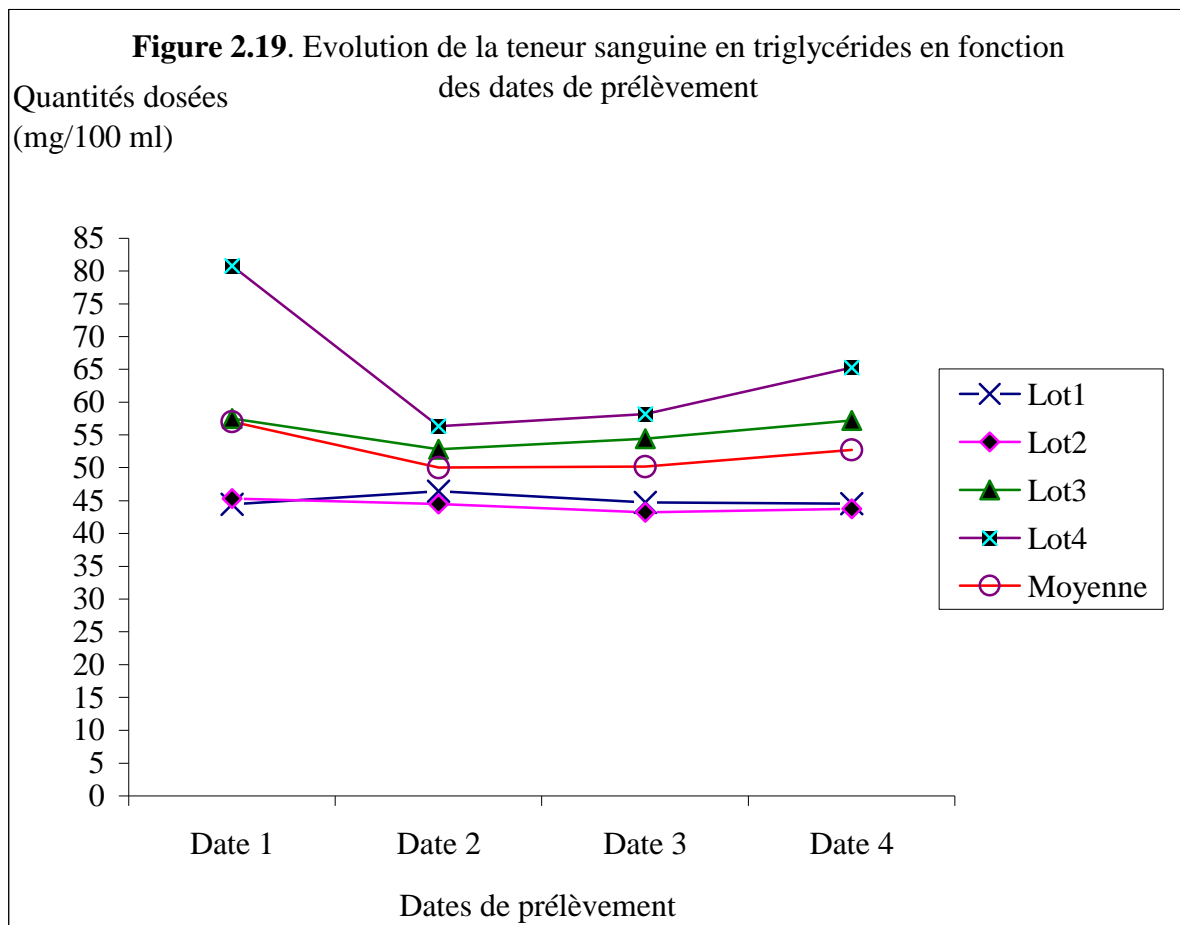
La glycémie a été globalement faible pour tous les lots, avec une valeur plus faible enregistrée dans le lot 4 (19,34 mg/100 ml en moyenne). Le taux d'urée sérique par contre, a été assez élevé pour tous les quatre régimes alimentaires (tableau 2.23).

Les teneurs sanguines aussi bien en triglycérides qu'en lipides totaux des animaux sont également élevées (tableau 2.23). Les triglycérides ont présenté des concentrations plus élevées en début de lactation, suivies d'une baisse jusqu'à la quatrième semaine, puis d'une légère remontée (figure 2.19). Les teneurs des triglycérides plasmatiques des animaux du lot 4 (ration D) sont restées globalement plus élevées tout au long de l'étude comparativement à celles des trois autres lots.

Tableau 2.23. Teneurs en éléments biochimiques sanguins des animaux

	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)
<i>Les paramètres biochimiques (mg/100 ml)</i>				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Triglycérides	45,82 ± 11,50 ^a	47,16 ± 18,97 ^a	53,67 ± 22,75 ^a	56,40 ± 23,30 ^a
Lipides totaux	287,6 ± 101,87 ^{abc}	228 ± 113,95 ^{ac}	302,8 ± 136,95 ^b	230,1 ± 55,42 ^c
Glucose	28,86 ± 13,16 ^{ab}	35,63 ± 16,83 ^a	40,66 ± 35,53 ^a	19,34 ± 14,79 ^b
Urée	58,68 ± 15,96 ^{ab}	60,91 ± 11,60 ^a	50,81 ± 13,21 ^b	33,30 ± 11,29 ^c

^{a b c} : Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test de Newman et Keuls



NB : Les dates 1, 2, 3 et 4 pour chaque animal correspondent à des prélèvements réalisés, l'un dans les sept premiers jours de lactation et les autres, 30, 60 et 90 jours après le premier.

Performances pondérales

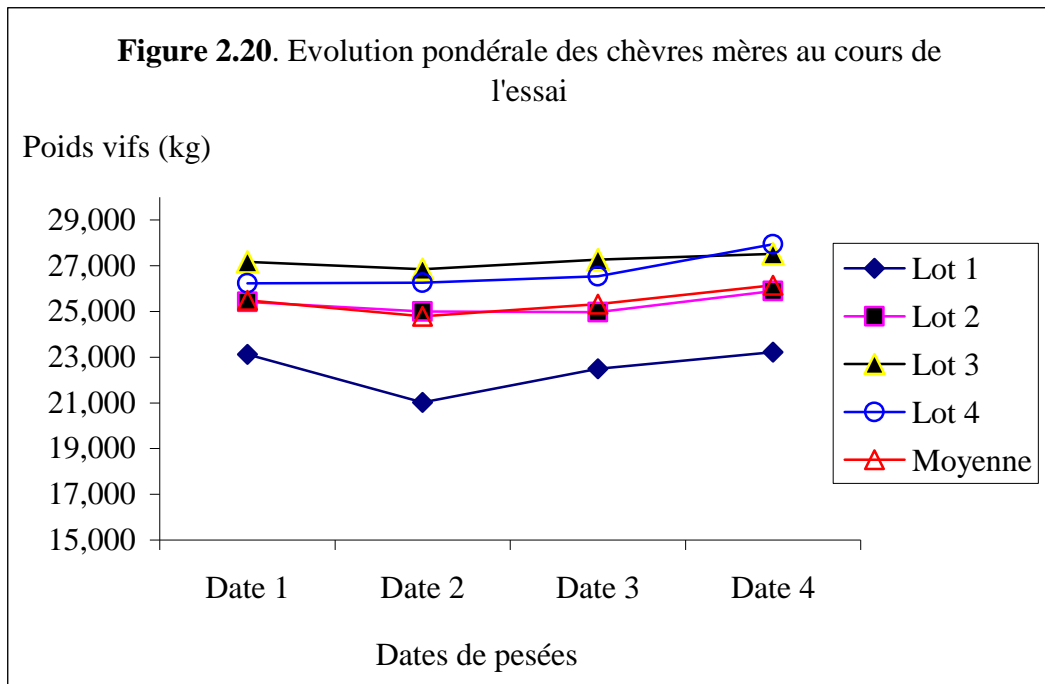
Il n'y a pas eu d'effet significatif de la ration alimentaire sur les performances pondérales des chèvres (tableau 2.24). Néanmoins, les gains moyens quotidiens (GMQ) enregistrés sur ces dernières ont été dans l'ensemble positifs, avec les meilleurs résultats chez les lots ayant bénéficié de l'apport minéral (lots 2 et 4) (tableau 2.24).

Après les mises bas, les chèvres ont subi des pertes de poids qui ont persisté jusqu'à la quatrième semaine à l'issue de laquelle il y eu une reprise du gain de poids (figure 2.20). Cette perte de poids a été relativement plus prononcée chez les chèvres alimentées de façon intensive (lots 1 et 2) par rapport aux chèvres au pâturage avant complémentation (lots 3 et 4). Les chevreaux dont les mères ont bénéficié de la complémentation avec le bloc ont exprimé des gains moyens quotidiens plus intéressants : en moyenne 38,5 et 45,8 g pour respectivement les lot 2 et 4 contre des gains quotidiens de 33,9 et 36,7 g pour les lots 1 et 3 respectivement.

Tableau 2.24. Performances pondérales des animaux

	Lot 1 (A)	Lot 2 (B)	Lot 3 (C)	Lot 4 (D)
Performances pondérales des mères				
Nombre de sujets par lot	8	8	8	8
Poids post-partum (kg/animal)	23,13 ± 3,81	25,43 ± 4,68	27,18 ± 6,31	26,23 ± 4,99
Poids final (kg/animal)	23,23 ± 2,96	25,90 ± 4,43	27,52 ± 5,38	27,94 ± 4,01
GMQ (g/animal)	1,6 ± 22,0	5,3 ± 19,8	3,9 ± 18,1	19,4 ± 20,4
Performances pondérales des chevreaux				
Nombre de sujets par lot	8 (4M+4F)	8 (2M+6F)	8 (6M+2F)	8 (5M+3F)
Poids à la naissance (kg/animal)	2,17 ± 0,40	2,17 ± 0,44	2,23 ± 0,33	2,14 ± 0,49
Poids à 12 semaines (kg/animal)	5,02 ± 0,43	5,4 ± 1,14	5,31 ± 1,65	5,99 ± 0,95
GMQ (g/chevreau)	33,9 ± 7,9	38,5 ± 11,4	36,7 ± 17,6	45,8 ± 12,2

NB: M = mâle ; F = femelle



Discussion

Utilisation et qualité des ressources alimentaires des pâturages exploités par les chèvres

Plusieurs travaux antérieurs sur la chèvre (Guérin *et al.*, 1988 ; Tezenas du Montcel, 1991 ; Ouédraogo, 1998 ; Nanglem, 2001) ont relevé l'aptitude particulière de cette dernière à reporter sa consommation sur les ligneux quand la strate herbacée ne couvre pas ses besoins. C'est surtout pendant la saison sèche que ces fourrages ligneux sont plus sollicités (Nanglem, 2001).

Dans notre étude, l'accroissement de la contribution de pailles (de brousse et de céréales), de gomme, d'écorce et de rameaux pendant les mois de mars et d'avril tient en partie du fait que cette période correspond à celle où la disponibilité des feuilles, des fruits et des fleurs au niveau des ligneux est la plus rare de l'année, même avec les espèces dites sempervirentes (Hiernaux *et al.*, 1994). Des résultats déjà enregistrés par d'autres auteurs ayant travaillé dans le même milieu (Nanglem, 2001), renseignent que c'est entre les mois de novembre et de mars que les ligneux subissent l'essentiel de leurs pertes de feuilles, de fruits et de fleurs, avec une reprise des cycles avec l'entrée de la saison des pluies (mai ou juin en fonction des années).

En se référant à certains travaux (Mandiki *et al.*, 1986 ; Faye *et al.*, 1990 ; Guérin *et al.*, 1992), les teneurs en cuivre et en zinc enregistrées dans cette étude se situent aux limites de carence par rapport à ces éléments, estimées entre 7 et 10 ppm pour le premier et 45 et 50 ppm pour le second. La teneur en phosphore est légèrement supérieure à la concentration minimale recommandée qui est de 2,3 g/kg MS avec une limite de carence estimée à 1,8 g/kg MS (Guérin *et al.*, 1992).

Les études dont les résultats mettent en relief les carences en phosphore, en cuivre et en zinc des pâturages tropicaux sont nombreuses (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Faye *et al.*, 1990 ;

Guérin *et al.*, 1992). Quelle que soit leur nature, les fourrages sahéliens contiennent rarement plus de 2 g de P/kg MS, les graminées annuelles étant les plus pauvres (Guérin *et al.*, 1992). Dans l'ensemble, les teneurs en matières azotées totales (MAT) des fourrages, en particulier celles de la composante ligneuse, enregistrées dans cette étude, sont comparables aux résultats communiqués par un certain nombre de travaux antérieurs (Richard *et al.*, 1990 ; Zoungrana, 1991 ; Ickowicz, 1995).

Le comportement sélectif des chèvres est en partie la cause des différentes variations des teneurs des nutriments des parties consommés par ces dernières. A ce propos, Guérin *et al.* (1988) font remarquer que la qualité du régime alimentaire des ruminants comme les caprins ne reflète pas celle des parcours naturels du fait de la sélection opérée par ces derniers. Tezenas du Montcel (1991) souligne la difficulté à estimer la digestibilité et la richesse des rations composites des pâturages du fait que leur composition botanique varie dans de fortes proportions suivant les espèces broutées et les périodes de l'année.

Utilisation des intrants à l'auge

Le taux élevé des lipides alimentaires ingérés par les animaux (12,2 à 17,5 % de matière sèche ingérée) peut expliquer la forte part de refus des rations. En effet, selon la littérature, le taux convenable de lipides des rations des ruminants doit être compris entre 2 et 5 % de la matière sèche (Remesy *et al.*, 1984 ; Ouédraogo/Lompo *et al.*, 2000). Lorsque l'incorporation des lipides est supérieure, il se produit des effets dépressifs sur la digestibilité ruminale des parois végétales et de la matière organique et sur l'ingestion volontaire des aliments, suite à une baisse de concentration en bactéries et de la densité des protozoaires (Ouédraogo/Lompo *et al.*, 2000 ; Sauvart et Bas, 2001).

La couverture relativement satisfaisante en minéraux de la part des aliments dans notre étude, notamment en phosphore et en calcium, peut avoir limité l'effet du complément minéral sur l'ingestion volontaire en particulier pour les animaux au pâturage.

Cependant, il est démontré à travers de nombreuses études que l'utilisation des blocs minéraux améliore l'ingestion volontaire (Tamboura et Abou, 1992, Hadjipanayiotou *et al.*, 1993b, Habib *et al.*, 1994), la digestibilité (Hadjipanayiotou *et al.*, 1993b, Moujahed *et al.*, 2000) et même la dégradabilité (Zoundi *et al.*, 2003a) des fourrages pauvres.

L'accroissement du rapport entre l'offre et la consommation alimentaire des animaux avec l'avancée de la lactation est une traduction de l'amélioration de l'ingestion volontaire par suite de l'amélioration de l'appétit de ces derniers (Blanc *et al.*, 2004).

Etant donné qu'une part importante des besoins minéraux des animaux du lot 4 est couverte par le fourrage prélevé au pâturage, cela peut expliquer que la consommation du bloc minéral de ce lot soit relativement faible comparativement à celle enregistrée avec le lot 2.

Par ailleurs, le fait que les chèvres utilisant la ration B (lot 2) se soient abreuvés plus que celles alimentées à la ration A, rejoint l'observation selon laquelle une consommation additionnelle de bloc multinutritionnel s'accompagne toujours d'une augmentation de la consommation d'eau (Moujahed *et al.*, 2003b).

Production et composition de lait

De nombreuses études ont mis en relief l'effet significativement positif de la complémentation minérale sur la production laitière de chèvres dans les systèmes de production extensifs (Kunju, 1986 ; Habib *et al.*, 1994 ; Gnanda *et al.*, 2002).

Gnanda *et al* (2002) ont relevé sur les chèvres de même race que celle utilisée dans la présente étude, un accroissement de 113 % de la production des sujets étudiés dû à l'effet de complément minéral.

En travaillant sur des vaches indiennes de race locale alimentées à base de paille de riz, Kunju (1986) a noté une amélioration de la production de lait qui est passée de 3,8 à 4,8 litres/jour chez les animaux complémentés avec le bloc multinutritionnel.

En effet, les minéraux, en particulier les macroéléments tels que le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium jouent un rôle déterminant dans la pression osmotique intramammaire (Clos et Muller, 1998 ; Rousselot, 1997). A cela, il faut ajouter l'effet activateur de la synthèse microbienne des minéraux (Thivend *et al*, 1985 ; Moujahed *et al*, 2003b).

Par rapport au pic de lactation, les résultats cadrent avec ceux de plusieurs travaux déjà réalisés sur la question (Adogla-Bessa et Aganga, 2000 ; Koussou, 2000 ; Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000). L'allure plus régulière de la courbe de lactation permise par la ration D résulterait probablement d'un meilleur équilibre entre les besoins de production et l'apport alimentaire, favorisé par les prélèvements aux pâturages et la fourniture synchronisée et répartie dans le temps de l'azote et de l'énergie fermentescible par les blocs multinutritionnels qui assure une meilleure utilisation de la ration à l'auge.

La quantité de lait significativement plus élevée obtenue avec la traite avec injection de l'ocytocine, traduit le fait que l'utilisation d'ocytocine crée des conditions de vidange totale de la mamelle rarement réalisées en situation naturelle (Ouédraogo/Lompo *et al*, 2000). Ouédraogo/Lompo *et al* (2000) ont noté que la traite manuelle après injection d'ocytocine a donné 43,84 % plus de lait que la valeur obtenue avec la double pesée, soit des valeurs légèrement supérieures à nos résultats. Elle a été en moyenne de 1250 g de lait par jour et par animal contre 838 g de lait par jour et par animal, enregistrés avec la méthode de la double pesée.

Les meilleures performances en lait des chèvres conduites au pâturage et complémentées à l'auge (chèvres des lots 3 et 4) restent à notre avis fortement imputables à l'effet bénéfique de l'offre alimentaire des pâturages fréquentés telle que les résultats des analyses chimiques l'ont montrée. Il semble que pour les herbivores telles que les chèvres, le fait d'être conduites au pâturage représente un avantage additionnel lié à leur aptitude à pouvoir exploiter les ressources hétérogènes en pâturant sélectivement ; de manière à élaborer un régime de meilleure valeur nutritive que celui qui leur est globalement offert (Nianogo *et al*, 1997b ; Blanc *et al*, 2004).

Tezenas du Montcel (1991) indique que la ration de pâture sur parcours mis en défens peut fournir à la chèvre, entre 18 et 37 g de MAD par jour et 0,29 à 0,59 UFL par jour.

En raison de la stimulation des fermentations, l'apport des blocs multinutritionnels engendre une augmentation de concentration en AGV et en N-NH₃ dans le rumen (Moujahed *et al*, 2003b ; Zoundi *et al*, 2003a) ; toute chose qui incite à une bonne synthèse microbienne et met ainsi à la disposition de l'organisme des animaux plus de nutriments utiles à la synthèse lactée. En d'autres termes, le niveau de métabolisme microbien dans les pré-estomacs commande fortement la synthèse de protéines microbiennes qui assurent une excellente fourniture en acides aminés indispensables à la fonction de production lactée. D'autre part, l'intensité de la fermentation glucidique détermine non seulement la productivité laitière, mais également les taux butyreux et protéiques du lait (Wolter, 1992). Tous ces éléments pourraient expliquer en partie les valeurs plus élevées en ES, MG et MM chez les chèvres complémentées.

Par ailleurs, la concentration plus élevée en MG du lait obtenu avec la ration D pourrait être liée à la faible teneur en protéine de celui-ci. Ce taux de MG qui reste le plus élevé de ceux des trois autres rations, est à relier à la concentration relativement plus élevée des lipides de

cette ration. Ouédraogo/Lompo *et al* (2000) sont parvenus aux mêmes observations que plus la ration était pourvue en lipide, plus la teneur en protéines du lait était faible.

Les réserves corporelles, notamment adipeuses qui rendent compte des effets rémanents de l'alimentation et l'aptitude de la femelle à les mobiliser en début de lactation, jouent un rôle déterminant sur l'expression du potentiel laitier (Blanc *et al*, 2004). Cela peut expliquer l'existence de corrélation significative entre la production de lait et le poids post-partum des chèvres et dans une certaine mesure celle établie avec les paramètres métriques mammaires.

Paramètres sériques

Chez les ruminants, les données de la littérature semblent indiquer que la glycémie est globalement faible et assez variable en fonction des conditions d'élevage et des régimes alimentaires. Sa signification est de moindre importance chez ces derniers à cause de leurs aptitudes à utiliser d'autres sources d'énergie tels que les AGV (Kessabi, 1983). Il est indiqué que chez les femelles des herbivores, c'est généralement à la faveur des stress de mise bas (quelques heures avant et après les mises bas) qu'il se produit une augmentation de la glycémie, parfois une hyperglycémie (Cissé *et al*, 1996b). La norme recommandée pour cette glycémie chez les ruminants est de 56 à 65 mg/100 ml (Faye et Mulato, 1991).

Un autre élément probable ayant concouru à la faible glycémie des animaux de cette étude, est le niveau de l'apport en phosphore, car selon Kessabi (1983), une alimentation riche en phosphore entraîne une baisse de la glycémie. Or, dans cette étude, lorsque l'on considère les rations A et B, les quantités de phosphore permises par l'ingestion des aliments (en moyenne 3,69 g/kg MSI pour la ration A et 3,98 g/kg MSI pour la ration B) sont légèrement supérieures à la valeur moyenne recommandée de 3,5 g/kg MSI (Meschy, 2002). Pour la ration B, il faut ajouter également la part due au bloc multinutritionnel.

En ce qui concerne les animaux soumis aux rations C et D, en plus de la part en phosphore fournie par l'alimentation à l'auge, il y a celle provenant des aliments prélevés au pâturage.

Le taux d'urée des animaux est resté assez élevé par rapport à la valeur normale indiquée par la littérature qui varie de 15 à 30 mg/100 ml (Faye et Mulato, 1991). Les chèvres recevant la ration D (lot 4) ont présenté le plus faible taux d'urée comparativement à ceux relevés dans les trois autres lots. Cela suggère soit que les matières protéiques de la ration D sont faiblement attaquées par les micro-organismes du rumen pour donner des groupements aminés ou, que l'urée produite par le foie suite à la dégradation ruminale de cette ration, est plus efficacement recyclée pour la protéosynthèse.

Globalement, on voit que les rations utilisées dans la présente étude peuvent être qualifiées de rations hypoénergétiques et hyperprotéiques. En effet parmi les aliments utilisés, seul le son local peut être considéré comme une source certaine d'apport de glucides fermentescibles aux animaux. Quant aux pailles de sorgho, elles sont reconnues pour leur pauvreté en glucides fermentescibles (Richard *et al*, 1990 ; Ouédraogo *et al*, 1995).

Les taux élevés des lipides totaux et des triglycérides sériques des animaux peuvent s'expliquer en partie par le niveau élevé des lipides alimentaires ingérés. Il est connu que les lipides des graines telles que les graines de coton, constituent d'importantes sources d'apport de triglycérides alimentaires (Remesy *et al*, 1984). Cependant, les apports alimentaires ne peuvent à eux seuls expliquer la forte concentration des triglycérides enregistrés ici en début de

lactation des animaux. Il y a l'implication des processus de mobilisation des réserves corporelles qui s'accompagnent généralement d'une libération plus ou moins importante de triglycérides. On peut constater néanmoins que c'est l'apport des lipides alimentaires qui semble avoir déterminé le taux de concentration des triglycérides tout au long de la lactation des animaux. En effet, on observe une évolution parallèle des consommations alimentaires des animaux au cours de l'expérimentation et des concentrations sériques en triglycérides.

Performances pondérales

Même si dans la présente étude, il n'apparaît pas un effet significatif de la complémentation minérale sur les performances pondérales des animaux, plusieurs recherches antérieures (Hadjipanayiotou *et al*, 1993b ; Moujahed, 1999 ; Gnanda *et al*, 2002) l'ont prouvé. Il semble cependant que l'efficacité des apports des minéraux, en particulier les oligoéléments pour les animaux dépend de l'état de satisfaction de leur équilibre protéo-énergétique (Faye et Mulato, 1991). Or, comme cela a été déjà relevé, les rations testées dans cette étude se sont comportées de façon limitée en terme de fourniture d'énergie aux animaux.

Les pertes de poids des chèvres pendant les quatre premières semaines de lactation au cours de cette expérimentation, traduisent ce que Chilliard *et al* (1998) qualifient de situation de sous-alimentation relative. En début de lactation, les besoins s'accroissent plus rapidement que la capacité d'ingestion des laitières (Jarrige, 1988). Le processus entraîne une forte mobilisation des lipides, et dans une moindre mesure des protéines corporelles dont la finalité est de soutenir l'accroissement de la production laitière tandis que l'ingestion reste limitante (Chilliard *et al*, 1983 ; Morand-Fehr *et al*, 1987). Cette mobilisation peut représenter une perte de 6 à 8 kg de tissus adipeux et entraîner une atteinte entre 4 et 8 % des protéines corporelles (Morand-Fehr *et al*, 1987). D'où une chute de poids des animaux pendant cette phase qui est généralement plus aigue lorsque les animaux sont alimentés sur place.

Par ailleurs, il est démontré que pendant la période de sous-alimentation relative (mobilisation des réserves corporelles), des mécanismes adaptatifs spécifiques se mettent en marche. Ils permettent à l'animal d'évoluer vers un nouvel état nutritionnel (bilan énergétique positif) qu'il atteint lorsque l'ingestion autorise à nouveau de satisfaire les besoins (Chilliard *et al*, 1983).

Conclusion

Dans notre étude, la richesse en lipides des rations expérimentées semble avoir inhibé l'effet galvaniseur attendu de l'utilisation du bloc multinutritionnel sur l'ingestion volontaire des animaux. Cependant, l'utilisation du complément minéral a permis de stimuler une meilleure production laitière des chèvres. L'accroissement de la production de lait dû à l'effet du bloc minéral est tantôt d'environ 5 % (traite manuelle simple plus consommation du chevreau), tantôt d'environ 36 % (traite assistée par une injection d'ocytocine).

Par ailleurs, l'apport du bloc multinutritionnel a permis d'améliorer la richesse en matières utiles du lait (MG + MP + MM).

Les résultats montrent que le mode de conduite intensif qui impose aux chèvres une restriction de leurs mouvements et des prélèvements des ressources fourragères des parcours, semble moins efficace pour une meilleure expression des performances laitières de ces dernières.

En tout état de cause, il nous apparaît intéressant de relever qu'au delà du fait que le mode semi-intensif s'est montré plus avantageux pour l'expression des performances laitières des

chèvres, il constitue une des voies adaptées pour étudier les possibilités de baisse de pression du bétail sur les parcours, notamment les chèvres généralement prises à partie comme cause de dégradation du couvert végétal.

3.2.4. Effet d'une complémentation énergétique en période humide sur la production laitière de la chèvre du Sahel burkinabé⁴

Résumé

La présente étude a eu pour objectif d'apprécier l'existence effective des besoins de la chèvre laitière du Sahel de complément énergétique en période pluvieuse. Elle a utilisé 27 chèvres laitières, réparties en trois lots suivant l'âge (1 à 10 ans) et le rang de lactation (1 à 6) des animaux. Le premier lot (lot 1) d'animaux servait de témoin car alimenté selon le mode extensif (pâturage naturel uniquement). Le deuxième lot recevait en plus des pâturages, une complémentation couvrant la moitié de ses besoins azotés et énergétiques, effectuée à l'aide du son local. Et les animaux du troisième lot bénéficiaient en complément des pâturages, d'une complémentation à base de tourteau de coton qui leur apportait la moitié de leurs besoins azotés et le huitième de leurs besoins en énergie. La production de lait des chèvres conduites selon le mode extensif (chèvres du lot 1) est restée faible comparativement à celles enregistrées avec les autres lots. Parmi les chèvres du régime semi-intensif, celles ayant bénéficié plus d'apport énergétique (chèvres du lot 2) ont produit plus de lait (1090 g/j/animal contre 954 g/j/animal au niveau du lot 3). Du point de vue composition chimique de lait, les meilleures teneurs ont été obtenues également avec les chèvres du lot 2. Les résultats en terme de gain moyen quotidien (GMQ) indiquent des valeurs positives chez les chèvres complémentées (en moyenne 25,8 et 31,2 g pour respectivement les lots 2 et 3). Les chèvres du lot témoin (lot 1) ont eu un GMQ négatif de -2,6 g en moyenne. Cette étude confirme ainsi qu'en période pluvieuse, les animaux en production telles que les chèvres laitières du Sahel, ont réellement besoin d'une complémentation énergétique afin de compenser le déficit existant au niveau de l'offre des parcours naturels.

Mots clés : Chèvre du Sahel, Production laitière, énergie, complémentation, saison pluvieuse, GMQ

Introduction

Dans les pays à climat tropical sec comme le Burkina Faso, l'alternance de courtes saisons pluvieuses et de longues saisons sèches, induit de grandes variations de la quantité et de la qualité des ressources fourragères disponibles. Cette fluctuation saisonnière ne permet pas aux animaux de satisfaire convenablement en tout temps leurs besoins nutritionnels, plus particulièrement en saison sèche (Lemal *et al.*, 1989 ; Sawadogo *et al.*, 1995). La saison pluvieuse par contre est généralement considérée comme une période bien fournie en ressources fourragères. Cependant, même si les pâturages de saison pluvieuse peuvent offrir aux ruminants une disponibilité suffisante en certains nutriments tels que les minéraux et l'azote (Guérin *et al.*, 1992 ; Ickowicz, 1995), de nombreux auteurs (Zoundi, 1994 ; Sawadogo *et al.*, 1995 ; Zoundi *et al.*, 2004) révèlent l'existence de poches de déficiences nutritionnelles, notamment en ce qui concerne l'énergie. Ainsi, les résultats obtenus par Zoundi (1994) à travers la mesure de la disponibilité des précurseurs glucogéniques indiquent bien quelques déficiences énergétiques des pâturages naturels notamment pendant la phase de maturation de

⁴ Gnanda Bila Isidore, Nianogo Joseph Aimé, Zoundi Sibiri Jean, Faye Bernard et Zono Ousmane. Effet d'une complémentation énergétique en période humide sur la production laitière de la chèvre du Sahel burkinabé. *Revue Agronomie Africaine* (Sous presse).

la plupart des graminées annuelles. Ces poches de déficit nutritionnel peuvent présenter des conséquences sur certaines catégories d'animaux comme les femelles allaitantes ou gestantes. A ce sujet, certains auteurs (Le Gal et Planchenault, 1993) indiquent que le déficit énergétique constitue le deuxième élément après l'eau, auquel la sécrétion lactée est très sensible. La présente étude analyse l'opportunité d'une complémentation énergétique de la chèvre du Sahel pour les besoins spécifiques de production laitière.

Matériel et méthodes

Site expérimental

L'étude a été menée au nord du Burkina Faso, à la station de Katchari, une des stations expérimentales de l'Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), située entre 13° 55' et 14° 05' de latitudes Nord et 0° 00' et 0° 10' de longitudes Ouest. La pluviométrie annuelle de cette zone fluctue entre 200 et 600 mm répartie sur environ 50 jours.

Caractéristiques des pâturages du site d'étude

Les unités de pâturage qui caractérisent les parcours du site d'étude sont (Poissonet *et al.*, 1997) :

- Les pâturages des systèmes dunaires ou ensablement : ils sont dominés par des espèces telles que *Cenchrus biflorus* Roch., *Aristida adscensionis* L., *Eragrostis tremula* Roem. et Sch.
- Les pâturages de glacis : ils sont constitués de *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Alysicarpus ovalifolius* (S. et Th.) Léon, *Zornia glochidiata* Reichb., *Eragrostis tremula* Roem. et Sch., *Aristida adscensionis* L.
- Les pâturages de dépression et de bas-fonds : on y trouve les principales graminées suivantes : *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Panicum laetum*, *Cassia obtusifolia* L.

Les espèces ligneuses les plus rencontrées sont : *Acacia raddiana* Savi, *Ziziphus mauritiana* Lam., *Acacia senegal* Del., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Combretum micranthum* G. Dom. et *Combretum glutinosum* Perr. ex DC.

Au plan composition chimique des pâturages du milieu d'étude, les teneurs en MAT ont été estimées pour l'ensemble des fourrages ligneux à 9 % de MS (Nanglem, 2001). Par rapport aux graminées, leur richesse en matières azotées est relativement bonne en saison pluvieuse. Des teneurs moyennes de 10,4 g de MAT/kg MS ont été relevées pendant cette saison (Vega, 2002). La valeur rapportée pour le phosphore par le même auteur est de 1,26 g/kg MS. Ce qui indique malgré tout, une relative carence en phosphore des graminées en cette période humide de l'année.

Pour les graminées en état de paille, il semble (Tezanas du Montcel, 1991) que leur richesse en MAT oscille entre 3 et 5 % de MS.

Animaux et dispositif expérimental

Les animaux d'expérience se composaient de chèvres sahéliennes âgées de 1 à 10 ans et de rang de lactation de 1 à 6. Ces chèvres au nombre de 27, étaient issues du troupeau de base de la station de Katchari. Tous les animaux ont été d'abord déparasités et vaccinés contre la pasteurellose avant d'être scindés en trois lots de neuf individus correspondant à trois

traitements alimentaires différents et deux modes de conduite : mode extensif avec un lot (lot 1) et mode semi intensif avec deux lots (lots 2 et 3) (tableau 2.25).

La complémentation des chèvres du lot 2 couvrait la moitié de leurs besoins azotés et énergétiques et celle du Lot 3 satisfaisait la moitié des besoins azotés et le huitième des besoins énergétiques des chèvres dudit lot.

Les besoins des chèvres ont été estimés à 90 g de MAD et 86 UF/kg de leurs besoins en matière sèche.

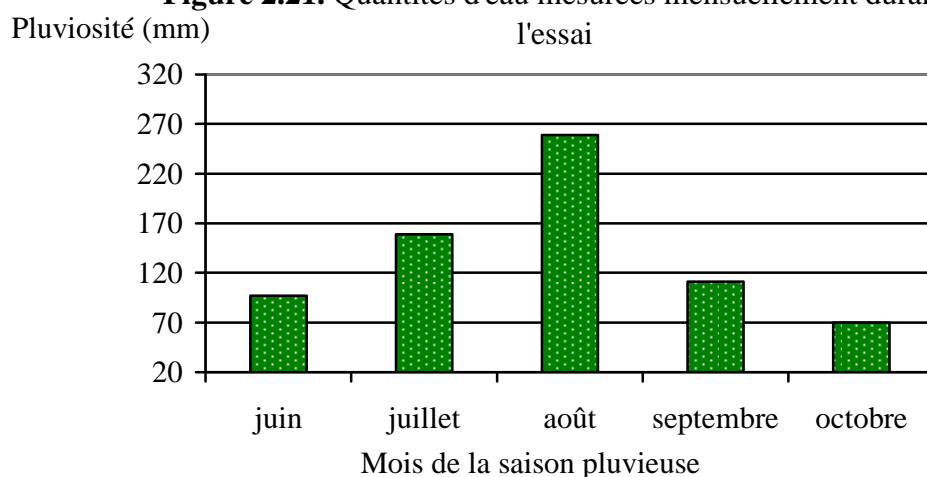
L'étude a été conduite de juillet à octobre et les animaux séjournaient au pâturage durant 8 heures par jour (de 8 h à 17 h) interrompues par une heure d'abreuvement et de tétée de petits à la bergerie entre 12 h 30 et 13 h 30. La pluviosité saisonnière enregistrée au cours de l'année de l'essai est représentée par la figure 2.21.

Tableau 2.25. Conduite alimentaire

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Alimentation de base	Pâturage naturel	Pâturage naturel	Pâturage naturel
Alimentation complémentaire	Sans apport complémentaire	580 g MS/animal/jour de son local de mil équivalent à 630 g de matière brute	150 g MS/animal/jour de tourteau de coton équivalent à 160 g de matière brute
Apport de MAD dû au complément (g/j/animal)	N.A.	52,2	52,5
Apport par jour/animal d'UF dû au complément	N.A.	0,499	0,123

N.A. = non applicable parce que sans apport de complément

Figure 2.21. Quantités d'eau mesurées mensuellement durant l'essai



Contrôle de paramètres

- L'évaluation de la production de lait a été effectuée sur les quantités de lait traites manuellement ; ceci grâce à une éprouvette graduée en millilitres. Les mesures du lait trait ont été effectuées deux jours dans la semaine, avec par jour, une mesure le matin

et une autre le soir. Assurée par le berger, cette traite se faisait à l'image de la pratique traditionnelle qui consiste à prélever une partie du lait et laisser la part du chevreau.

- Des prélèvements d'échantillons de lait (100 ml par chèvre) ont été réalisés à la deuxième, quatrième, huitième et douzième semaine de lactation des animaux, ceci à des fins d'analyses chimiques ayant porté sur les principaux composants suivants : extraits secs (ES), matières grasses (MG), matières protéiques (MP), matières minérales (MM). La constitution de chaque échantillon de lait comprenait un prélèvement de 49,5 ml de lait le matin et 49,5 ml le soir avec pour chaque prélèvement, un ajout de 0,5 ml de formol à 10 % afin d'assurer la préservation. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une pipette.
- Les mères ont été pesées 24 heures après les mises bas et une fois toutes les deux semaines durant 14 semaines.
- Les chevreaux ont été pesés à leur naissance et une fois par semaine pendant 13 semaines.

Les pesées des chevreaux ont permis d'estimer les quantités de lait consommées par ces derniers grâce à l'équation de corrélation établie entre la croissance du chevreau et la consommation du lait de sa mère (Nianogo et Ilboudo, 1993). Cette équation se traduit comme suit :

$$CM = -51,8991P_0 + 4,7041P_{13} + 14,3734P_0 \times P_{13} + 469,2035 \quad (R^2 = 0,897) ;$$

où CM est la consommation moyenne de lait du chevreau par jour (en g) ; P_0 est le poids à la naissance du chevreau (en kg) et P_{13} est le poids du chevreau à la 13^e semaine (en kg).

Pour le besoin d'application de cette équation, les chevreaux de la présente étude ont été gardés en claustrations permanentes et séparés de leurs mères pendant les 13 semaines d'expérimentation afin d'éviter la consommation d'aliments solides. L'accès aux mères pour la tétée était régi comme suit : trois fois dans la journée pour les jours sans mesure de lait (entre 7 h et 7 h 30 ; entre 12 h 30 et 13 h 30 et entre 17 h et 17 h 30) et deux fois pour les jours de mesure de lait (entre 7 h et 7 h 30 et entre 17 h et 17 h 30).

Analyses de la composition chimique du lait

La matière sèche a été déterminée par séchage du lait dans une étuve à 105° C pendant 24 heures et les cendres totales (minéraux) par incinération directe d'échantillons de lait au four à moufle. La matière azotée a été dosée par la méthode Kjeldhal et la méthode Babcock a été utilisée pour la détermination de la matière grasse.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel libre R. Le procédé de l'analyse de variance utilisant le modèle linéaire a été utilisé. Par ailleurs, chaque résultat de cette analyse a été associé à un test de comparaison multiple de moyennes de Tukey.

Résultats

Production laitière et composition chimique

La production de lait des chèvres conduites selon le mode extensif (chèvres du lot 1) est restée faible comparativement à celles enregistrées avec les chèvres dont le mode de conduite était du type semi-intensif ; ceci, aussi bien en terme de quantités de lait obtenues par la traite qu'en

terme de quantités consommées par les chevreaux (tableau 2.26). Parmi les chèvres du régime semi-intensif, celles ayant bénéficié de plus d'apport énergétique (chèvres du lot 2) ont été les meilleures productrices en lait. Leur production laitière moyenne, comparée à celle des chèvres témoins a été significativement ($P < 0,05$) plus élevée (tableau 2.26).

Tableau 2.26. Performances laitières et pondérales

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Quantité de lait produite (g/jour/animal)			
Quantité obtenue par la traite (moyenne de 91 jours)	261 ± 81 ^a	364 ± 99 ^b	285 ± 60 ^{ab}
Quantité consommée par le chevreau	642 ± 91 ^a	727 ± 93 ^b	667 ± 74 ^{ab}
Quantité totale (quantité traite et consommée confondue)	904 ± 64 ^a	1090 ± 121 ^b	954 ± 125 ^{ab}
Composition chimique du lait (%)			
Extrait sec (ES)	12,50 ± 3,34	12,73 ± 3,17	10,74 ± 3,12
Matières grasses (MG)	3,37 ± 0,68	4,31 ± 1,67	3,56 ± 0,91
Matières protéiques (MP)	3,05 ± 1,33	4,05 ± 1,93	3,65 ± 1,20
Matières minérales (MM)	0,76 ± 0,20	0,77 ± 0,19	0,66 ± 0,14
Performances pondérales des chèvres			
Poids post-partum ou poids initial (kg/animal)	28,3 ± 3,4	26,2 ± 2,6	25,1 ± 5,2
Poids final (kg)	28,1 ± 5,0	38,7 ± 2,2	28,2 ± 5,3
Gain moyen quotidien (GMQ)(en g)	-2,6 ± 21,9 ^a	25,8 ± 13,6 ^b	31,2 ± 20,1 ^b
Performances pondérales des chevreaux			
Poids à la naissance (kg)	2,3 ± 0,4	2,5 ± 0,4	2,2 ± 0,3
Poids final (kg)	7,6 ± 1,8 ^a	10,4 ± 1,9 ^b	9,2 ± 1,8 ^b
Gain moyen quotidien (g)	58 ± 18 ^a	86 ± 20 ^b	77 ± 17 ^b

^{a b} : Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

Les quantités de lait traites quotidiennement sur les chèvres plus âgées étaient significativement plus ($P < 0,05$) intéressantes que celles traites sur les jeunes sujets. En effet, elles ont été en moyenne de 365 g pour les chèvres âgées de 5 à 10 ans contre 310 et 234 g pour respectivement les chèvres âgées de 3 à 5 ans et de 1 à 2 ans (tableau 2.27). De même, les quantités de lait traites chez les chèvres multipares étaient significativement plus élevées que celles obtenues chez les primipares : 354 g/jour/animal chez les multipares contre 252 g chez les primipares (tableau 2.27).

Les résultats sur la composition chimique de lait montrent globalement que les meilleures valeurs ont été obtenues avec les chèvres du lot 2 (tableau 2.26). Les paramètres tels que les matières protéiques et les matières grasses, semblent être ceux sur lesquels la complémentation a eu plus d'impact. Toutefois, ces différences observées ne sont pas significatives.

Tableau 2.27. Quantités de lait selon l'effet âge et rang de mise bas des animaux

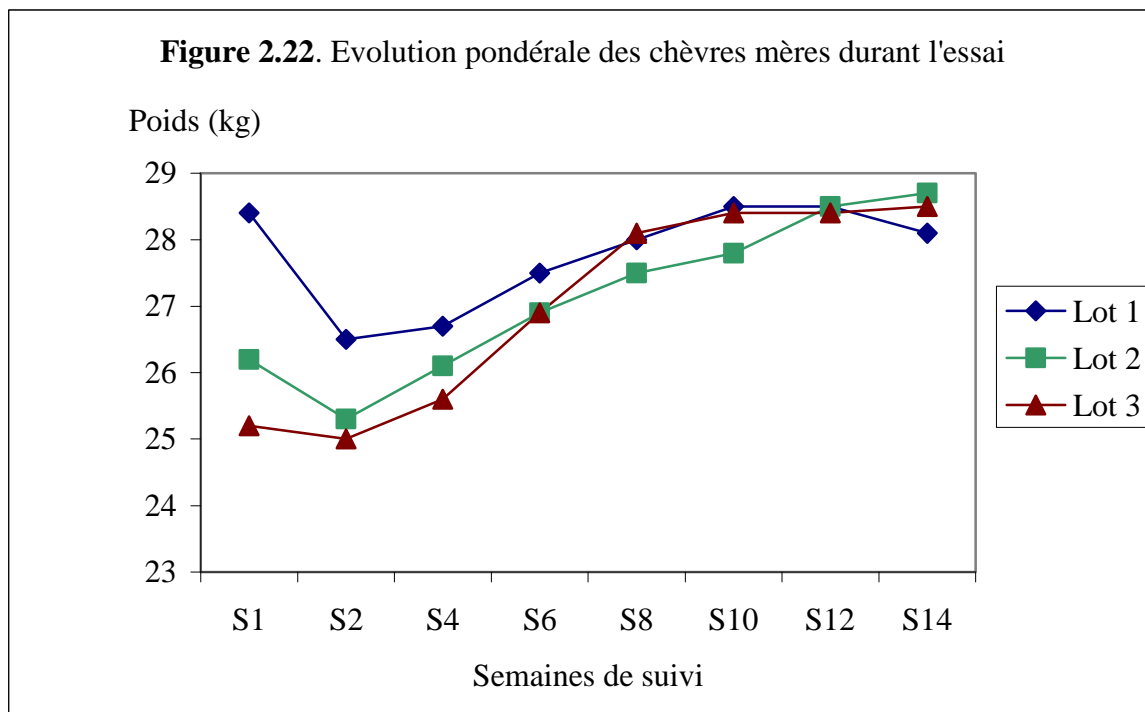
		Quantités (g/jour)
Effet âge	1-2 ans	234±25 ^a
	2-5 ans	310 ± 78 ^{ab}
	5-10 ans	365 ± 108 ^b
Effet rang de mise bas	Une (1) mise-bas	252 ± 37 ^a
	> 1 une mise-bas	354 ± 94 ^b

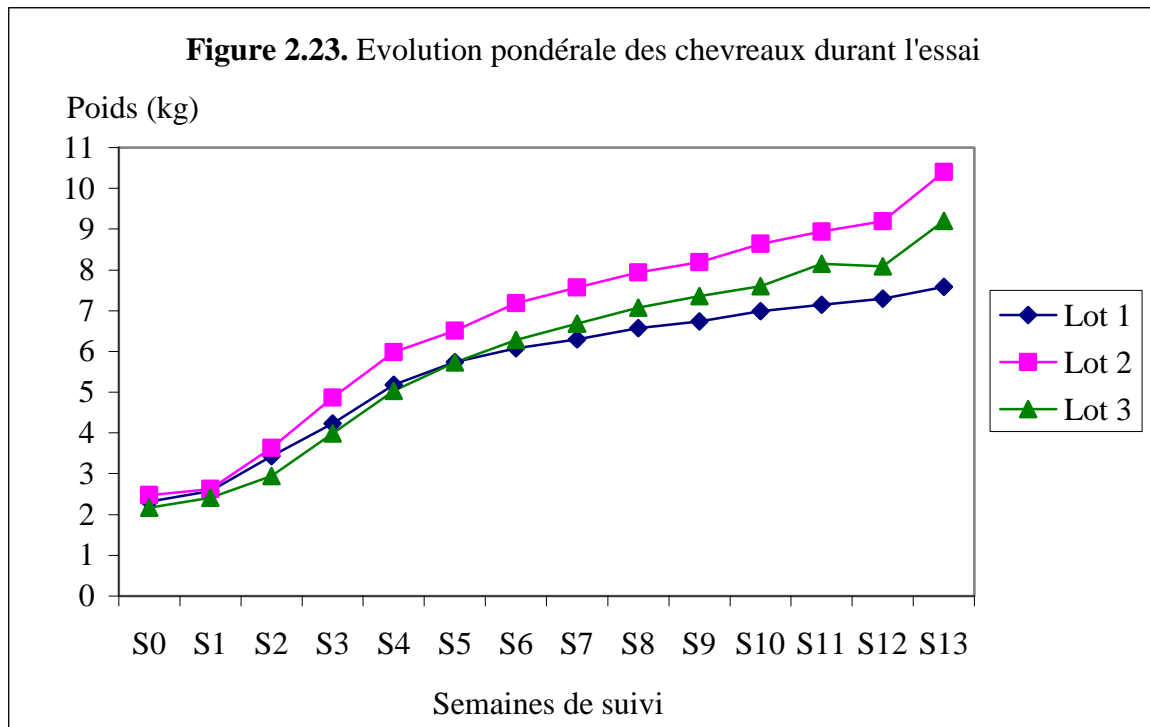
NB: Les chiffres figurant sur la même ligne et marqués de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

Performances pondérales

Bien que les chèvres aient perdu du poids dans les quatre premières semaines de lactation, on note une reprise de gain pondéral après cette phase jusqu'en fin d'étude, ceci pour tous les lots (figure 2.22). Cependant, en terme de gain moyen quotidien (GMQ), ce sont les chèvres complémentées qui ont exprimé des résultats positifs (tableau 2.26). Les chèvres du lot témoin (lot 1) ont présenté des GMQ significativement moins élevés que les lots expérimentaux et ont exprimé un GMQ moyen négatif de -2,6 g.

L'observation de la courbe évolutive de la croissance des chevreaux (figure 2.23) montre un différentiel de plus en plus négatif, notamment à partir de la quatrième semaine, entre le poids des chevreaux à mères non complémentées (lot 1) et ceux des chevreaux dont les mères ont été complémentées (lots 2 et 3). Cela s'est soldé par des différences significatives entre les poids finaux et les GMQ des deux groupes de chevreaux (tableau 2.26).





Discussion

Production laitière et composition chimique

Les variations significatives observées au niveau de la production laitière semblent confirmer les résultats des travaux antérieurs (Cissé *et al*, 1993 ; Zoundi, 1994 ; Nianogo *et al*, 1997b), lesquels soulignent l'effet positif de la complémentation alimentaire de saison de pluies. Une des explications à cela est qu'en régime semi-intensif, le complément assure un apport constant en nutriments (azote, énergie, minéraux) alors que la qualité, notamment les teneurs en azote et la digestibilité des pâturages baissent avec l'avancée de la saison humide (Vega, 2002). Cela étant surtout favorisé par le fait que les pâturages de saison pluvieuse au Sahel est dominé par des graminées annuelles dont la période de végétation active est relativement courte (Boudet, 1991 ; Vega, 2002). Très vite, ces herbacées arrivent à maturité et la qualité chute brutalement avec notamment le processus de lignification (Bougouma-Yaméogo, 1995 citant Penning de Vries et Djitéyé, 1982). Cette situation de faibles teneurs des plantes en matières organiques digestibles est souvent bien critique du fait qu'elle intervient généralement juste avant les récoltes des cultures et les animaux n'ont pas encore accès aux résidus souvent riches de légumineuses cultivées telles que le niébé et l'arachide. En plus de cette situation décrite, il y a le problème de faible densité énergétique des fourrages verts de saison pluvieuse, surtout en ses débuts du fait de leur faible teneur en matières sèches, en particulier sa composante graminéenne (Boudet, 1991 ; Vega, 2002). Selon les résultats du deuxième auteur (Vega, 2002), les graminées telles que *Schoenefeldia gracilis*, *Panicum laetum* Kunth, ont leurs teneurs en matière sèche qui atteignent rarement 60 % (entre 25 et 40 % en moyenne) avant la fin du mois de septembre. Les résultats obtenus avec les deux niveaux d'apport énergétique confirment ce manque à gagner de la fourniture énergétique des pâturages de saison pluvieuse.

Le besoin d'assurer une complémentation énergétique aux animaux exploitant les fourrages verts tels que ceux que l'on rencontre en saison pluvieuse dans la zone climatique de la présente étude, a été également mis en relief pour le climat tempéré (Delaby, *et al*, 2003). En effet, ces auteurs dans leurs travaux de synthèse, indiquent que pour les vaches européennes pâturent les fourrages verts des prairies, la complémentation protéique induit peu d'effet sur la production laitière. Par contre, la complémentation énergétique produit des améliorations considérables à significatives.

Les résultats obtenus dans la présente étude par rapport à l'effet de l'âge et du rang de lactation, corroborent les observations déjà relevées par d'autres auteurs (Bourzat et Koussou, 1994 ; Koussou, 2000).

Même si les différences ne sont pas significatives, la meilleure composition de lait des chèvres du lot 2, en particulier les taux de matières protéiques et de matières grasses, traduirait l'effet positif de l'apport énergétique de même que la nature du complément utilisé. En effet, la littérature (Le Gal et Planchenault, 1993 ; Rousselot, 1997) indique que l'augmentation de la densité ou du niveau énergétique favorise toujours la formation d'acide propionique et améliore de ce fait le taux protéique du lait. La protéosynthèse nécessite la formation d'un grand nombre de liaisons riches en énergie que fournit le glucose dont le précurseur privilégié reste l'acide propionique (Rousselot, 1997).

Aussi, le fait que le son local qui a servi de complément aux chèvres du lot 2 soit un aliment relativement riche en parois (Rivière, 1991), pourrait également expliquer le meilleur taux de matières grasses enregistré. En effet, la teneur en fibre de la ration fait partie des principaux éléments qui influent sur le taux de matières grasses du lait (Rouel *et al*, 2000).

Performances pondérales

La chute de poids des chèvres pendant les quatre premières semaines de lactation observées dans cette étude résulterait de ce que la littérature (Chilliard *et al*, 1998) qualifie de situation de sous-alimentation relative. En début de lactation, les besoins s'accroissent plus rapidement que la capacité d'ingestion des laitières et cela entraîne une forte mobilisation des lipides, et dans une moindre mesure des protéines corporelles dans le sens de l'accroissement de la production laitière, tandis que l'ingestion reste limitante (Morand-Fehr *et al*, 1987). D'où une chute de poids des animaux pendant cette phase. Des travaux sur les vaches (Chilliard *et al*, 1983) indiquent que c'est par la suite que des mécanismes adaptatifs spécifiques se mettent en marche et permettent à l'animal d'évoluer vers un nouvel état nutritionnel qu'il atteint lorsque l'ingestion autorise à nouveau de satisfaire les besoins.

Le GMQ positif des chèvres complémentées comparé à celui négatif de celles non complémentées témoigne ainsi le besoin de compensation de l'alimentation offerte par les pâturages de saison pluvieuse. Certains auteurs comme Nianogo *et al* (1997b) ayant travaillé sur les ovins Mossi, ont enregistré des effets similaires de ce type de complémentation sur la croissance. En effet, ces auteurs ont obtenu un GMQ moyen de 61,07 g pour les sujets complémentés contre un GMQ moyen de 19,23 g pour ceux alimentés selon le mode extensif. Il semble que lorsque l'apport azoté n'est pas limitant comme c'est le cas de la présente étude, la vitesse de croissance de chevreaux est linéairement dépendante de l'énergie absorbée (Le Gal et Planchenault, 1993). L'allure des courbes de croissance des chevreaux des lots 2 et 3 semble traduire cette observation.

Le fait que les chèvres complémentées aient produit plus de lait, pourrait expliquer en partie la supériorité de GMQ de leurs petits. C'est le potentiel laitier de la mère qui détermine le gain pondéral des petits avant sevrage (Cissé *et al*, 1993).

Conclusion

Cette étude confirme bien le fait qu'en période pluvieuse, les animaux en production telles que les chèvres laitières du Sahel, ont réellement besoin d'une complémentation énergétique afin de compenser le déficit existant au niveau de l'offre des parcours naturels. Cette complémentation énergétique s'avère bénéfique pour ces chèvres tant pour leur production laitière que pour leurs performances pondérales dans la mesure où elle parvient même à induire une amélioration significative de ces deux productions. C'est le cas du résultat enregistré avec le niveau de complémentation équivalent à 50 % de couverture des besoins énergétiques des animaux.

Les chevreaux ne sont pas en marge des effets bénéfiques de cette complémentation énergétique de saison pluvieuse, car les résultats indiquent une avance significative de la croissance de ceux dont les mères ont été complémentées. Cela a pour avantage de permettre à ces derniers d'atteindre plus vite le poids requis pour le sevrage à un moment où le disponible alimentaire des pâturages naturels est encore satisfaisant. Ce qui permet de réduire l'apparition de nombreux cas de mortalité de jeunes, fréquemment enregistrés après le sevrage et qui compromet la rentabilité économique de l'élevage par les pertes directes des produits et par l'obligation pour les éleveurs d'exploiter des animaux de faible valeur.

3.3. Essai de complémentation alimentaire de lutte contre les avortements et d'amélioration des performances de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé

3.3.1. Test d'un complément minéral et azoté sur les paramètres de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé ⁵

Résumé

L'étude a eu pour objet d'évaluer au cours de deux périodes (période de saison sèche et période de saison pluvieuse), l'impact d'une complémentation minérale assurant une couverture en phosphore (P), en iode (I), en cuivre (Cu), en zinc (Zn) et en manganèse (Mn) en association avec un apport azoté sur le taux d'avortement et d'autres paramètres de reproduction chez 66 chèvres du Sahel burkinabé. Quatre (4) types de traitements alimentaires ont été constitués et appliqués : pâturage naturel (Pn) seul ; Pn + complémentation minérale (PM) ; Pn + complémentation azotée (PA) ; Pn + complémentation minérale et complémentation azotée (PnAM). Les résultats de la période de saison sèche indiquent un effet significatif de la complémentation minérale et/ou azotée sur la réduction des avortements. Le traitement qui a combiné à la fois les complémentations minérale et azotée s'est révélé le plus efficace car aucun avortement n'a été observé chez les sujets ayant bénéficié de ce traitement. Parmi les sujets ayant avorté au cours de cette saison, les primipares ont été les plus touchées (50 % des cas enregistrés). Aucun avortement n'a été enregistré durant la période de saison pluvieuse, traduisant ainsi l'inopportunité d'apporter aux chèvres gestantes des compléments minéraux et azotés au cours de cette saison qui présente une offre alimentaire de pâturage suffisante en quantité et en qualité. Pendant cette saison la fécondité des chèvres s'est accrue de plus 12,3 points (en pourcentage) par rapport à celle enregistrée au cours de la conduite de saison sèche. La supplémentation a permis en toutes saisons d'améliorer aussi les autres paramètres de reproduction : taux de fertilité, taux de mise bas, taux de fécondité, taux de prolificité et poids à la naissance.

Mots-clés : Complémentation - Avortement - Reproduction - Chèvre du Sahel - Alimentation

Introduction

Malgré l'importance numérique et socio-économique de l'espèce caprine au Burkina Faso (Dembélé, 2000), une faible attention est portée sur celle-ci, tant pour les soins nutritionnels que sanitaires (Tamboura et Berté, 1996). Cela est à l'origine des carences et déséquilibres nutritionnels qui affaiblissent la défense immunitaire des animaux et les rendent vulnérables vis-à-vis de nombreuses maladies (Quirin *et al*, 1993 ; Yahaya, 1999; Dembelé, 2000 ; Ndiaye *et al*, 2000). Parmi ces maladies, les pathologies telles que les avortements, constituent une préoccupation importante tant par leur fréquence, les pertes directes occasionnées mais également celles insidieuses, que par leur incidence pathologique (Bessin, 1996).

Sans occulter le fait que ces avortements peuvent avoir des causes infectieuses, des auteurs (Charray *et al*, 1980 ; Coulibaly, 1997) soulignent l'importance du rôle que peuvent jouer les carences nutritionnelles (minérales et azotées notamment). En effet, les éléments minéraux

⁵ Gnanda B. I., Zoundi S. J., Nianogo J. A., Meyer C. et Zono O. 2005. Test d'un complément minéral et azoté sur les paramètres de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (4): 257-265.

tels le phosphore (P), l'iode (I), le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le manganèse (Mn) sont reconnus comme ceux dont les carences peuvent entraîner des troubles de reproduction (baisse de la fertilité, infécondité, avortements, mortalités,...) (Rivière, 1991 ; Lhoste *et al*, 1993 ; Bengoumi *et al*, 1995). Cependant, la fourniture de ces éléments utiles aux animaux est insuffisante notamment en saison sèche où l'essentiel de l'alimentation est constitué par des pailles de parcours naturels et des résidus de récolte qui sont pauvres en ces éléments minéraux (Boudet, 1991 ; Rivière, 1991). C'est pourquoi, la présente étude analyse l'impact d'une complémentation assurant une couverture en ces cinq éléments minéraux ci-dessus incriminés en association ou non avec un apport azoté sur ce problème d'avortement ainsi que les autres paramètres de reproduction.

Matériel et méthodes

Animaux

Soixante six chèvres du Sahel adultes âgées de 1,5 à 5 ans au début de l'étude, ont été utilisées. Parmi ces 66 chèvres, on dénombrait 10 nullipares (chevrettes), 10 primipares et 46 multipares dont 11 à leur deuxième, 16 à leur troisième et 19 à leur quatrième mise bas. Pour la saillie de ces chèvres, trois boucs de 2 à 3 ans ont été utilisés.

Organisation générale du dispositif expérimental

Afin de prendre en compte la différence de l'offre quantitative et qualitative des parcours naturels entre la saison pluvieuse et la saison sèche par rapport aux problèmes d'avortement, l'étude a été exécutée en deux étapes :

- Une première étape (phase I) qui s'est étalée du mois de novembre au mois d'avril, qualifiée de phase de déficience alimentaire des pâturages pour le déroulement normal des gestations ;
- Une deuxième étape (phase II) qui s'est étalée du mois d'août au mois de janvier, qualifiée de phase de bonne disponibilité alimentaire des pâturages pour le déroulement normal des gestations.

Pour les deux phases, la lutte des chèvres a été synchronisée en utilisant la méthode zootechnique ou 'effet bouc'. Pour ce faire, les dispositions suivantes ont été prises :

- Séparation totale des mâles et femelles deux mois (août à septembre pour la première phase et mai à juin pour la deuxième phase) avant l'application des mesures de prophylaxie sanitaire et de flushing alimentaire ;
- Déparasitage des animaux à la fin du deuxième mois de séparation à l'aide du SynanthicND et application d'une complémentation pendant un mois (octobre pour la phase I et juillet pour la phase II) afin d'assurer les conditions qui ont préparé chaque catégorie d'animal (mâle et femelle) à être apte à la reproduction. Cette complémentation qui a été faite à base de tourteaux de coton, assurait un apport journalier d'environ 50,5 g de MAD et 0,113 UF par jour et animal.
- Introduction des mâles à la fin du mois de complémentation pour une durée de deux mois et ceci de façon rotative à raison de quatre heures le matin (8 h à 12 h) et trois heures le soir (14 h à 17 h). Ce temps de deux mois d'utilisation des mâles avait pour but de donner les possibilités de manifestations de 2 à 3 cycles oestriens pour chaque sujet soumis à l'expérimentation.

Afin que les mêmes chèvres de la phase I puissent être utilisées pour la phase II, les chevreaux issus des mises bas de cette phase ont été précocement sevrés à deux mois d'âge et

soumis à une ration de sevrage. Les mères ont reçu des apports de fourrage constitués essentiellement de fanes de niébé et ceci jusqu'au mois de juin de la deuxième année de l'étude.

Par ailleurs, les saillies ont fait l'objet de suivi par le berger à l'aide d'une fiche élaborée à cet effet. Sur cette fiche, étaient inscrits les numéros des boucles auriculaires des chèvres avec des cases à cocher lorsqu'une chèvre venait en chaleur et acceptait la monte. Durant les deux mois de présence de géniteurs parmi les femelles, le berger a pu vérifier le non retour en chaleur des chèvres qui ont été saillies et ces dernières étaient identifiées pour être soumises, dès certification de la monte effective par le berger, aux rations de complémentation pour la gestation. Au bout des deux mois d'utilisation des mâles, les chèvres dont les saillies n'ont pas pu être certifiées à l'issue du suivi du berger, ont été à leur tour ventilées dans leurs différents lots conformément aux critères de mise en lot préalablement définis et décrits au point suivant.

Conduite alimentaire

Pour chacune des deux phases (phase I et II), les 66 chèvres ont été d'abord classées selon l'âge et le rang de mise bas et affectées aléatoirement à chacun des quatre traitements (tableau 2.28). Le récapitulatif de la ventilation des animaux de l'essai selon leur âge et leur rang de mise bas est donné par le tableau 2.29.

Pour la complémentation minérale, les pierres à lécher utilisées étaient des blocs de 5 kg composés entre autres de : Na (370 g/kg), Mg (2400 mg / kg), Fe (700 mg/ kg), Zn (600 mg/ kg), Mn (420 mg/ kg), Cu (100 mg/ kg) et I (28 mg/ kg). De la poudre d'os a été utilisée comme source de phosphore pour les animaux, dont les besoins journaliers estimés sont de 2,5 g/animal (24). Pour permettre sa consommation par les chèvres du lot PnM (tableau II), on a effectué un mélange de poudre d'os avec une quantité moyenne de 75 g de son local de mil. Du tourteau de coton a été utilisé pour assurer la complémentation azotée.

Les compléments étaient apportés aux animaux le soir après leur retour des pâturages et leur restaient disponibles pendant 7 heures dans la journée.

Tableau 2.28. Allotement et régimes alimentaires des animaux

Paramètres	Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM	Total	
Régimes alimentaires	Pâturage naturel	+	+	+	+	
	Complémentation minérale utilisant des pierre à lécher industrielles (PLI) ad libitum et de la poudre d'os (20 à 30 g par animal par jour)		+		+	
	Complémentation azotée à l'aide de tourteau de coton assurant une couverture de 75 % des besoins journaliers en MAD des animaux et 14 % de leur besoin en UF			+	+	
Nombre d'animaux	Phase I	17	16	17	16	66
	Phase II	16	16	17	17	66

NB : . Pn = Pâturage naturel

. PnM = Pâturage naturel + apport de complément minéral

. PnA = Pâturage naturel + apport azoté

. PnAM = Pâturage naturel + apport azoté et minéral

Tableau 2.29. Effectif des lots par classe d'âge et par numéro de mise bas

		Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM	Total
<i>Par classe d'âge :</i>						
Phase I	1-2 ans	3	2	2	2	9
	2-3 ans	2	4	2	3	11
	3-4 ans	1	10	1	0	2
	4-5 ans	11	10	12	11	44
	5-6 ans	0	0	0	0	0
	Total	17	16	17	16	66
Phase II	1-2 ans	0	0	0	0	0
	2-3 ans	2	2	3	1	8
	3-4 ans	2	2	3	3	10
	4-5 ans	0	2	4	1	7
	5-6 ans	12	10	7	12	41
	Total	16	16	17	17	66
<i>Par rang de mise bas :</i>						
Phase I	0	3	3	3	2	10
	1	3	2	2	2	10
	2	4	3	3	2	11
	3	3	3	3	5	16
	4	4	5	5	5	19
	5	0	0	0	0	0
	Total	17	16	16	16	66
Phase II	0	2	2	3	3	10
	1	1	1	2	2	6
	2	2	1	3	2	8
	3	2	3	2	2	10
	4	3	4	3	3	13
	5	6	5	4	4	19
	Total	16	16	17	17	66

NB : . Pn = Pâturage naturel

. PnM = Pâturage naturel + apport de complément minéral

. PnA = Pâturage naturel + apport azoté

. PnAM = Pâturage naturel + apport azoté et minéral

Recherche de maladies abortives

Un prélèvement sanguin ponctuel (à la veine jugulaire) a été réalisé lors de la première phase chez tous les animaux d'expérimentation sauf les mâles, pour le test de la brucellose, de la chlamydie et de la campylobactériose dans le cadre d'une étude séro-épidémiologique conduite par Dembelé (2000). Le sérodiagnostic de cette étude a été effectué selon la technique d'agglutination rapide sur lame par l'Epreuve de l'Antigène Tamponné (EAT) notamment pour la brucellose et la campylobactériose.

Données collectées, matériel utilisé et traitement des résultats

Les données collectées ont porté essentiellement sur les paramètres de reproduction et de productivité pondérale.

Paramètres de reproduction

Les données collectées ont porté sur le nombre d'avortements apparents (produits foetaux recensés) et de mise bas dont l'enregistrement s'est fait à l'aide d'une fiche de suivi. Le traitement des résultats a concerné le taux de fertilité, d'avortement apparent, de mise bas, de prolificité et de fécondité. Pour le calcul de ces différents taux retenus, les définitions proposées par Lhoste *et al.* (1993) et Moulin (1993) ont été appliquées.

- . **Femelles reproductrices** : toute femelle ayant atteint l'âge moyen à la pleine fécondation et mise à la reproduction ;
- . **Taux de fertilité apparente** : nombre de mises bas à terme plus les avortements avancés par femelle reproductrice mise à la reproduction exprimé en pour cent ;
- . **Taux d'avortement** : nombre d'avortements par femelle en gestation (ayant mis bas ou avorté) exprimé en pour cent ;
- . **Taux de mise bas** : nombre de mises bas à terme par femelle reproductrice mise à la reproduction, exprimé en pour cent ;
- . **Taux de prolificité** : nombre de petits nés vivants par mise bas à terme exprimé en pour cent ;
- . **Taux de fécondité** : nombre de petits nés vivants par femelle reproductrice mise à la reproduction, exprimé en pour cent.

Paramètres de productivité pondérale

Les données collectées et traitées ont porté sur :

- le poids à la naissance des chevreaux ;
- le poids post-partum des mères (après un temps écoulé de 24 heures).

Pour la pesée des chevreaux, un peson Salter de portée 10 kg (précision 50 g) a été utilisé. Les mères ont été pesées à l'aide d'un peson de 50 kg de marque Salter (à 200 g de précision).

Analyse statistiques des données

En plus des paramètres élémentaires tels que les moyennes, les écarts-types, établis pour les données pondérales, une analyse de variance a été faite sur les facteurs : alimentaire, saison de conduite, âge des sujets et rang de mise bas. Pour ce faire, l'analyse statistique a eu recours au logiciel GENSTAT et la comparaison des moyennes s'est effectuée selon le test t. Le test de khi-2 a été utilisé pour l'analyse des paramètres de reproduction.

Résultats

Test des maladies abortives

Les tests sur les maladies abortives principales (brucellose, chlamydie, campylobactériose) ont été tous négatifs (Dembelé, 2000).

Influence de la conduite alimentaire sur les paramètres de reproduction

Au cours de la phase I où le problème de carences alimentaires s'est posé avec beaucoup d'acuité, notamment dans les derniers mois de cette phase, l'apport combiné de minéraux et du tourteau de coton a permis une amélioration globale des paramètres de reproduction avec une réduction significative ($P < 0,05$) du taux d'avortement chez les chèvres ayant bénéficié de ce traitement (lot PnAM) comparativement à celles du lot Pn qui n'ont bénéficié d'aucune complémentation et celles du lot PnM où la complémentation a été uniquement minérale (tableau 2.30). L'apport du tourteau de coton (qui fournit en plus de l'azote, de l'énergie) a eu plus d'impact que la complémentation minérale pour tous les autres paramètres de reproduction (taux de fertilité, taux de mise bas, taux de prolificité, taux de fécondité, taux d'avortement).

Tableau 2.30. Influence de la conduite alimentaire sur les paramètres de reproduction

Phases	Lots	Taux de fertilité (%)	Taux d'avortement (%)	Taux de mise bas (%)	Taux de prolificité (%)	Taux de fécondité (%)
Phase I	Pn	89,4	26,7 ^a	77,7	109,9	84,9
	PnM	82,4	21,4 ^{ab}	64,5	116,7	75,4
	PnA	88,2	13,3 ^{ab}	76,5	115,4	86,5
	PnAM	100	0 ^b	100	106,7	104,9
	Moyenne	89,4	16,9	74,2	109,6	84,9
Phase II	Pn	64,3	0	64,3	122,2	78,6
	PnM	66,7	0	66,7	125	83,3
	PnA	87,5	0	87,5	129,5	113,3
	PnAM	82,2	0	82,2	116,7	95,9
	Moyenne	77,9	0	78,8	123,4	97,2
Moyenne générale		83,7	8,5	78,2	114,5	89,5

^{a b} : Pour la phase I, les valeurs se rapportant aux avortements (en colonne) et portant des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

NB : . Pn = Pâturage naturel

. PnM = Pâturage naturel + apport de complément minéral

. PnA = Pâturage naturel + apport azoté

. PnAM = Pâturage naturel + apport azoté et minéral

Influence de la saison sur les paramètres de reproduction

Seul, le taux de fertilité a été plus élevé pendant la phase I. Les paramètres tels que les taux de mise bas, de prolificité, de fécondité, ont été plus élevés pendant la phase II. La saison a par contre déterminé de façon significative ($P < 0,05$) l'apparition des avortements (tableau 2.30). En effet, un taux moyen d'avortement de 16,9 % a été enregistré au cours de la période de saison sèche (phase I) contre un taux nul pour la période de saison pluvieuse (phase II).

Influence de l'âge et du rang de mise bas sur le taux d'avortement

Au total, 7 avortements sur 10 enregistrés au cours de l'essai portent sur les animaux dont l'âge est compris entre 1 et 3 ans (tableau 2.31).

Pour l'influence de rang de mise bas (tableau 2.32), on constate qu'au fur et à mesure que le rang de mise bas augmente, le pourcentage des avortements diminue. Ce sont les nullipares qui sont les plus touchées par le problème d'avortement. En effet, au cours de cette expérimentation, toutes les chèvres de cette catégorie ont avorté (tableau 2.32). Par contre, aucun avortement n'a été enregistré sur les chèvres de quatrième rang de mise bas.

Tableau 2.31. Influence de l'âge sur le taux d'avortement au cours de la phase I

Classes d'âge (ans)	Nombre de reproductrices	Nombre de gestations	Nombre d'avortements	Taux d'avortement (%)
1 - 3	20	15	7	46,7 ^a
3 - 5	46	44	3	6,8 ^b
Tous âges confondus	66	59	10	16,9

^{a b} : Les valeurs figurant dans la même colonne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,05)

Tableau 2.32. : Influence du rang de mise bas sur le taux d'avortement au cours de la phase I

Rang de mise bas	Nombre de reproductrices	Nombre de gestations	Nombre d'avortements	Taux d'avortement (%)
Nullipares	10	5	5	100 ^a
Multipares de 1 ^{er} rang de mise bas	10	10	2	20 ^b
Multipares de 2 ^e rang de mise bas	11	11	2	18,2 ^{bc}
Multipares de 3 ^e rang de mise bas	16	14	1	7,1 ^{bc}
Multipares de 4 ^e rang de mise bas	19	19	0	0 ^c
Tous rangs de mise bas confondus	66	59	10	16,9

^{a b c} : Les valeurs figurant dans la même colonne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,05)

Influence de la conduite alimentaire et de la saison sur les poids post-partum des mères et les poids à la naissance des chevreaux

Les poids moyens des quatre lots de chèvres avant l'essai ne présentent pas de différence significative. Par rapport à la conduite alimentaire, les animaux des lots complémentés ont présenté les poids post-partum les plus importants (tableau 2.33) avec une avance significative (P < 0,05) de croît pour les animaux du lot PnAM. Les poids à la naissance des chevreaux dont les mères ont été complémentées ont été nettement plus intéressants comparativement

aux autres (tableau 2.33). Que ce soit les mères ou les petits, la complémentation azotée améliore mieux la productivité pondérale que la complémentation minérale.

Tableau 2.33. Valeurs moyennes (phase I et II) des poids post-partum des mères et de poids à la naissance des chevreaux en fonction de la conduite alimentaire

Paramètres	Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM
Poids des mères avant saillie (kg)	26,7 ± 4,3 ^a	26,9 ± 4,8 ^a	27,8 ± 5,4 ^a	28,4 ± 5,8 ^a
Poids post-partum des mères (kg)	28,6 ± 5,2 ^a	28,8 ± 5,3 ^a	31,1 ± 5,4 ^{ab}	34,7 ± 2,1 ^b
Poids des chevreaux (kg)	2,2 ± 0,5 ^a	2,3 ± 0,6 ^a	2,5 ± 0,5 ^a	3,1 ± 0,4 ^a

^{a b} : Les moyennes figurant sur la même ligne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,05)

Globalement, on a relevé les meilleures performances pondérales avec un apport azoté (tourteau de coton), aussi bien pour les mères que pour leurs petits. En effet, une corrélation significative (P < 0,05) et positive ($r^2 = 0,6$) est établie entre les poids post-partum des mères et les poids à la naissance des chevreaux.

En ce qui concerne l'influence de la saison, les poids post-partum des mères et ceux des chevreaux à la naissance ont été meilleurs pendant la période de saison pluvieuse (phase II) que pendant la période de saison sèche (phase I) : 32,5 et 2,8 kg pendant la phase II contre 28,7 et 2,4 kg pendant la phase I pour respectivement les mères et les chevreaux (tableau 2.34).

Tableau 2.34. Influence de la saison sur les poids post-partum des mères et de poids à la naissance des chevreaux

Paramètres	Phase I	Phase II
Poids post-partum des mères (kg)	28,7 ± 6,9 ^a	32,5 ± 5,4 ^b
Poids des chevreaux (kg)	2,4 ± 0,5 ^a	2,8 ± 0,3 ^a

^{a b} : Les valeurs figurant sur la même ligne et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,05)

Discussion

Tests sanitaires

Les résultats tous négatifs de la sérologie effectuée dans cette étude par rapport aux trois maladies infectieuses impliquées le plus souvent dans les avortements (brucellose, chlamydie, campylobactériose) peuvent traduire le fait des réalités épidémiologiques avérées, mais peuvent également être attribués à la méthode d'analyse de laboratoire qui a été appliquée. En effet, des auteurs comme Chartier et Chartier (1988) qui ont eu à utiliser cette technique en Mauritanie ont également relevé des taux de prévalence nuls pour ces maladies. Par contre, en utilisant le procédé de fixation du complément grâce aux réactifs du laboratoire national de pathologie de petits ruminants de Nice, Bloch et Diallo (1991) ont enregistré sur des chèvres du Niger, des taux de prévalence variant en fonction des sites d'enquêtes de 0,6 à 11,6 % pour la brucellose et 0,03 à 1 % pour la chlamydie. Par le même le procédé, il a été

trouvé sur les chèvres sahéennes du Sénégal, des taux de prévalence respectifs de 18 et 80 % pour la brucellose et la chlamydie (Ndiaye *et al*, 2000).

Par ailleurs, il semble que pour les pathologies telles que la brucellose, il y a une infection modérée des petits ruminants comme les caprins comparativement aux bovins (Tourrand et Landais, 1996). De plus, le fait que le climat de notre milieu d'étude est sec et chaud, peut limiter la présence ou la prévalence de ces maladies infectieuses abortives qui ont fait l'objet de test dans cette étude, étant donné que ce sont les milieux à climat chaud et humide qui sont surtout favorables à leur développement.

Paramètres de reproduction

Plusieurs auteurs ont déjà relevé à partir des résultats d'enquêtes en milieu paysan conduites en Afrique Centrale et de l'Ouest, l'effet bénéfique de la complémentation de saison sèche sur les problèmes d'avortement des animaux (Charray *et al*, 1980 ; Tourrand et Landais, 1996).

Les taux d'avortement enregistrés dans cette étude apparaissent comparables à celui de 80 % rapporté sur 52 femelles de la même race, mais toutes nullipares (Sanfo, 1998).

Par rapport aux paramètres de reproduction comme le taux de fertilité, le taux de mise bas, le taux de prolificité et le taux de fécondité, nos observations corroborent celles relevées par Tourrand et Landais (1996) sur la même race de chèvre du Sahel, élevée dans le Delta du fleuve Sénégal. En effet, ces deux auteurs ont montré que la complémentation améliorerait la productivité des chèvres, car rapporté à l'échelle du troupeau, ces derniers ont estimé un gain numérique de 35 % dû à la complémentation.

En terme de taux de fertilité, de fécondité et de prolificité, les auteurs sus cités ont enregistré chez les sujets non complémentés des chiffres respectifs de 87, 93 et 120 % ; alors que chez leurs homologues ayant bénéficié de la complémentation, ces valeurs étaient respectivement de 97, 106 et 122 %. Par ailleurs, les résultats de cette même étude ont indiqué que ces trois paramètres étaient meilleurs chez les chèvres guinéennes sur lesquelles il a été relevé des chiffres respectifs de 124, 170 et 145 %. Entre cette race guinéenne et la race sahéenne, des observations similaires ont également été faites par Clément *et al* (1997) ; mais uniquement sur la mesure de la prolificité dont les taux rapportés étaient de 117 et 156 % respectivement pour la première et pour la seconde race.

Les résultats obtenus par Dumas (1980) concernant le facteur saison ont également montré que les avortements étaient plus importants pendant la période sèche chaude (55,3 % des avortements enregistrés) contre 22,6 et 21,8 % respectivement pour la saison sèche froide et la saison pluvieuse. Cependant, les taux enregistrés dans cette étude sont relativement bas par rapport à ceux enregistrés sur les chèvres naines du Burkina Faso qui étaient respectivement de 48,5 et 21,6 % pour la saison chaude et la saison pluvieuse (Bourzat, 1980). Ils sont également en deçà de ceux rapportés sur la même race que celle de l'étude qui étaient de 4 % pour la saison pluvieuse et 46,4 % pour la saison sèche (Dembélé, 2000).

Le niveau élevé des avortements en saison sèche peut s'expliquer surtout par les problèmes de carences alimentaires des animaux en cette saison. A cela, peuvent s'ajouter les problèmes d'intoxication car souvent, face à la gravité de la crise alimentaire de la saison, certains animaux sont amenés à consommer des aliments impropres dont parfois des substances potentiellement toxiques. C'est la raison pour laquelle certains auteurs (Rekik et Gharbi, 1999) insistent sur l'impact du niveau et de la qualité de l'alimentation avant et durant la lutte sur l'apparition des œstrus et la viabilité des embryons.

Plus un animal vieillit (donc plus il avance en rang de mise bas), plus sa capacité de se reproduire faiblit (Lhoste *et al*, 1993). Cela pourrait donc expliquer en partie la baisse de fertilité des chèvres pendant la seconde phase. En effet, on peut constater dans cette étude que 60 % des chèvres qui n'ont pas été fécondées lors de la phase II, étaient à leur quatrième rang de mise bas. Par contre, les primipares ne représentaient que 13 % des sujets non fécondés.

Par ailleurs, le fait qu'il existe des variations de durée d'œstrus post-partum entre les sujets, peut expliquer également qu'une partie des chèvres n'aient pas repris leur activité sexuelle pendant la période de leur mise en reproduction lors de la seconde phase surtout pour les sujets plus légers. De plus, le rétablissement de l'activité ovarienne post-partum n'est pas immédiat car dépendant de beaucoup de facteurs tels que l'alimentation et la saison de mise bas précédente (Khaldi et Lassoued, 1992).

L'amélioration des paramètres taux de fécondité et taux de prolificité lors de la phase II, peut provenir du fait de l'effet de l'amélioration des conditions alimentaires des pâturages due à la saison des pluies, étant donné qu'aucun avortement n'a été enregistré lors de cette saison.

Plusieurs résultats mettent en relief le fait que les risques d'avortement sont d'autant plus grands que les sujets sont jeunes (Tekelye *et al*, 1991 ; Quirin *et al*, 1993 ; Dembelé, 2000). Ainsi, au cours de leurs travaux, les auteurs (Quirin *et al*, 1993) ont relevé que parmi les avortements qu'ils ont enregistrés, 74,4 % ont concerné les jeunes de zéro à un an et les autres cas (25,6 %) ont touché les animaux de la classe d'âge supérieure à un an. Sur des animaux de même race que celle de la présente étude, il a été rapporté que 59,9 % des avortements enregistrés ont concerné les sujets de 2 à 3 ans contre seulement 21,05 % pour les chèvres de 4 à 5 ans (Dembelé, 2000). Et selon l'auteur, le taux d'avortement plus élevé chez les chèvres de 2 à 3 ans était surtout lié au fait que les animaux de cette classe d'âge étaient composés essentiellement de primipares.

Le faible taux de prévalence des avortements chez les multipares pourrait aussi s'expliquer par le fait qu'elles sont immunisées de façon durable contre certaines maladies abortives lors des gestations antérieures (Quirin *et al*, 1993). Ce qui, à contrario, expliquerait le fort taux d'avortement chez les nullipares du fait qu'elles n'ont pas encore acquis une immunité et un développement suffisant de leurs organes génitaux pour supporter convenablement la gestation (Lhoste *et al*, 1993). Les carences alimentaires, notamment les fortes variations saisonnières, font que les animaux accusent du retard dans leur développement. Pour cette catégorie d'animaux qui n'ont pas terminé leur croissance et leur développement, les besoins azotés de gestation viennent s'ajouter aux besoins d'entretien et de croissance qui ne sont guère couverts en saison sèche par les pâturages sahéliens dont les teneurs en azote se situent constamment en dessous de 1 % (Boudet, 1991). C'est pourquoi, il est toujours nécessaire d'assurer des apports en matières azotées afin d'éviter toute compétition entre ces trois processus et garantir ainsi une gestation convenable (Rekik et Gharbi, 1999). Cela peut justifier en partie le fait que dans cette étude, la complémentation azotée ait induit un impact plus positif sur la réduction du taux d'avortement comparativement à la complémentation minérale et ceci, d'autant plus que la complémentation azotée (tourteau de coton) a fourni en même temps des sels minéraux, notamment le phosphore (Madibela *et al*, 2002).

Paramètres de productivité pondérale

Lorsqu'en saison sèche, l'alimentation des animaux est basée sur le pâturage naturel, on assiste généralement à des pertes importantes de poids relevées par plusieurs auteurs (Héma, 1988 ; Zoundi, 1994). Parmi les nutriments incriminés dans cette crise pondérale, l'azote reste le plus en vue (Kaboré-Zoungana *et al*, 1997). C'est pourquoi un apport substantiel d'une

source azotée aux animaux évoluant sur parcours naturels de saison sèche se traduit généralement par la réduction ou parfois une suppression totale de la perte de poids accompagnée de gains positifs (Zoundi, 1994 ; Kaboré-Zoungana *et al*, 1997). La complémentation minérale est cependant indispensable en saison sèche, mais est surtout profitable aux animaux lorsque ces derniers bénéficient d'une offre en matière organique facilement dégradable (Rivière, 1991).

Il semble, comme l'a déjà souligné Guérin (1988), que pour les animaux de l'élevage extensif des régions tropicales, la complémentation minérale, notamment la complémentation en phosphore est moins évidente chez les petits ruminants en terme de gain pondéral comparativement aux bovins. Pour l'auteur, cela est lié au fait que les petits ruminants sont plus aptes, grâce à leur tri alimentaire plus intense (notamment les caprins) à se constituer une ration peu carencée pour se maintenir.

Les poids moyens à la naissance des chevreaux obtenus dans cette étude sont similaires à ceux rapportés par Sanfo (1998) qui a travaillé sur la même race sahélienne du Burkina. Ils sont également comparables à la valeur de $2,25 \pm 0,63$ kg rapportée sur la même race (Konaté, 2000).

La corrélation positive entre les poids de parturition des chèvres et les poids à la naissance de leurs petits a toujours été relevée par plusieurs auteurs (Madibela *et al*, 2002). Le fait que les chèvres complémentées de cette étude aient pris plus de poids que leurs homologues non complémentées (par exemple un gain de poids de 6,3 kg pour le Lot PnAM contre 1,9 kg pour le Lot Pn), peut expliquer les meilleurs poids à la naissance de leurs petits. C'est ce qui peut d'ailleurs justifier le fait que les poids de ces sujets et ceux de leurs petits aient été plus corrélés ($r^2 = 0,75$) que les poids des sujets non complémentés et de ceux de leurs petits ($r^2 = 0,46$). Cependant, l'absence de différence significative entre les poids de chevreaux due à l'influence des traitements alimentaires confirme les observations déjà relevées par d'autres auteurs (Madibela *et al*, 2002).

L'importance quantitative et qualitative des pâturages de saison pluvieuse peut expliquer les meilleurs résultats de poids post-partum des mères et de poids à la naissance des chevreaux de la deuxième phase par rapport à la première. Cette situation a par ailleurs favorisé une bonne croissance des nullipares qui ont pu mettre bas normalement sans qu'il y ait d'avortement. En effet, en saison pluvieuse, les pâturages sont notamment riches en protéines et minéraux indispensables (Rivière, 1991). De plus, les nullipares au début de l'essai étaient plus âgées en saison pluvieuse. Par contre, en saison sèche, les pâturages sont essentiellement constitués de paille peu digestible et de faible valeur nutritive insuffisante pour couvrir les besoins alimentaires des animaux. Hormis cela, les nullipares étaient avancées en âge en saison pluvieuse comparativement à ce qu'elles étaient pendant la saison sèche.

Conclusion

La complémentation minérale et/ou azotée de saison sèche a permis de réduire de façon significative le taux d'avortement chez la chèvre du Sahel qui est de 26,7 % avec une alimentation en pâturage naturel (lot Pn). Cette réduction apparaît plus importante avec la complémentation azotée qu'avec la complémentation minérale, particulièrement chez les sujets jeunes qui sont à leur première gestation. Cependant, lorsque les deux types de complément sont apportés ensemble aux animaux, cela a permis d'éviter totalement les avortements au cours de cette saison.

L'âge et le rang de mise bas ont une part significative sur les manifestations des avortements. En effet, les jeunes animaux nullipares, dont le développement est insuffisant, sont ceux qui avortent le plus.

La quantité et la qualité de l'offre alimentaire des pâturages de saison pluvieuse paraissent suffisantes pour éviter les avortements des chèvres si bien qu'il ne semble plus nécessaire de leur apporter des compléments azotés et minéraux pendant cette saison.

Suite aux résultats préliminaires de cette étude, et en tenant compte des moyens financiers limités des éleveurs, il peut être recommandé que pendant la saison sèche, la complémentation soit faite par catégorie d'animaux. La complémentation minérale seule pourrait être recommandée pour les multipares de quatrième de rang de mise bas et plus. Par contre, pour ce qui est des autres, de rangs de mise bas inférieurs, notamment les nullipares, il est nécessaire d'associer la complémentation minérale à la complémentation azotée.

Par la suite, il conviendrait de vérifier si le problème d'avortement de la chèvre du Sahel au cours de la saison sèche, est dû à la faible valorisation par ces dernières des sources azotées et minérales fournies par les parcours, ou s'il est dû surtout à un déficit prononcé des pâturages en ces éléments.

3.3.2. Relation entre état nutritionnel, avortements et fertilité de la chèvre du Sahel burkinabé⁶

Résumé

A travers un test de complémentation et une analyse du statut nutritionnel sur des éléments ayant un lien avec la reproduction, notamment les avortements, les auteurs présentent les principaux résultats obtenus en saison sèche sur les chèvres du Sahel burkinabé. Ces chèvres au nombre de 52 ont été regroupées en quatre lots de 13 sujets pour un suivi de 6 mois en saison sèche et début de la saison des pluies, après environ 3 mois de préparation. Une partie de l'étude qui a consisté à apprécier l'exploitation des pâturages par les animaux ainsi que la qualité des fourrages prélevés, a montré que les feuilles de ligneux représentaient 54 % des aliments consommés. Pour ce qui est de la qualité, il ressort globalement que l'offre alimentaire des parcours fréquentés par les chèvres, a été insuffisante en certains nutriments notamment le cuivre et le zinc. Cet état de fait s'est répercuté sur le statut nutritionnel des animaux et a été mis en relief par les résultats aussi bien au niveau sérique qu'au niveau des avortements. Les chèvres qui ont reçu une complémentation azotée à l'aide de tourteau de coton ou cet aliment plus un apport minéral, n'ont présenté aucun cas d'avortement. Par contre, celles qui ont été soumises uniquement à la complémentation minérale, ont été touchées par les avortements au même titre que les chèvres témoins (30 % de taux d'avortement pour les premières contre 37,5 % pour les secondes). Par ailleurs, les résultats indiquent que les autres paramètres de reproduction, en particulier les taux de fertilité, de mise bas et de fécondité, sont améliorés sous l'effet de la complémentation aussi bien minérale qu'azotée. L'enseignement majeur de cet essai est qu'en milieu sahélien, une complémentation azotée et minérale est susceptible de limiter la fréquence des avortements chez la chèvre du Sahel burkinabé.

Mots clés : Avortement, Reproduction, Complémentation minérale, Complémentation azotée, Etat nutritionnel, Chèvre du Sahel burkinabé

⁶ Gnanda Bila Isidore, Nianogo Joseph Aimé, Zoundi Sibiri Jean, Faye Bernard, Meyer Christian, Sanou Seydou et Zono Ousmane : Relation entre état nutritionnel, avortements et fertilité de la chèvre du Sahel burkinabé. *Revue CAMES* (Soumis).

Introduction

Les avortements constituent l'une des principales contraintes de développement de l'élevage caprin du Sahel burkinabé (Dembelé, 2000 ; Zoungrana, 2000). Ainsi, des travaux antérieurs (Gnanda *et al*, 2005c) centrés sur la complémentation minérale et/ou azotée, montrent que l'utilisation d'un complément minéral ou azoté permet de réduire significativement le taux d'avortement des chèvres, celui chez les sujets témoins ayant été de 22,6 % alors qu'aucun avortement n'a été relevé chez les sujets ayant reçu les deux types de complément à la fois.

La présente recherche vise à approfondir la compréhension des causes du phénomène en couplant une analyse de l'état nutritionnel des animaux au dispositif de complémentation. Cette analyse porte sur l'azote et les minéraux tels que le phosphore, le cuivre, le zinc et le manganèse pour lesquels les carences observées entraînent des troubles de reproduction (Charray *et al*, 1980 ; Kessler, 1991 ; Bengoumi *et al*, 1995).

L'étude tente d'identifier lequel ou lesquels de ces éléments sont les plus déterminants en tant que causes des problèmes de reproduction observés.

Matériel et méthodes

Animaux et étapes de préparation pour les saillies

Cinquante deux (52) chèvres du Sahel burkinabé âgées de 1 à 10 ans et de rang de mise bas de 0 à 7, ont été utilisées. Ces animaux ont été déparasités à l'aide d'oxfendazole (SynanthicND) et vaccinés contre la pasteurellose. Les saillies ont fait appel à "l'effet bouc". Pour cela, il a été procédé de la manière suivante :

- Séparation des géniteurs (au nombre de trois) des femelles durant 21 jours, période pendant laquelle chaque animal (femelle comme mâle) a reçu une complémentation azotée (flushing) à l'aide de tourteau de coton à la dose de 138 g de MS par jour, correspondant à une fourniture journalière de 48 g de MAD et 0,11 UF.
- Introduction et maintien des trois boucs au sein du troupeau femelle pendant 60 jours ; ceci de façon rotative à raison de quatre heures le matin (8 h à 12 h) et trois heures le soir (14 h à 17 h).

Conduite alimentaire

Les cinquante deux (52) chèvres ont été scindées suivant leur âge et leur rang de chevrotage en quatre lots correspondant à quatre traitements alimentaires appliqués en saison sèche (tableau 2.35).

Toutes les chèvres pâturaient 7 heures par jour et au retour à la bergerie, le soir, elles étaient traitées de la manière suivante au plan alimentaire : les chèvres du lot Pn ne recevaient rien, celles du lot PnM recevaient une complémentation minérale, celles du lot PnA bénéficiaient d'une complémentation azotée et celles du lot PnAM bénéficiaient à la fois de la complémentation minérale et azotée.

La pierre à lécher utilisée pour la complémentation avait la composition suivante : Na (370 g/kg), Mg (2400 mg/kg), Fe (700 mg/kg), Cu (100 mg/kg), Zn (600 mg/kg), Mn (420 mg/kg) et I (28 mg/kg). La poudre d'os a été utilisée comme source de phosphore pour les animaux recevant uniquement la complémentation minérale (animaux du lot PnM), ceci sur la base des besoins journaliers estimés à 2,5 g/animal (Rivière, 1991). Pour permettre sa consommation par ces chèvres, un mélange à part égale a été effectué avec le son local, soit la quantité

correspondante de poudre d'os (20 g en moyenne par animal/jour) avec une quantité moyenne de 20 g de son local de mil.

Le tourteau de coton a été utilisé pour assurer la complémentation azotée. Il fournissait également l'apport nécessaire en phosphore pour les animaux qui recevaient cette complémentation (animaux des lots PnA et PnAM). La littérature (Guérin, 1988 ; Rivière, 1991) indique bien que le tourteau de coton comme la plupart des tourteaux et les issues de céréales sont riches en phosphore.

Tableau 2.35. Les différents lots et traitements alimentaires correspondants

Paramètres	Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM
Régimes alimentaires	Pâturage naturel	+	+	+
	Complémentation minérale utilisant des pierres à lécher industrielles (PLI) ad libitum et de la poudre d'os (20 g par animal par jour)		+	+
	Complémentation azotée à l'aide de tourteau de coton assurant une couverture de 75 % des besoins journaliers en MAD des animaux et 14 % de leur besoin en UF			+
Effectif des animaux	13	13	13	13

NB : . Pn = Pâturage naturel

- . PnM = Pâturage naturel + apport de complément minéral
- . PnA = Pâturage naturel + apport azoté
- . PnAM = Pâturage naturel + apport azoté et minéral

Mesure de paramètres

Elle s'est effectuée à deux niveaux : à l'auge et sur les parcours.

Mesure de paramètres à l'auge

- Evaluation après un temps écoulé de 24 heures, du poids post-partum des mères et prise de poids à la naissance des chevreaux ;
- Evaluation de la consommation de la pierre à lécher ;
- Prélèvement de sang chez tous les animaux, trois jours avant l'introduction des mâles, puis 15, 30, 45, 60, 90, 120 et 150 jours plus tard, préparation de sérum pour le dosage de progestérone, analyses de paramètres biochimiques de laboratoire : urémie, glycémie, phosphorémie, cuprémie, zincémie, teneur en manganèse. L'opération se faisait le matin avant que les animaux ne s'alimentent ; le sang était prélevé à la veine jugulaire et récolté dans des tubes secs, puis centrifugé à 5000 tours/min pendant 5 minutes. Les échantillons de sérum ont été stockés à - 20° C jusqu'au moment des analyses.
- Prélèvement ponctuel de sang chez tous les animaux au cours du quatrième mois après le début de l'essai pour le test de brucellose à partir du sérum constitué. Cela avait pour but de vérifier et de prendre en compte les cas possibles d'avortements liés à cette pathologie.
- Enregistrements continus des avortements et des mises bas.

Mesure de paramètres sur les parcours

Une fois par mois et tout au long des six mois qu'a duré la collecte des données (février à juillet), les animaux ont été suivis pendant leur pâture qui durait 7 heures par jour. Cela a permis d'identifier les espèces végétales ainsi que leurs parties consommées par ces derniers et d'en faire des prélèvements. Les prélèvements ont permis d'apprécier la fréquence de l'utilisation de ces parties ainsi que la qualité de l'offre alimentaire des espaces pâturés en procédant à des analyses bromatologiques des échantillons de fourrages prélevés.

Analyses de laboratoire

- Dosage de la progestérone uniquement chez les sujets constatés vides à la fin de l'expérimentation avec les dernières mises bas et ceci à partir des prélèvements du quinzième, du trentième, du quarante cinquième et du soixantième jour après les saillies afin de détecter les cas de mortalité embryonnaire. La progestérone a été dosée par la méthode RIA (radio immunologique). Un seuil de concentration de 1 ng/ml enregistrée au cours de deux prélèvements consécutifs au moins, a été retenu pour le dépistage de la fécondation effective.
- Test de brucellose chez tous les animaux à partir du sérum obtenu du prélèvement ponctuel réalisé au cours du quatrième mois de l'étude. Ce test a utilisé le procédé de l'Épreuve de l'Antigène Tamponné (EAT) communément appelé test au rose Bengale.
- Analyses des éléments sériques comprenant l'azote (urée), le phosphore, le cuivre, le zinc et le manganèse. Le dosage de l'azote et celui du phosphore ont été réalisés suivant la méthode colorimétrique au spectrophotomètre en utilisant le réactif de Nessler pour l'azote et le nitro-vanadomolybdate comme indicateur pour le phosphore. Quant aux dosages du cuivre, du zinc et du manganèse, ils ont été effectués directement au spectrophotomètre à absorption atomique.
- Analyses des nutriments des aliments consommés : tourteau de coton utilisé comme complément azoté à l'auge et fourrages prélevés lors des suivis des animaux aux pâturages. Ces analyses ont porté sur les éléments suivants : matières azotées, phosphore, cuivre, zinc et manganèse et ont été réalisées selon les mêmes procédés que ceux déjà décrits précédemment.

Traitements et analyses statistiques des données

Le calcul des paramètres de reproduction (taux de fertilité, d'avortement, de mise bas, de fécondité et de prolificité) s'est appuyé sur les définitions formulées par Lhoste *et al* (1993) et Moulin (1993). Les analyses statistiques ont visé à tester les facteurs lot (régime alimentaire), âge et rang de mise bas des animaux par le test de comparaison multiple non paramétrique de moyennes de Pairwise et de Wilcoxon à partir du logiciel libre R.

Pour les poids post-partum, les poids à la naissance des chevreaux ainsi que les teneurs en éléments sériques des animaux, le même logiciel libre R a été utilisé pour l'analyse des variances (ANOVA).

Résultats

Test de brucellose

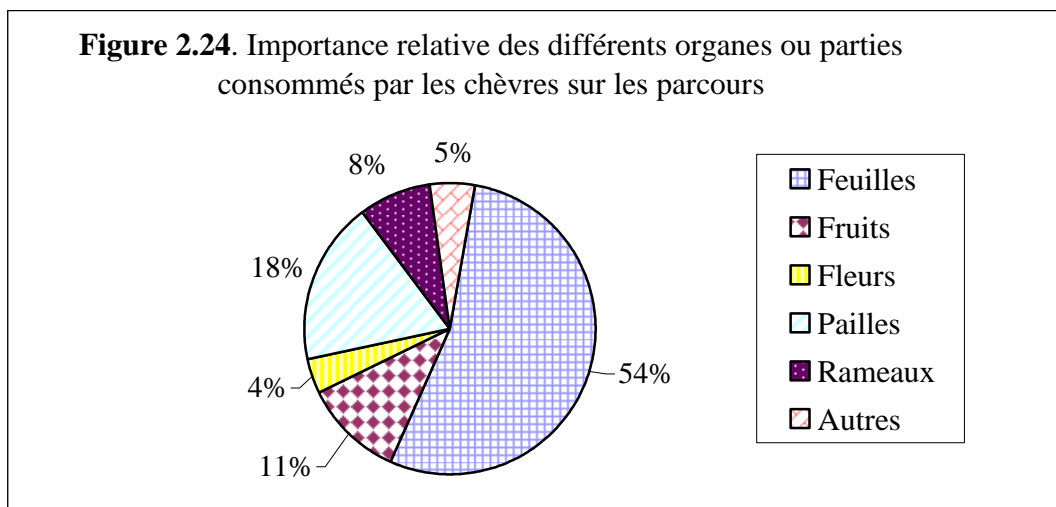
Le test EAT a été négatif pour tous les animaux.

Utilisation des ressources alimentaires et appréciation de leur qualité

Quatre vingt deux pour cent (82 %) des fourrages appréciés qui ont fait l'objet de prélèvement, étaient constitués de ressources d'origine ligneuse, avec une forte contribution de feuilles (54 %) (Figure 1).

Les principaux ligneux qui ont été appréciés par les chèvres pendant leur pâture sont : *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Combretum aculeatum* Vent., *Combretum micranthum* G. Don, *Acacia laeta* R. Br. Ex. Benth, *Acacia raddiana* Savi, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Guiera senegalensis* J. F. Gmel., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Diospyros mespiliformis* Hochst ex A. DC., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., *Maerua crassifolia* Forssk.

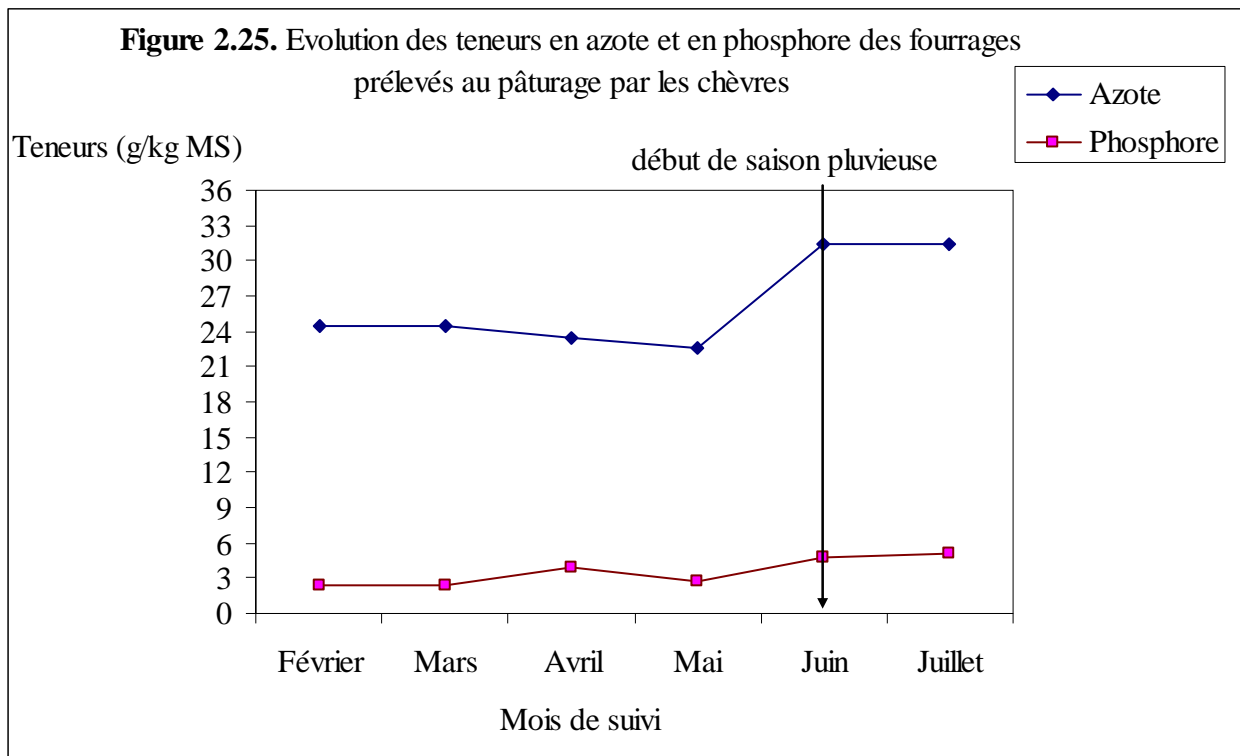
Quant aux herbacées, les plus consommées ont été : *Cassia obtusifolia*, *Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Zornia glochidiata* Reichb., *Panicum laetum*.

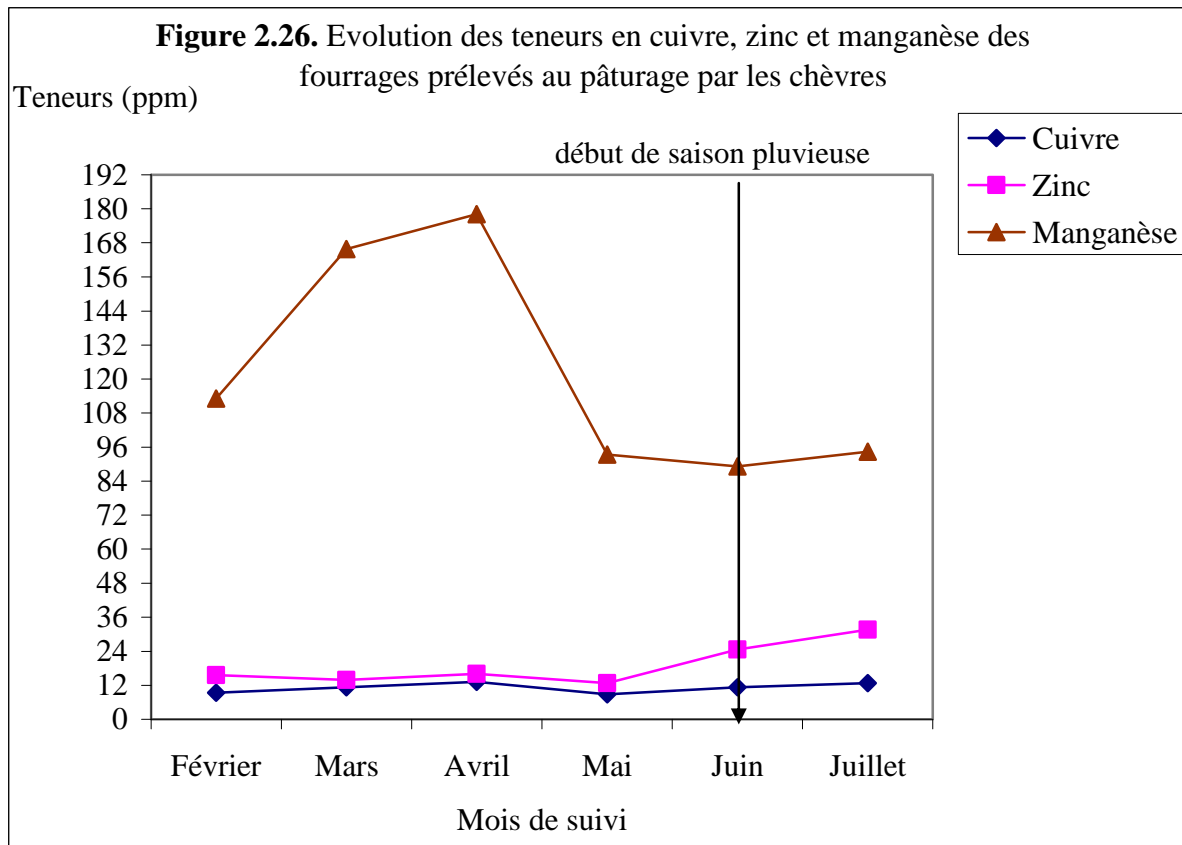


NB : Autres comprennent la gomme, les écorces et les racines de certains arbres.

En terme de qualité de l'offre alimentaire des parcours, les résultats des analyses chimiques portant les prélèvements réalisés sur les parties ou organes consommés (ligneux et herbacées confondus) par les chèvres, indiquent des teneurs moyennes de 164,4 g/kg MS (MAT) ; 3,5 g/kg MS (P) ; 11,1 ppm (Cu) ; 19,1 ppm (Zn) et 122,3 ppm (Mn). Ces résultats montrent des valeurs faibles en cuivre et surtout en zinc des plantes consommées par les animaux sur les parcours. Il est cependant important de signaler qu'il s'agit des résultats sur les parties concernées par les prélèvements des animaux et non des résultats se rapportant à la richesse globale des pâturages de la zone. Autrement dit, ce sont des résultats à caractère beaucoup plus indicatif qui ne traduisent pas la valeur qualitative de la totalité du bol alimentaire des animaux.

Hormis le manganèse, les autres nutriments (azote, phosphore, cuivre, zinc) présentent des teneurs à évolution peu variable tout au long de l'étude sauf au cours des deux derniers mois du suivi (juin et juillet) où on note une hausse sensible de ces teneurs (figures 2.25 et 2.26). Pour ce qui est de la composition chimique du tourteau de coton utilisé dans la complémentation des animaux à l'auge, les résultats des analyses de laboratoire donnent 425,6 g/kg MS pour les MAT, 2,8 g/kg MS pour le phosphore, 23,3 ppm pour le cuivre, 127,7 ppm pour zinc et 25,0 ppm pour le manganèse. Les chèvres du lot PnM ont consommé moins de pierre à lécher (4 ± 2 g/jour/animal) que leurs homologues du lot PnAM (6 ± 2 g/jour/animal).





Paramètres sériques

L'urémie et la cuprémie sont restées globalement satisfaisantes (tableau 2.36). Par contre, on note une hypophosphorémie chez tous les sujets.

Quant à la zincémie, elle a été normale pour les chèvres des lots PnM, PnA et PnAM alors que les individus du lot Pn ont présenté une hypozincémie. Hormis le lot PnAM, les concentrations sériques en manganèse sont restées globalement faibles.

Tableau 2.36. Teneurs des éléments sériques

Paramètres	Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM
Urée (mg/100 ml)	21,82±10,28	22,07±11,01	22,16±09,93	24,04±11,46
Phosphore (mg/100 ml)	1,97±0,76	2,06±0,60	2,13±0,46	2,10±0,45
Cuivre (µg/100 ml)	105±32 ^a	123±30 ^{ab}	141±36 ^b	141±37 ^b
Zinc (µg/100 ml)	64±46 ^a	104±52 ^a	122±48 ^b	124±34 ^b
Manganèse (µg/100 ml)	53±42 ^a	67±52 ^a	92±66 ^{ab}	110±71 ^b

^{a b} : Les valeurs figurant sur les mêmes lignes et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P< 0,05).

Paramètres de reproduction

La complémentation a eu un effet variable mais significatif ($P < 0,05$) sur le taux d'avortement des animaux (tableau 2.37). Les chèvres qui ont reçu le tourteau de coton (chèvres du lot PnA) ou le tourteau plus l'apport minéral (chèvres du lot PnAM) n'ont présenté aucun cas d'avortement. Par contre, les chèvres du lot PnM ont été touchées par les avortements au même titre que celles du lot Pn, malgré l'apport minéral dont elles ont bénéficié. Il y a eu plus d'avortements chez les jeunes femelles que les femelles moins jeunes (tableau 2.37).

Les résultats montrent également que plus la femelle est à son début de carrière de reproductrice (femelle nulli- et primipares), plus elle est susceptible d'avorter comparativement aux femelles multipares (tableau 2.37).

Par ailleurs, les résultats indiquent que les autres paramètres de reproduction, en particulier les taux de fertilité, de mise bas et de fécondité, sont améliorés sous l'effet de la complémentation. Cette amélioration est plus significative pour les animaux complémentés à l'aide du tourteau de coton (utilisé pour son rôle d'apport azoté) uniquement ou associé à l'apport minéral.

Tableau 2.37. Résultats de paramètres de reproduction selon l'effet lot (régime alimentaire), l'effet âge et rang de mise bas des chèvres

Facteurs étudiés		Taux de fertilité (%)	Taux d'avortement (%)	Taux de mise bas (%)	Taux de prolificité (%)	Taux de fécondité (%)
Lot (régime alimentaire)	Pn	61,5 ^a	37,5 ^a	38,5 ^a	100	38,5 ^a
	PnM	76,9 ^{ab}	30 ^a	53,8 ^{ab}	100	53,8 ^{ab}
	PnA	76,9 ^{ab}	0 ^b	76,9 ^b	100	76,9 ^b
	PnAM	100 ^b	0 ^b	100 ^b	100	100 ^b
	Moyenne	78,8	16,9	67,3	100	67,3
Age des animaux	1 à 2 ans	71,4	30 ^a	57,1	100	57,1
	2 à 5 ans	77,8	14,3 ^{ab}	61,1	100	61,1
	5 à 10 ans	85	5,3 ^b	75	100	75
	Moyenne	78,1	16,5	64,4	100	64,4
Rang de mise bas des animaux	0	76,5	15,4	64,7	100	64,7
	1	80	16,7	73,3	100	73,3
	> 1	80	12,5	70	100	70
	Moyenne	78,8	14,9	69,3	100	69,3
Moyenne générale		78,8	14,6	67,3	100	67,3

^{a b} : Les valeurs figurant sur les mêmes colonnes et portant des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

Performances pondérales

On note un effet significatif ($P < 0,05$) de la complémentation sur les poids post-partum des chèvres (tableau 2.38.). Les résultats sont plus intéressants avec l'apport azoté (tourteau de coton) ou son association avec l'apport minéral qu'avec la complémentation minérale seule.

Les poids à la naissance des chevreaux dont les mères ont bénéficié de la complémentation ont été plus élevés, notamment pour les chevreaux dont les mères ont reçu du tourteau de coton (tableau 2.38).

Tableau 2.38. Performances pondérales

Paramètres	Lot Pn	Lot PnM	Lot PnA	Lot PnAM
Poids initial des mères	19,78±3,77	19,42±3,90	23,32±4,45	22,21±3,63
Poids post-partum des mères (kg)	22,0±5,4 ^a	25,2±3,7 ^{ab}	28,2±1,2 ^b	27,5±3,6 ^b
Poids à la naissance des chevreaux (kg)	2,2±0,3	2,3±0,4	2,6±0,5	2,9±0,5

^{a b} : Les valeurs figurant sur les mêmes lignes et portant des lettres différentes sont significativement différentes (P < 0,05).

Discussion

Test de brucellose

La sérologie négative enregistrée dans cette étude s'accorde avec les résultats déjà observés dans la même région et sur la même race sahélienne (Dembelé, 2000). En Mauritanie, des résultats similaires ont été également rapportés (Chartier et Chartier, 1988).

Des études (Tourrand et Landais, 1996) semblent indiquer que les petits ruminants tels que les caprins, sont moins infectés par la brucellose que les bovins. Hormis cela, on peut relever également le fait que le climat de notre milieu d'étude de par son caractère sec et chaud, représente un élément inhibiteur de la prévalence de cette infection.

Utilisation des ressources alimentaires et appréciation de leur qualité

La prédilection particulière de la chèvre pour les fourrages ligneux a déjà été relevée par un certain nombre d'auteurs (Guérin *et al.*, 1988 ; Tezenas du Montcel, 1991 ; Nanglem, 2001). Il est reconnu que grâce à ce comportement alimentaire particulier, la chèvre accède à des rations plus riches en azote et en minéraux comparativement à d'autres ruminants tels que les ovins et les bovins (Faye et Bengoumi, 1997). Cela peut expliquer dans une certaine mesure les faibles variations dans l'évolution des teneurs en nutriments dans le brout des animaux tout au long de nos suivis.

La littérature (Friot et Calvet, 1971) semble indiquer que la teneur des fourrages en manganèse n'a pas de dépendance importante directe avec le facteur saisonnier. Par contre, elle varie énormément en fonction des espèces, si bien que de fortes différences sont souvent observées entre les pâturages selon leur composition (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Faye *et al.*, 1990). Toutes ces considérations peuvent en partie contribuer à expliquer l'évolution de la teneur en manganèse des prélèvements effectués sur les parties consommées par les animaux sur les parcours.

Les faibles valeurs enregistrées pour ce qui est des éléments tels que le zinc et le cuivre, corroborent les observations déjà formulées par d'autres études sur le sujet (Faye et Grillet, 1984 ; Diagayété et Schenkel, 1986 ; Hostetler *et al.*, 2003 ; Prasad et Gowda, 2005). Ce qui ne présage pas des manifestations possibles d'effets d'antagonisme entre les deux éléments, généralement enregistrés lorsque l'un ou l'autre des deux se trouve en excès par rapport à la norme (Bengoumi *et al.*, 1995).

La teneur en phosphore est supérieure à la concentration minimale recommandée qui est de 2,3 g/kg MS avec une limite de carence estimée à 1,8 g/kg MS (Guérin *et al*, 1992).

Les teneurs en nutriments, notamment en azote, en phosphore, en cuivre et en zinc du tourteau de coton sont suffisantes pour satisfaire les besoins des animaux si cet aliment est apporté en quantité suffisante.

Paramètres sériques

Selon les indications de certains auteurs (Cottreau *et al*, 1977 ; Michel, 1977; Michel, 1980 ; Faye et Mulato, 1991), les valeurs suivantes sont considérées comme normales : 3,5 à 6 mg/100 ml pour le phosphore ; 15-35 mg/100 ml pour l'urée ; 70 à 140 µg/100 ml pour le cuivre, le zinc et le manganèse.

L'hypophosphorémie globale observée chez les animaux dans la présente étude pourrait être liée notamment au fait que le phosphore est sollicité de façon importante pour la fermentation ruminale dont l'essentiel des besoins est assuré par la voie du recyclage via la salive (Jarrige, 1988). Des études (Brisson *et al*, 2003) indiquent que la concentration en phosphore de la salive peut être 4 à 6 fois plus importante que celle du plasma sanguin. Dans cette étude où les animaux utilisent le fourrage grossier de saison sèche, le besoin de fermentation ruminale est plus important. Aussi, même si les analyses chimiques sur la qualité des échantillons de fourrage prélevés des parties ou organes consommés au pâturage par les animaux indiquent des résultats relativement satisfaisants pour le phosphore, cela n'exclut pas une insuffisance de couverture des besoins physiologiques des animaux en cet élément. Cela tient surtout du fait que les résultats sur la qualité des échantillons de fourrage prélevés au pâturage ont beaucoup plus un caractère indicatif et ne traduisent pas l'apport réel du bol alimentaire qui pourrait être complètement insuffisant au regard de la réalité est plus médiocre des pâturages dans son ensemble.

Un autre élément pouvant expliquer cette hypophosphorémie, est l'existence d'un effet du transfert actif du phosphore maternel vers les fœtus.

Sur la base des résultats du lot Pn, il est observé globalement que les teneurs plasmatiques en oligoéléments, notamment en cuivre et zinc, semblent refléter la qualité des pâturages en ces éléments. Le taux de manganèse dans le plasma n'est pas un indicateur fiable de l'apport alimentaire (McDowell, 1992 ; Faye et Bengoumi, 1994 ; Bengoumi *et al*, 1998).

Globalement, les résultats montrent qu'aussi bien l'utilisation de la pierre à lécher que celle du tourteau de coton ou la combinaison des deux compléments, permet aux animaux d'équilibrer leur statut nutritionnel, en particulier en oligoéléments.

Paramètres de reproduction

Les résultats concernant les avortements s'accordent avec ceux rapportés par Gnanda *et al* (2005c). A priori, les oligo-éléments semblent être les causes les plus déterminantes des avortements. Cependant, l'efficacité de l'apport de la complémentation minérale dépend étroitement de la disponibilité en azote et en énergie fermentescible comme cela a été montré sur d'autres espèces d'herbivores (Faye *et al*, 1992 ; Bengoumi *et al*, 1995). Les résultats enregistrés avec les animaux du lot PnM indiquent en effet qu'en dépit d'un statut plasmatique satisfaisant en oligoéléments, des avortements ont été observés.

Comparativement aux chèvres des lots PnA et PnAM qui bénéficiaient, en plus de l'alimentation des pâturages, de l'apport du tourteau de coton, les animaux du lot PnM ne se contentaient que de la seule source d'apport en azote et en énergie des pâturages. Or, même si dans cette étude, les résultats démontrent que les parties consommées par les animaux sur les parcours étaient relativement riches en azote, du fait de la contribution des essences ligneuses, il reste que la faible disponibilité quantitative de cette offre alimentaire surtout pour la période de l'année concernée par notre travail, en atténuait les effets a priori bénéfique.

Des travaux antérieurs (Quirin *et al*, 1993 ; Rekik et Gharbi, 1999 ; Dembelé, 2000) soulignent le fait que les risques d'avortement sont d'autant plus élevés que les sujets sont jeunes. Dans leurs travaux qui ont porté sur des femelles ovines, Rekik et Gharbi (1999) expliquent que les échecs chez les jeunes à produire des petits, étaient liés à une forte incidence de mortalités embryonnaires. Les auteurs lient cela à un problème d'insuffisance de développement des organes génitaux des jeunes qui fait que ces derniers sont incapables de supporter convenablement la gestation. De plus, le jeune animal doit aussi assurer sa croissance.

Plus une femelle avance en âge et par voie de conséquent, en rang de mise bas, plus elle parvient à parfaire le développement de ses organes génitaux pour mieux supporter la gestation (Quirin *et al*, 1993). De plus, elle acquiert avec le temps, une certaine accoutumance par rapport aux pathologies abortives.

L'amélioration des autres paramètres de reproduction demeure fortement attributive au caractère très sensible de la fonction ovarienne à l'apport alimentaire quantitatif et qualitatif (Khaldi et Lassoued, 1991 ; Yahaya, 1999). Un bon apport accroît la fertilité, de même que les autres paramètres de reproduction (Yahaya, 1999). A l'opposé, les faibles niveaux alimentaires seraient en mesure d'entraîner une déficience hypothalamique en Gonadotrophine Releasing Hormone (GnRH) chez les femelles, avec pour conséquence, une insuffisante induction de maturation folliculaire et d'ovulation (Khaldi et Lassoued, 1991).

Les résultats significativement plus intéressants de l'utilisation du tourteau de coton sur les taux de fertilité, de mise bas et de fécondité des animaux, sont imputables à la fourniture par cet aliment à la fois de protéines, d'énergie et de minéraux indispensables.

Performances pondérales

Dans les régions sahéliennes, la complémentation minérale des animaux est toujours indispensable en saison sèche (Guérin, 1988 ; Lhoste *et al*, 1993) et cela est d'autant plus profitable si ces derniers disposent d'un apport en matière organique facilement dégradable (Rivière, 1991, Gnanda et Nianogo, 1998 ; Gnanda *et al*, 2005b). Lorsque cette complémentation est bien choisie, on aboutit incontestablement à des effets significatifs sur les gains de poids (Njoya *et al*, 1997 ; Rouissi *et al*, 2006).

Le fait que les chevreaux dont les mères ont bénéficié de la complémentation soient nés avec une petite avance de poids par rapport à celui des chevreaux du lot témoin (lot Pn), est explicable en partie par la supériorité du poids post-partum de leur mère.

Conclusion

Cette étude confirme que les avortements des chèvres du Sahel burkinabé sont fortement tributaires de l'alimentation. Les pâturages naturels, principales sources alimentaires des animaux, offrent une alimentation de qualité insuffisante, notamment en oligoéléments tels que le cuivre et le zinc dont les carences sont régulièrement impliquées dans les problèmes d'avortements. Cette pauvreté des pâturages se répercute sur le statut nutritionnel des chèvres. Les résultats de l'étude permettent de conclure comme Brisson *et al.* (2003) pour les vaches laitières qu'il ne suffit pas simplement d'apporter des minéraux pour résoudre le problème d'avortement, mais que ces apports devraient se faire sur des animaux dont le régime alimentaire assure déjà un certain niveau de disponibilité en azote et en énergie.

Les jeunes chèvres sont les plus touchées par les avortements, traduisant ainsi la nécessité de compléter de façon prioritaire cette catégorie d'animaux. Néanmoins, étant donné que la complémentation améliore en même temps de nombreux autres paramètres de reproduction ainsi que les performances pondérales des chevreaux et des mères, elle marque du coup la preuve de son utilité pour les autres catégories de femelles.

Même si cette étude a permis de mieux comprendre l'influence des minéraux sur les avortements et surtout l'importance du lien entre leurs apports et ceux azotés et énergétiques, des zones d'ombre subsistent quant aux minéraux les plus déterminants parmi notamment les oligoéléments qui paraissent être les plus incriminés du problème. Cela nécessite que ces zones d'ombre soient élucidées dans les investigations futures, notamment à travers des dispositifs expérimentaux permettant une meilleure appréciation de l'effet individuel de chaque élément mais aussi de l'interaction entre les éléments minéraux.

IV. Discussion générale

4.1. Place et rôle de l'élevage caprin dans la vie des éleveurs

Avec le tiers de l'effectif mondial des chèvres, l'Afrique tropicale peut être considérée comme une importante zone d'élevage caprin, notamment dans les régions plus arides (Wilson, 1986). Dans cette étude, les résultats tendent à confirmer cette dominance de l'élevage de la chèvre au Sahel burkinabé car effectivement, c'est le cheptel caprin qui est numériquement plus élevé dans les troupeaux des pasteurs sahéliens, comparativement à ceux des autres espèces de ruminants. Il apparaît que ce sont les caprins qui constituent la base de la constitution de cheptel des éleveurs. Des résultats similaires sont rapportés par d'autres auteurs ayant travaillé dans la même la zone (Thébaud, 1998 ; Gnanda, 2002).

La prise en considération de l'importance et des potentialités des petits ruminants tels que les caprins ne date que de ces dernières décennies (Ademosun, 1994). Cela découle de l'effet conjugué des sécheresses successives, de la forte pression démographique, des limites de l'élevage bovin (moindre résistance des animaux, reconstitution plus lente du cheptel) et du coût élevé de l'élevage des monogastriques.

Dans le même sens que les résultats enregistrés aux cours ces travaux, plusieurs études relèvent également les fonctions multiples de la chèvre dans les élevages traditionnels (Missohou *et al*, 2000 ; Madani, 2000). Grâce à sa contribution en viande et en lait, elle joue un rôle important dans la sécurisation alimentaire (Boutonnet, 1992 ; Killanga et Traoré, 1999). Les caprins sont capables d'équilibrer les besoins énergétiques et protéiques au cours des variations classiques qui se produisent d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre. Le lait de chèvre, même produit en petite quantité par sujet, est disponible quand les autres laits (lait de vache en particulier) se raréfient durant les périodes les plus difficiles de l'année (Wilson *et al*, 1992 ; Bourzat, 2001). La possibilité d'avoir du lait de chèvre facilite le déplacement des bovins en période de pénurie fourragère et l'éloignement des vaches sans que cela ne porte préjudice à l'alimentation lactée de la famille de l'éleveur (Tezenas du Montcel, 1994). On peut dire que cette donne est bien intégrée dans les systèmes d'exploitation sahéliens puisque nos résultats indiquent que les chèvres sont utilisées au même titre que les vaches pour la production de lait. Une enquête menée au Mali dans la région de Banamba (Tangara *et al*, 1992) indique que 38 % du lait prélevé dans la zone provient des petits ruminants dont 24 % sont imputables aux chèvres et les 14 % restant aux brebis. Il est rapporté dans certains travaux (Ouédraogo *et al*, 2005a) que le lait de chèvre se vend relativement plus cher au Sahel que celui de vache en certaines saisons de l'année. Une différence de prix estimée à 8 F Cfa/litre et 16 F Cfa/litre en faveur de la chèvre a été rapportée pour la saison des pluies et la saison post-récolte. C'est plutôt pendant les saisons sèche froide et sèche chaude que le lait de vache se vend à des prix plus intéressants (Ouédraogo *et al*, 2005a).

Dans le processus de capitalisation et de satisfaction des besoins en trésorerie des éleveurs, les chèvres jouent un rôle important comme nos résultats l'ont montré. En effet, même si en terme monétaire, les caprins se placent en deuxième position après les ovins dans la génération des recettes des éleveurs, en terme de nombre de têtes vendues, ils sont les plus nombreux. L'exemple du nord-est de l'Algérie (Madani, 2000) est éloquent sur la question du rôle socio-économique des caprins dans la vie des éleveurs. En effet, il est démontré que l'exploitation de ces derniers permet aux pasteurs de la région d'affecter aux bovins et surtout aux ovins, la fonction de capitalisation et d'investissement dans le développement des éléments structurels

et des activités de l'unité de production. Des auteurs (Waelti *et al.*, 2003b) ayant travaillé dans la zone de Cinzana au Mali, ont relevé qu'en terme de produit brut en nature, les caprins contribuaient pour 7 % par rapport aux différentes branches d'exploitation contre 8 et 0,4 % pour respectivement les bovins et les ovins. En terme monétaire, la part contributive des caprins représentait 10 % contre 25 et 6 % pour les bovins et les ovins respectivement.

Parfois, c'est sous des formes indirectes que la chèvre contribue à la sécurisation alimentaire. C'est le cas dans cette étude où il est démontré que les premières allocations des recettes issues de la vente du bétail dont les chèvres, vont à l'achat des vivres. Dans d'autres milieux comme en Amérique Latine, les caprins permettent de valoriser les terres incultes ou inoccupées et fournissent de la fumure organique qui permet la préservation des systèmes de culture équilibrés (Alexandre *et al.*, 1991).

Dans les régions de montagnes en Tunisie (extrême nord de ce pays), l'activité d'élevage constitue pour les exploitants un moyen de valoriser un disponible fourrager gratuit, mais également une activité permettant d'occuper une main-d'œuvre familiale abondante d'âge avancé ou de sexe féminin ne pouvant pas chercher du travail dans les zones urbaines plus favorisées (Ben Salem et Ben Hammouda, 1996). Ces auteurs évaluent cette occupation à près de 47 % de la main-d'œuvre agricole des exploitations de la zone.

Les auteurs Manjeli *et al.* (1996) tentent de résumer l'importance particulière de la chèvre en ces termes que tout produit obtenu de l'élevage caprin peut être considéré comme un bénéfice pour l'éleveur dans la mesure où en dehors de l'achat de l'animal, ce dernier n'investit que très peu dans cette spéculation. La chèvre constitue donc le premier pilier de gestion de risque des éleveurs dans les milieux à climat aride (Tezenas du Montcel, 1994). N'est-ce pas un des points forts que les résultats de la présente recherche ont laissé transparaître ?

4.2. L'alimentation sur pâturages naturels et ses contraintes dans l'élevage caprin en milieu sahélien

En zone tropicale et subtropicale, plus particulièrement au Sahel, les ruminants sont entretenus toute l'année sur des pâturages naturels (Gongnet *et al.*, 1994 ; Sawadogo *et al.*, 1995 ; Zoundi, 2005). Or, ces parcours naturels sont caractérisés par d'importantes variabilités quantitatives et qualitatives interannuelles et intersaisonnières (Le Houérou, 1980a ; Guérin, 1988 ; Gongnet *et al.*, 1994 ; Nianogo *et al.*, 1997a ; Zoundi *et al.*, 2003a). Face à cette situation et pour se procurer de quoi manger, les animaux sont obligés de parcourir quotidiennement de longues distances à la recherche de leur nourriture. Par conséquent, ces derniers ne parviennent pas toujours à produire convenablement du fait de l'irrégularité et du niveau peu élevé de la nutrition énergétique, azotée et des déficiences minérales qui prévalent (Guérin, 1988) auxquelles s'ajoutent les dépenses physiologiques liées aux déplacements.

Les chèvres ne font pas exception à cette règle malgré la forte contribution des pâturages aériens à leur alimentation (Guérin *et al.*, 1988 ; Tezenas du Montcel, 1994 ; Chevaux, 1998). En effet, dans cette recherche, il est ressorti que l'essentiel (entre 60 et 70 %) des fourrages prélevés sur les parcours par les chèvres est constitué de fourrages ligneux. Malgré ce comportement des caprins, les résultats des analyses chimiques sur les rations prélevées par ces dernières au pâturage ont montré des carences ou des subcarences en certains nutriments, notamment en cuivre et en zinc. Des études réalisées dans de nombreux autres pays à climat tropical tels que l'Ethiopie (Faye et Grillet, 1984 ; Faye *et al.*, 1986), le Mali (Diagayété et Schenkel, 1986), Djibouti (Faye *et al.*, 1990), le Soudan (Tartour, 1975) et l'Inde (Ghosal et

Shekhawat, 1992) ont mis en relief les carences des pâturages tropicaux en cuivre et en zinc et secondairement en manganèse. Certains auteurs (McDowell *et al*, 1984 ; Tezenas du Montcel, 1994) mentionnent également les déficiences de nos pâturages en phosphore, surtout ceux de saison sèche, même si dans notre recherche les résultats obtenus pour cet élément sont dans la fourchette de la normale. Cependant, la qualité des parties prélevées au pâturage par les animaux suivis dans le cadre de ces travaux, est beaucoup plus restrictive et ne traduit pas celle du bol alimentaire effectif ; on peut cependant s'attendre à ce que cette dernière soit insuffisante au regard de la médiocre valeur des pâturages dans leur ensemble.

Il apparaît par ailleurs que le problème des déficiences en phosphore dans les élevages tropicaux n'est pas seulement une question de carence des pâturages, mais proviendrait en partie du fait que malgré le tri que les animaux opèrent sur les parcours, il est moins efficace pour cet élément que pour, par exemple, les matières azotées (Guérin, 1988). En plus, les apports de phosphore par les eaux d'abreuvement sont limités de nos jours à cause de l'insuffisance des sources d'eaux naturelles notamment en saison sèche, obligeant donc les éleveurs à avoir recours aux eaux de forages, connues pour leur teneur limitée en phosphore (Friot et Calvet, 1971).

En plus des problèmes de déficiences en nutriments que l'on peut enregistrer avec les pâturages ligneux, il y a celui de l'insuffisance de leur disponibilité quantitative pour les animaux tout au long de l'année, liée aux problèmes de surcharge surtout pendant les périodes sèches, à la variation de leur phénologie dans le temps et au manque à gagner occasionné par les parties inaccessibles de leur biomasse (Nanglem, 2001). De plus, certaines espèces riches en azote ont une appétibilité faible pour les caprins (Tezenas du Montcel, 1994). Cet auteur fait remarquer que malgré la prédilection de la chèvre pour les ligneux, une grande partie de son régime alimentaire (environ 30 %) reste constituée d'espèces dépendant des pluies. Par conséquent, un démarrage tardif du cycle de feuillaison (suite à un problème climatique) entraîne une diminution de la durée de consommation, donc des quantités utiles aux besoins des animaux.

Les variations de la disponibilité en biomasse de nos pâturages impliquent celles des nutriments azotés, énergétiques et minéraux. Bien que dans nos travaux, ces aspects n'aient pas été abordés dans leurs détails, certains éléments des résultats enregistrés peuvent servir à étayer cela. D'abord, en considérant les résultats enregistrés dans le premier essai sur les avortements, on s'aperçoit que ce sont les gestations de saison des pluies qui sont les moins touchées par ce problème. En effet, comme les résultats l'ont montré, aucun avortement n'a été relevé sur les chèvres qui ont été mises expérimentalement en reproduction pendant cette période. C'est également au cours de cette saison que les poids post-partum des chèvres reproductrices ont été significativement plus élevés, comparés à ceux enregistrés suite aux gestations de saison sèche. Les poids à la naissance des produits ont été également marqués par une supériorité de plus de 0,4 kg à l'avantage de ceux nés en saison humide comparés à ceux nés en saison sèche.

Ces trois résultats tirent en partie leur explication dans la différence de qualité entre les pâturages de saison pluvieuse et ceux de saison sèche.

Par ailleurs, les résultats de nos travaux ont montré le besoin et l'opportunité d'apporter aux chèvres laitières sahéennes une complémentation énergétique pendant la saison pluvieuse, les pâturages présentant en cette saison des déficiences énergétiques patentes.

4.3. Stratégies et pratiques paysannes en matière de complémentation des caprins

La compréhension des pratiques paysannes en matière de complémentation est nécessaire pour trouver les solutions à la problématique de l'alimentation des ruminants dans nos élevages. Dans notre zone d'étude, les problèmes d'alimentation des chèvres sont bien perçus par les éleveurs qui tentent de les juguler à partir essentiellement de l'exploitation du disponible local. En effet, les résultats de nos travaux montrent effectivement que les éleveurs opèrent des choix de sujets à compléter et ciblent les périodes de complémentation pour tenir compte du disponible alimentaire des parcours. La saison sèche chaude est la période où se concentre l'essentiel des apports complémentaires, du fait de la rareté et de la pauvreté des parcours naturels en cette période de l'année (Fall, 1991 ; Sawadogo *et al*, 1995, Zoundi, 2005). Cela traduit la parfaite connaissance des éleveurs de la dynamique saisonnière des disponibilités fourragères (Zoundi, 2005). Comme nos résultats l'ont montré, les éleveurs complémentent les caprins soit pour éviter les mortalités (animaux malades, chevreaux en phase de sevrage), soit pour rechercher un produit immédiat comme le lait. Par ailleurs, l'utilisation des aliments se fait de manière stratégique tenant compte de la disponibilité et dans une certaine mesure de la qualité de chacun. Il reste bien entendu que les aliments locaux constituent l'essentiel (74 %) des compléments apportés par les producteurs. Ces pratiques traduisent le souci de ces derniers de minimiser les coûts d'alimentation en liquidité, étant donné la limitation de leur capital financier pour acquérir des aliments hors ferme. Néanmoins, le fait que les éleveurs aient procédé à des achats de sous-produits agro-industriels, en particulier de tourteau de coton au cours de cette recherche, confirme le constat déjà fait par d'autres auteurs (Zoundi, 2005) de la tendance actuelle pour les éleveurs traditionnels à s'investir pour l'entretien des animaux et le maintien de leur cheptel animal.

Certes, malgré les pratiques et les stratégies développées par les pasteurs sahéliens pour l'entretien de leurs troupeaux caprins, on observe de faibles niveaux de production des élevages étudiés. Au plan de la productivité numérique, le système produit à peine un chevreau sevré par femelle en reproduction et par an. Les avortements sont relativement importants même si les cas sont en baisse en année de bonne pluviosité. Par rapport à la production de lait, la quantité de lait traite qui a été évaluée est faible, comparée aux valeurs enregistrées en station suite à l'amélioration des conditions d'alimentation des chèvres.

On peut donc dire aujourd'hui que les éleveurs de chèvres des zones sahéliennes disposent d'un potentiel de compléments locaux pour leurs animaux, mais que leur valorisation n'est pas encore totalement optimale (Chevaux, 1998).

4.4. Faiblesse de productivité des caprins liées au mode de gestion paysanne des troupeaux

Dans les élevages qui ont fait l'objet de ces travaux, les problèmes de production des animaux sont en partie liés au mode de conduite des troupeaux et au fait que la complémentation occulte une certaine catégorie d'animaux de ces élevages. Par rapport à la conduite, le fait que les mâles soient laissés en permanence au sein des troupeaux femelles, entretient l'activité cyclique de ces dernières (Chemineau *et al*, 1989). Cela conduit à des saillies précoces des chevrettes qui sont plus sujettes au problème d'avortement. Les jeunes chèvres qui n'ont pas encore atteint un développement suffisant de leurs organes de reproduction sont incapables de supporter convenablement une gestation (Lhoste *et al*, 1993). Cela pénalise leur carrière de

reproductrice. Les carences alimentaires, notamment les fortes variations saisonnières de l'offre, font que les jeunes produits accusent du retard dans leur développement. Pour cette catégorie d'animaux, les besoins en nutriments de gestation viennent s'ajouter à ceux d'entretien et de croissance qui ne sont guère couverts en saison sèche par les pâturages sahéliens, connus pour leur pauvreté en cette période (Diagayété et Schenkel, 1986 ; Boudet, 1991 ; Tezenas du Montcel, 1991). Paradoxalement, les chevrettes ne font pas l'objet de complémentation de la part des éleveurs pendant leur croissance post-sevrage et pendant leur gestation. D'ailleurs, les résultats de suivi des élevages montrent que les chèvres gravides, tout âge confondu, ne sont pas concernées par la complémentation.

D'autres causes résultant de la conduite des troupeaux tels que les coups de cornes entre les animaux lors de la pâture ou durant les parcages de nuit, participent également à accentuer les problèmes d'avortement au sein des élevages (Zoungrana, 2000).

Même si les chèvres allaitantes sont celles sur lesquelles se focalise l'essentiel de la complémentation, cela est loin de combler tous les problèmes. La complémentation est généralement fournie de manière collective et des études (Bocquier et Caja, 2001) indiquent que la compétition alimentaire entre les sujets d'état et de stades physiologiques différents peut souvent conduire à des situations de sous-alimentation individuelle. Ces cas sont particulièrement observés pour les sujets en phase de production comme les laitières (Bocquier et Caja, 2001). On peut donc se rendre à l'évidence que les meilleures chèvres laitières ne parviennent pas à profiter réellement comme il se doit, des pratiques de complémentation telles que réalisées dans les élevages de notre zone d'étude.

En tout état de cause, comme les résultats des enquêtes socio-économiques l'ont montré, les caprins restent les animaux les moins soignés comparativement aux bovins et aux ovins. Les chèvres sont rarement concernées par les campagnes de vaccination et bénéficient peu de soins particuliers tels que l'usage des anti-parasitaires et les traitements antibiotiques (Bosma *et al*, 1996 ; Ouédraogo *et al*, 2005b).

Même si l'on admet que les éleveurs ont une bonne connaissance de leur milieu et savent développer des stratégies adaptées pour la conduite de leurs élevages, il n'en demeure pas moins aujourd'hui que certaines de ces pratiques sont devenues inappropriées eu égard au contexte climatique et économique de production actuel.

4.5. Analyse critique des éléments d'intérêt des compléments alimentaires testés au cours des travaux réalisés

Les effets de l'alimentation se sont toujours manifestés sur différents stades physiologiques des animaux et sur différentes échelles de temps dans une entreprise d'élevage (Bocquier *et al*, 1998). Dans les régions à climat tropical, particulièrement de type aride et semi-aride, l'amélioration de la nutrition des ruminants passe par la complémentation à base de nutriments, étant donné les limites objectives de développement des cultures fourragères, à partir notamment des espèces exotiques (Guérin, 1988) et des insuffisances alimentaires des pâturages durant la longue période sèche de l'année.

Les résultats de nos travaux montrent que la chèvre laitière du Sahel burkinabé a répondu de manière positive aux rations ou compléments testés, qu'ils soient énergétiques, azotés ou minéraux.

En matière de production laitière, l'apport de complément azoté et/ou énergétique a favorisé une augmentation des quantités traitées de lait des chèvres soumises à cette conduite d'environ 63 % (24 à 92 %) en comparaison avec celles récoltées sur les sujets ayant servi de témoins. L'effet d'appoint dû à l'adjonction de la complémentation minérale à celle de l'énergie et/ou de azote a engendré un accroissement d'environ 34 % (12 à 58 %) des quantités de lait produites par les chèvres qui ont reçu ce type de complément. En plus de cette amélioration quantitative de lait produit, les tests de complémentation ont également permis d'améliorer la concentration de certains composants chimiques du lait des chèvres, notamment les protéines, et les lipides. Ainsi, on peut dire globalement que les résultats enregistrés sur les performances laitières au cours de cette recherche, renforcent les opinions de plusieurs auteurs (Clos et Muller, 1998 ; Bocquier et Caja, 2001) selon lesquelles c'est l'alimentation qui module simultanément le volume et la composition du lait produit. Des études (Le Gal et Planchenault, 1993 ; Ouédraogo/Lompo *et al.*, 2000) ont bien relevé l'importance de l'énergie dans l'alimentation des chèvres laitières. Il est indiqué qu'après l'alimentation hydrique, le deuxième élément déterminant de la production lactée est l'énergie (Le Gal et Planchenault, 1993).

Le rôle essentiel des éléments minéraux dans la fonction lactée réside notamment dans le fait que les éléments majeurs tels que le sodium, le potassium, le magnésium agissent en synergie avec le lactose pour réguler la sécrétion du lait (Clos et Muller, 1998 ; Rousselot, 1997). De plus, les éléments minéraux favorisent et régulent l'ingestion des aliments par les animaux (Moujahed *et al.*, 2003b). Sur la question de l'importance de l'azote pour les animaux laitiers comme les chèvres laitières du Sahel burkinabé, Bocquier et Caja (2001), à partir des données sur les vaches, font remarquer qu'une des premières utilités de la complémentation azotée aux femelles laitières réside dans le fait qu'elle permet d'assurer un meilleur rendement d'utilisation de l'énergie corporelle mobilisée après la mise bas. En contre partie, la présence de l'énergie permet de valoriser l'ammoniac généré dans le rumen par les micro-organismes (Moujahed *et al.*, 2003b) par la synthèse des protéines microbiennes.

L'implication et les incidences de tout cela sont que l'augmentation de la production de lait qui résulte de la complémentation gouverne les performances pré-sevrage des jeunes (mortalités, niveau de croissance), influe sur la croissance post-sevrage et améliore la fertilité des chèvres en les maintenant en meilleur état durant la saison sèche tout en dégageant un surplus de lait prélevé dans le cadre de la traite (Tourrand et Landais, 1996, Alexandre *et al.*, 1997).

Pour l'ensemble des paramètres de reproduction mesurés, l'apport minéral apparaît comme le facteur le plus déterminant des résultats enregistrés. Cependant, il reste le fait que cette complémentation minérale, notamment en saison sèche, a eu besoin d'être associée à un minimum d'apport énergétique et/ou azoté pour agir le plus efficacement possible. Cela semble être en conformité avec plusieurs observations déjà formulées dans la littérature, notamment en ce qui concerne les oligoéléments puisqu'il est indiqué que ces éléments ne peuvent être efficacement utilisés par les animaux que lorsqu'ils se trouvent, sur le plan alimentaire, dans un certain équilibre protéo-énergétique (Faye et Mulato, 1991).

Bien que la plupart des études qui ont abordé la question de l'élevage de la chèvre sahélienne (Tezenas du Montcel, 1994 ; Gnanda, 2002) signalent la perte de poids des femelles au cours de l'année, on note néanmoins dans les présents travaux que l'adjonction de la complémentation minérale aux rations des chèvres laitières leur a permis d'exprimer des gains pondéraux positifs en fin de lactation. Par ailleurs, nos résultats ont mis en relief l'influence significative de la complémentation des mères sur le poids à la naissance de leurs petits. Cela

constitue un avantage pour la survie de ces derniers sans oublier sa répercussion positive sur leur poids au sevrage et celui de leur mise en reproduction (Bocquier *et al.*, 1998). Les éleveurs sont toujours prêts à intervenir lorsque la perte de poids est susceptible de porter préjudice aux fonctions vitales de reproduction de leurs animaux (Tezenas du Montcel, 1994).

4.6. Optimisation de l'utilisation des ressources locales pauvres pour l'alimentation des chèvres

La valeur nutritive pauvre de la plupart des ressources locales notamment les résidus de céréales disponibles pour l'alimentation animale dans les tropiques est bien connue (Preston et Leng, 1987 cités par Vaccaro, 1992 ; Nyarko-Badohu *et al.*, 1993a ; Ouédraodgo *et al.*, 1995 ; Zoundi *et al.*, 2003a). Cependant, la littérature (Nyarko-Badohu *et al.*, 1993a ; Moujahed *et al.*, 2003b) montre que cette valeur nutritive des fourrages locaux peut être significativement améliorée par leur traitement aux alcalis (ammoniac ou urée) ou par leur complémentation. Et comme le mentionne Chevaux (1998), un essai d'alimentation devient particulièrement intéressant lorsqu'il concerne les ressources fourragères disponibles localement et accessibles aux éleveurs. Donc, une amélioration ou une innovation est bien attendue de l'éleveur si elle ne doit pas augmenter les rapports de dépendance, notamment vis-à-vis de l'extérieur (Tezenas du Montcel, 1994).

4.6.1. Valorisation et utilisation optimale des ressources locales

Les objectifs et les systèmes de production de la majorité des pays tropicaux en voie de développement diffèrent beaucoup de ceux des pays tempérés ou à économie développée. Dans les premiers, l'alimentation des ruminants dépend généralement des pâturages pauvres et de résidus de culture de qualité médiocre dont, par surcroît, les disponibilités ne sont souvent que saisonnières (Chenost et Kayouli, 1997). La productivité des animaux qui en résulte est donc faible ou modérée. Envisager des niveaux de production élevés à partir des aliments hors fermes dans les systèmes d'élevages tropicaux, impliquerait des coûts insupportables pour les producteurs, notamment les petits éleveurs traditionnels. C'est pourquoi, plusieurs options sont préconisées pour optimiser l'utilisation des ressources locales pauvres (Leng *et al.*, 1991 ; Chenost et Kayouli, 1997). Parmi elles, sont proposés les traitements physiques, chimiques, biologiques qui permettent de modifier les propriétés physico-chimiques des parois lignifiées des fourrages pour les rendre plus accessibles aux micro-organismes du rumen et, par conséquent, plus ingestes et digestes (Zoundi, 2005). Il y a également la complémentation qui consiste d'abord à apporter les éléments nutritifs manquants dans les fourrages pauvres (matières azotées, minéraux, vitamines, énergie fermentescible) permettant aux micro-organismes du rumen de mieux les digérer (Chenost et Kayouli, 1997 ; Moujahed *et al.*, 2003a). Il reste cependant que dans le contexte de nos élevages, le choix de l'une ou de l'autre des options dépendra moins des considérations techniques que des considérations socio-économiques prenant en compte, la disponibilité des aliments grossiers, le marché des intrants, la nature et le fonctionnement des systèmes de production (Zoundi, 2005). Dans cette recherche, la quasi-totalité des ressources utilisées sont celles qui existent au niveau des élevages des paysans qui les exploitent déjà pour la complémentation de leurs animaux.

Bien qu'un certain nombre d'auteurs (Sansoucy, 1992 ; Chenost et Kayouli, 1997 ; Savadogo *et al.*, 1999) relèvent les effets améliorateurs du hachage sur l'ingestion des pailles par les ruminants, nos résultats montrent que ce traitement a au contraire déprimé l'ingestion de la paille hachée comparée à celle enregistrée avec la paille non hachée. Nos résultats ne semblent pas être un cas isolé puisque des travaux antérieurs (Bosma et Bicaba, 1997) ont

relevé les mêmes observations sur l'espèce. Le comportement sélectif de la chèvre lui permet de prélever les parties préférentielles (feuilles, gaines,...) des pailles non traitées de manière à améliorer sa prise alimentaire. De ce fait, ces observations suggèrent que le choix d'une technologie ou d'une technique ne saurait s'opérer en fonction de la spécificité physiologique de chaque espèce animale.

Parmi les traitements chimiques, les plus utilisés dans la pratique sont le traitement à l'ammoniac et le traitement à l'urée (Djadjanegara et Doyle, 1989). Cependant, le traitement à l'ammoniac anhydre est réservé surtout aux pays et aux exploitations équipés et organisés, du fait qu'il exige l'existence d'un réseau de distribution de cet ammoniac, du matériel approprié (citernes, camions, ...) et du personnel technique formé pour le manipuler (Chenost et Kayouli, 1997). En définitive, c'est le traitement à l'urée qui reste le traitement chimique le plus simple, peu onéreux et pouvant être adapté efficacement à de nombreuses situations, fort différentes les unes des autres (Abouli *et al*, 1988 ; Sansoucy, 1992).

Les techniques d'utilisation de l'urée sont passées par les formules classiques qui procèdent par l'aspersion manuelle de la solution d'urée sur les bottes de paille contenues dans des meules aux méthodes subhumides qui consomment moins d'eau (environ 20 % du poids de la paille) et où il n'y a pas d'apport d'uréase (Larwence *et al*, 2000).

Quelques résultats fournis par Chenost et Kayouli (1997) indiquent un avantage des traitements des fourrages pauvres à l'urée ou à l'ammoniac comparativement à leur complémentation en l'état avec des concentrés.

Alors que le fourrage de saison sèche est de faible valeur nutritive (3,5 % MAT, 37 % de NDF), l'addition de 2,7 % d'urée à une ration déjà complétementée en mélasse (10 %) et en minéraux (3 %) réduit significativement ($P < 0,05$) la perte de poids (-1,1 % de poids vif contre -10 % de poids vif pour les témoins) des jeunes boucs sahéliens alimentés sur pâturage naturel (Ali et Mustafa, 1984). Les auteurs (Nyarko-Badohu *et al*, 1993a ; Cissé *et al*, 1996a) font remarquer que la paille traitée à l'urée seule peut constituer un bon aliment d'entretien des animaux en saison sèche, mais également durant la gestation où les besoins sont relativement faibles. Une utilisation directe de l'urée dans l'alimentation des béliers à des taux de 1 à 1,5 % a permis de susciter une production suffisante d'ammoniac non ionisé ($N-NH_3$) avec des niveaux qui sont restés supérieurs à 150 mg/l de jus de rumen (Zoundi, 2005), seuil inférieur des valeurs optimales recommandées par la littérature pour une utilisation judicieuse des fourrages pauvres par les microflores des ruminants qui sont dans la fourchette de 150 à 200 mg/l (Leng, 1992).

Les résultats obtenus en matière de production laitière de brebis Djallonké (Bougouma/Yaméogo, 1995) ont mis en relief un avantage de la paille récoltée tardivement, traitée à l'urée (6% d'urée) et complétementée avec 20 % de concentré, comparativement à la paille récoltée tardivement et complétementée en l'état avec le même niveau de concentrés.

D'autres procédés ont essayé d'optimiser l'utilisation de l'urée par les micro-organismes du rumen, en préconisant des méthodes telles que le mélange liquide mélasse-urée. Cette méthode permet une consommation lente de l'urée avec l'apport simultané d'une source d'énergie (mélasse) au moyen par exemple de tambours. Cependant, ces alternatives présentent certains inconvénients d'ordre pratique, notamment la difficulté de transport du mélange et les risques de toxicité par l'urée suite à une consommation excessive du liquide (Kunju, 1986).

Les résultats d'un certain nombre de travaux (Tamboura et Abou, 1992 ; Nyarko-Badohu *et al*, 1993a) montrent que l'association mélasse-urée permet d'accélérer la prolifération des bactéries cellulolytiques et améliore l'ingestion des fourrages pauvres.

L'étude conduite en Tanzanie par Goromela *et al* (1997) a montré qu'avec une complémentation utilisant des feuilles de ligneux (*Grewia similis*), il a été possible d'améliorer significativement la production laitière des chèvres nourries à base de foin de faible qualité (2,7 % de MAT et 56,4 % de ADF). Les gains moyens quotidiens des chèvres sous l'effet de la complémentation ont été de 14,3 g contre -10,7 g pour leurs homologues ayant servi de témoins. D'autres études portant sur l'utilisation des excréments de volaille (Hadjipanayiotou *et al*, 1993a).

Comparativement à toutes ces techniques de valorisation de fourrages pauvres ci-dessus évoqués et dont quelques résultats viennent d'être passés en revue, un certain nombre d'auteurs (Chenost et Kayouli, 1997 ; Moujahed *et al*, 2003b ; Zoundi *et al*, 2003a ; Ouédraogo *et al*, 2005a) soutiennent que la complémentation à l'aide de bloc multinutritionnel reste la plus novatrice.

A apports complémentaires comparables, des rations à base de fourrages pauvres sont globalement mieux valorisées par une supplémentation de blocs que par une utilisation sous forme de paille traitée à l'urée (Nyorko *et al*, 1993a). Les auteurs ont noté que l'ingestion de la paille traitée à l'urée (5 % d'urée et 45 % d'eau) par les brebis taries était de 56 g MS/kg P^{0,75} contre une ingestion de 60 g de MS/kg P^{0,75} chez leurs homologues utilisant la même paille complétement au bloc multinutritionnel. Par rapport aux performances pondérales, les pailles non traitées à l'urée ont engendré une perte significative (P<0,05) du poids des animaux (-2,8 kg en 120 jours de suivi) contre un gain de 4 kg pour les animaux ayant reçu la paille traitée à l'urée et 6,4 kg pour celles alimentées à la paille associée au bloc minéral.

Des auteurs (Badukdeen *et al*, 1994) ont étudié la complémentation de la paille traitée à l'urée ou non par des blocs multinutritionnels (45 % de mélasse et 15 % d'urée). Ils ont trouvé que le traitement à l'urée n'a pas affecté l'ingestion de la matière sèche, mais cette dernière a été améliorée par la complémentation. Quant à la digestibilité de la matière sèche, elle a été plus élevée dans le cas de la paille traitée, mais non affectée par la complémentation.

Les résultats de nos travaux ont montré qu'avec un même niveau d'offre alimentaire, l'adjonction de bloc multinutritionnel a permis une amélioration de la consommation volontaire des aliments d'environ 6 %. Cela a engendré une augmentation de la production potentielle de lait d'environ 52 %. Le rôle d'acteur osmotique des éléments minéraux, notamment les macroéléments tels que le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, pour la synthèse lactée est bien mis en relief ici. A cela, il faut ajouter l'effet activateur de la synthèse microbienne des minéraux (Thivend *et al*, 1985 ; Moujahed *et al*, 2003b).

Kunju (1986) a aussi observé une amélioration de l'ingestion de paille de 29,5 % en remplaçant une offre journalière de 1 kg de concentré par des blocs mélasse-urée chez des bovins consommant 560 g par animal et par jour.

Des chercheurs de la Station de Recherche Zootechnique du Sahel de Niono au Mali ont essayé de comparer l'impact de trois types de compléments suivants : le sel, les blocs multinutritionnels et un concentré commercial (1 kg) sur trois groupes de zébus alimentés au pâturage naturel durant cinq mois (mars à juillet). Les résultats de cette expérimentation

rapportés par Chenost et Kayouli (1997) indiquent un croît de +192 g/jour pour le lot "blocs" contre -410 et -99 g/jour respectivement pour les lots "sel" et "concentré".

La disponibilité des aliments qui ont fait l'objet de valorisation dans notre travail est relativement bonne (Savadogo *et al* 1999 ; Gnanda, 2002 ; Kiema, 2002 ; Tamboura *et al*, 2005 ; Zio, 2005). En plus, dans la zone d'étude, il y a une timide émergence de la pratique par les éleveurs de fauche et conservation de fourrage naturel. On note cependant une certaine disparité dans les quantités de fourrage stockées et dans leur utilisation entre, soit les zones, soit les groupes ethniques (Kiema, 2002 ; Tamboura *et al*, 2005 ; Zio, 2005). C'est ainsi que Zio (2005) a relevé une différence significative de production de lait de vaches laitières entre la zone de Yalgo (située dans la partie sud du Sahel burkinabé) et celle de Dori (chef lieu de la région du Sahel burkinabé) due au niveau de complémentation. D'abord, l'auteur a observé que les éleveurs de Yalgo stockaient 2 à 5 fois plus de fourrage que ceux de Dori et que les rations de complémentation distribuées aux vaches à Yalgo étaient quantitativement plus élevées (en moyenne 16,4 kg de matière brute par jour et par vache, tout aliment confondu contre 13,5 kg à Dori) et de composition assez variée.

De ce fait, notre milieu de recherche sied bien avec l'application des techniques novatrices de valorisation de fourrages pauvres au moyen de blocs multinutritionnels. Cela se justifie par les résultats obtenus dans cette recherche sur les chèvres et l'existant sur le terrain en terme de ressources alimentaires. Il reste cependant la nécessité d'améliorer la mobilisation de ces ressources, notamment la part destinée à l'alimentation des caprins.

4.6.2. Choix de bloc multinutritionnel comme option appropriée pour l'optimisation de l'utilisation des fourrages pauvres par la chèvre du Sahel

Les traitements des fourrages pauvres visent surtout à améliorer leur ingestion et leur digestibilité chez les animaux. Par exemple, le hachage permet d'augmenter le niveau d'ingestion de la paille mais n'influence pas la valeur nutritive de la ration (Chenost et Kayouli, 1997). En tout état de cause, les traitements offrent des avantages certains et donnent des résultats intéressants dont certains ont été discutés dans le chapitre précédent. Cependant, si l'on attend de l'animal des productions améliorées ou plus élevées, il est nécessaire de lui apporter des suppléments qui fournissent des nutriments manquants aux fourrages pauvres et permettent de réaliser ces productions. Les compléments tels que les blocs multinutritionnels sont préconisés pour répondre à cette préoccupation, notamment à l'attente pour la chèvre sahélienne de produire plus de lait pour ce qui est du cas de ce travail. La complémentation est souvent plus simple à appliquer au niveau de la ferme de petits paysans car elle nécessite moins de travail que le traitement (Sansoucy, 1992).

La complémentation de fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels trouve un intérêt sans cesse croissant aussi bien pour la sauvegarde du cheptel que pour l'amélioration des performances de production (Moujahed *et al*, 2003a). En effet, les blocs multinutritionnels représentent une alternative stratégique pour l'apport d'éléments à caractère nutritif et/ou catalytique permettant la valorisation des fourrages pauvres dans les conditions d'aridité et de disette des pays à climat tropical sec. Cela permet d'autant mieux de résoudre le problème de la sous-alimentation que le facteur limitant de la valeur nutritive des résidus des céréales est beaucoup plus leur nature déséquilibrée que leur faible digestibilité, bien que ces deux caractéristiques ne peuvent être dissociées concrètement (Sansoucy, 1992).

Un bloc multinutritionnel est un assemblage d'éléments homogènes renfermant des nutriments minéraux, azotés, énergétiques et parfois vitaminiques. De par sa composition, il apporte donc directement les nutriments nécessaires à l'animal et favorise en même temps une utilisation optimale des fourrages grossiers en stimulant la croissance et l'activité fermentescible des micro-organismes du rumen des animaux qui le reçoivent (Moujahed *et al*, 2003b).

Généralement, faute d'informations sur les bilans nutritionnels des animaux des élevages extensifs comme c'est le cas de notre milieu de travail, il est toujours recommandé 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 (McDowell *et al*, 1984 ; Zoundi *et al*, 2003a). Il semble qu'une augmentation ponctuelle de N-NH₃, aussi importante soit-elle, donne moins d'effets nutritionnels sur les animaux, comparés à ceux permis par une production moyenne mais continue de ce nutriment (Zoundi *et al*, 2003a).

Ainsi, pour le bétail élevé sur parcours naturel comme les chèvres des élevages sahéliens, auquel on ne peut distribuer de façon économique des aliments concentrés, le meilleur choix reste donc le recours à l'utilisation des blocs multinutritionnels. Cette vision est bien comprise au Burkina Faso où de nombreux travaux de recherche ont été déjà exécutés, même si la partie sahélienne a été quelque peu occultée. Dans ce cadre, on peut citer les travaux de Tamboura et Abou (1992), Zoundi *et al* (2003a), Zoundi *et al* (2003c) et Ouédraogo *et al* (2005a).

Cependant, cette formule de complémentation nécessite un minimum d'investissement et par conséquent mérite d'être rentable pour l'éleveur. C'est pourquoi, certains auteurs (Tourrand et Landais, 1996) insistent sur l'idée que le bénéfice de la complémentation doit être comparé aux rémunérations des autres activités agricoles et salariées auxquelles peuvent prétendre les éleveurs.

De nombreuses expériences ont mis en relief les gains de production et de rentabilité financière de l'utilisation de blocs multinutritionnels (Kessé, 1999 ; Zoundi *et al*, 2003c ; Ouédraogo *et al*, 2005a ; Gnanda *et al*, 2005a).

Les résultats des travaux de Zoundi *et al* (2003c) montrent que l'effet du bloc multinutritionnel a permis une augmentation du bénéfice en liquidité de l'embouche ovine de 25 %, soit un profit additionnel moyen de 1 500 F Cfa par animal. Sur des vaches laitières, Gnanda *et al* (2005a) ont évalué sur 1 kg de lait, un bénéfice additionnel dû à l'effet du bloc multinutritionnel équivalent à 55 F Cfa en comparaison avec le gain financier obtenu d'un kg de lait récolté sur des animaux ne disposant pas de blocs.

Dans cette étude, le coût de d'un kg de bloc multinutritionnel (les frais de broyage des ingrédients y compris, mais sans la main-d'œuvre de confection) est estimé à 120 F Cfa, alors que le prix d'achat d'un kg de pierre à lécher industrielle de marque Oligosel est de 600 f Cfa. La dépense supplémentaire due à l'utilisation du bloc pour un animal reste inférieure à 5 F Cfa (12 à 30 g de bloc consommés par animal/jour). Dans ces élevages traditionnels, un litre se vend 175 à 200 F Cfa et un animal sur pied coûte 6 500 à 8 500 F Cfa avec une possibilité alternative de le vendre au marché à bétail le plus proche à un prix moyen variant entre 10 000 et 12 000 F Cfa.

Aussi, les équipements utilisés ici pour la fabrication des blocs sont à la portée des éleveurs (individuellement ou collectivement) car faits à base de matériaux localement disponibles et

utilisant le génie ou l'expertise locale (Photo 3). Toutes ces considérations constituent des gages certains de l'adoption des technologies testées au cours de cette recherche.

Le bloc alimentaire proposé dans notre étude (Photo 4) se compose de 25 % de son local, de 20 % de sel iodé, de 20 % de calcaire, de 10 % de gousses de *Acacia raddiana*, de 10 % de cosse de niébé, de 10 % de ciment et de 5 % de poudre d'os. L'eau est apportée à raison de 1,2 litre par kilogramme de mélange.



Photo 3 : Moule fabriqué localement pour les blocs



Photo 4 : Exemple de blocs testés

Le bloc est susceptible d'apporter aux animaux des protéines, de l'énergie et des minéraux. C'est en tenant compte de ces trois éléments essentiels que le choix des ingrédients de la formule a été opéré. L'analyse chimique ayant porté sur certains nutriments spécifiques du bloc donne les résultats suivants : 121 g/kg MS (MAT) ; 17 g /kg MS (phosphore); 6,4 g/kg MS (soufre) ; 66,4 g/kg MS (calcium) ; 3,9 g/kg MS (magnésium) ; 2,1 g/kg MS (potassium) ; 74,5 ppm (chlore) ; 19,0 ppm (iode) ; 31,9 ppm (cuivre) ; 137,9 ppm (manganèse) et 94,0 ppm (zinc).

Dans cette formule de bloc, l'azote est surtout apporté sous forme d'azote protéique qu'un certain nombre d'ingrédients utilisés dans sa composition sont susceptibles de fournir : gousses d'*Acacia raddiana*, cosse de niébé et dans une moindre mesure, le son local.

C'est surtout l'énergie fermentescible que le bloc met à la disposition des animaux par la présence du son local. Aussi, au cours de leur digestion, certains aliments fibreux comme les cosse et les gousses d'*Acacia raddiana* apportent une partie de l'énergie sous forme d'acides gras volatils.

Les minéraux tels que le sodium et le chlore sont surtout apportés par le sel iodé. Le phosphore, le calcium, le magnésium proviennent notamment de la poudre d'os et dans une moindre mesure de l'argile (calcium, magnésium) et du son (phosphore).

Les oligo-éléments du bloc multinutritionnel tels que le fer, le cuivre, le manganèse et le zinc, sont fournis surtout par l'argile (pour le fer surtout) et les ressources ligneuses (gousses de *Acacia raddiana*).

Il reste cependant la nécessité d'optimiser cette alternative de complémentarité par la recherche d'autres intrants locaux susceptibles d'enrichir davantage la composition chimique de la formule de bloc proposée et la possibilité d'améliorer la cohésion physique des éléments utilisés. Cela devra être fait en collaboration avec les paysans qui connaissent bien les ressources de leur terroir et qui ont une très bonne capacité de réflexion en matière d'innovation (Zoundi, 2005).

Conclusion générale et implications

Les résultats des enquêtes socio-économiques réalisées dans cette étude ont permis d'apprécier le rôle et la place de l'élevage caprin dans la sécurisation sociale, alimentaire et économique des éleveurs sahéliens. Par rapport à la génération de revenu monétaire par exemple, les caprins participent pour 21 % de la part due à l'élevage (toutes espèces confondues) et pour 18 % pour ce qui est du revenu annuel global des exploitations. Par ailleurs, ils sont les plus fréquemment sollicités pour les autres formes d'exploitations à but non monétaire. Ces résultats montrent que la chèvre joue un rôle important dans la lutte contre la pauvreté monétaire et non monétaire des éleveurs sahéliens et représente la base de constitution de leur cheptel animal. La chèvre apparaît comme étant le premier capital animal de prévention pour les éleveurs du Sahel burkinabé vis-à-vis des risques climatiques et de systèmes de production, quoique dans l'ensemble, elle demeure le parent pauvre des autres espèces de ruminants en matière de protection sanitaire et de soin alimentaire.

Cependant, conscients de ce rôle de plus en plus incontournable de la chèvre pour leur existence et face aux situations alimentaires des pâturages de plus en plus précaires, les éleveurs sahéliens ont intégré dans leurs stratégies de conduite de l'élevage caprin, les pratiques de complémentation. Pour l'heure, cette complémentation se fait en réponse à deux soucis majeurs dont le premier est d'éviter les mortalités et le deuxième de susciter la production de lait. Elle repose sur une utilisation alternée ou associée de ressources locales, le recours parfois à certains sous-produits agro-industriels et un choix de périodes critiques de complémentation, en rapport avec la perception dynamique de la part des éleveurs des disponibilités alimentaires sur les parcours naturels.

Les résultats de diagnostic du statut nutritionnel des animaux des élevages suivis montrent qu'en dépit de la complémentation et des aptitudes des chèvres à pâturer les fourrages ligneux, des déficiences alimentaires existent par rapport à un certain nombre de nutriments tels que le glucose et les oligoéléments d'intérêt tels que le cuivre, le zinc et le manganèse. Particulièrement, pour ce qui est des déficiences en oligoéléments, un lien étroit peut être établi avec les résultats enregistrés sur la qualité des parcours fréquentés par les animaux, puisque ces derniers ont présenté des subcarences ou des carences effectives en ces nutriments.

En matière de production laitière, les résultats montrent que les quantités évaluées en milieu paysan sont faibles, comparées à celles obtenues en station où l'alimentation des chèvres a été améliorée à l'aide des apports des nutriments, et avec une bonne combinaison des ressources locales. Le plus faible effet des alternatives alimentaires testées en station donne pour la période sèche, une quantité de lait traite supérieure de 12 % à celui traité en milieu paysan, estimé à 123 g en moyenne par animal et par jour. L'effet le plus significatif de ces alternatives a permis d'avoir une quantité de lait traite équivalente à 3 fois les 123 g de lait récoltés en milieu paysan. Ces alternatives de valorisation des ressources locales en station ont permis également de mesurer le rôle déterminant des nutriments énergétique et/ou azoté pour la chèvre laitière sahélienne, et surtout l'effet d'appoint de la complémentation minérale pour l'utilisation optimale de ces ressources par cette chèvre ainsi que ses implications significatives en terme d'accroissement de la production laitière.

En terme de performances de reproduction, les résultats sur les élevages suivis indiquent qu'elles sont beaucoup tributaires de l'offre alimentaire des pâturages qui, à son tour, dépend de la pluviosité de l'année. Au plan productivité numérique, le système traditionnel produit en

moyenne 0,8 chevreau par an alors que les essais menés en station montrent qu'il est possible d'avoir 1 à 1,5 petit dans l'année à partir d'une complémentation ajustée en azote et en éléments minéraux. Par ailleurs, les compléments testés en station montrent des effets positifs plus ou moins prononcés sur la réduction des avortements des chèvres. En effet, ces tests ont permis de s'apercevoir que lorsque les chèvres reçoivent la complémentation azotée et la complémentation minérale ensemble, cela permet d'éviter totalement les avortements.

Il ressort de l'ensemble des alternatives alimentaires testées que bien que le rôle déterminant des compléments minéraux sur les performances laitières et de reproduction des chèvres ait été mis en relief, les résultats montrent également que ce type de complément a bien besoin d'être associé à un minimum d'apport énergétique et/ou azoté pour rendre effective son action.

Globalement, cette étude a confirmé l'effet significatif du facteur technique que représentent les pratiques d'élevage et les tests de complémentation sur la productivité des chèvres. Ces facteurs sont ceux sur lesquels l'éleveur peut agir facilement pour modifier la productivité de son cheptel. Sur cette perspective, la valorisation des fourrages locaux dans le cadre de l'élevage caprin constitue par conséquent une bonne option du fait de ses aptitudes digestives à utiliser les aliments médiocres et de sa capacité de sélection lui permettant d'améliorer son ingestion et la qualité de son bol alimentaire.

Les options expérimentées dans cette étude en terme de rations, offrent des possibilités de choix pour les producteurs en fonction de la disponibilité des ressources alimentaires au sein de la ferme et en fonction de la disponibilité financière de l'opérateur.

L'étude a montré que l'on peut produire le lait de chèvre par une stabulation permanente des sujets ; ce qui participe à la réduction de la pression du cheptel caprin sur l'environnement.

Étant donné que la faisabilité et l'applicabilité d'une innovation en milieu paysan sont fréquemment occultées ou non maîtrisées lors de sa mise au point en station, les alternatives préconisées dans cette recherche devront faire l'objet de tests préalables dans ce milieu pour leur appropriation directe par les acteurs avant l'étape de leur vulgarisation à grande échelle. Il reste bien entendu qu'en perspective de cette diffusion et pour son succès effectif, il conviendrait de former (en théorie et en pratique) des personnes ressources ou producteurs relais sur la technologie de blocs multinutritionnels.

Par ailleurs, on devrait dans une recherche future étudier la dégradabilité et l'utilisation digestive par les chèvres sahéliennes des fourrages utilisés dans leur alimentation. Cela permettra d'avoir une meilleure compréhension des premiers résultats obtenus dans cette étude qui indiquent une production laitière relativement moins performante des chèvres alimentées selon le mode intensif comparativement à leurs homologues nourries de manière semi intensive. Ce travail devra être précédé ou accompagné par une bonne caractérisation chimique de ces aliments locaux.

Un autre axe d'investigation en matière de recherche serait de chercher à identifier parmi les éléments minéraux étudiés au cours de ce travail, ceux qui sont les plus déterminants par rapport au problème d'avortement des chèvres, ceci, à travers des dispositifs expérimentaux permettant une meilleure appréciation de l'effet individuel de chaque élément, ainsi que l'interaction entre ces minéraux.

Une étude sur l'impact des alternatives testées, notamment l'impact de l'utilisation des blocs multinutritionnels sur la régulation de la pression d'exploitation des ressources ligneuses par la chèvre constitue également une des actions fortes à réaliser dans une recherche future, cela en rapport avec les préoccupations de sauvegarde de l'environnement généralement liée à l'élevage de la chèvre.

Par ailleurs, Il serait également intéressant d'étudier les possibilités de valorisation des ressources dans l'embouche caprine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie

Abouli, H., Khorchani T. et Kraiem K., 1988. Traitement de la paille à l'urée. II. Effets sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Revue Fourrage*, 114: 167-176.

Ademosun A. A., 1994. Constraints and prospect for small ruminant research and development in Africa. Proc. 2nd Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, ILCA/CTA, Arusha, Tanzania, 7-11 december 1992, www.ilri.cgiar.org/InfoServ/Webpub/Fulldocs.

Adogla-Bessa T., et Aganga A. A., 2000. Milk production of Tswana goats fed diets containing different levels of energy. *South African Journal of Animal Science*, 30 (1) : 77-81.

Adu I. F., Fajemisin B. A. et Adamu A. M., 1992. Effet d'une complémentation d'urée ou de dolique sur l'utilisation de la paille de sorgho chez les ovins. Proceeding of the First Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, ILCA, Nairobi, Kenya, p. 367-373.

Alexandre G., Aumont G., Fleury J., Mainaud J. C. et Kandassamy T., 1997. Performances zootechniques de la chèvre Créole allaitante de Guadeloupe. Bilan de 20 ans dans un élevage expérimental de l'INRA. *INRA Prod. Anim.*, 10 (7) : 1-20.

Alexandre G., Borel H., Matheron G. et Remy C., 1991. Elevages caprins en Guadeloupe. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 50 (3) : 27-39.

Alexandre G., Fleury J., Coppry O., Archimede H., et Xandé A., 2002. Effects of mode of supplementation upon milk and growth performances of suckling Creole goats and their kids reared at pasture in Guadeloupe. *Livestock Research for Rural Development* 14 (1) 2002, <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/1/alex141.htm>

Ali K. E. et Mustafa E. E., 1984. Utilization of supplemented desert grass by goats. *Word Review of animal Production*, 20 (4) : 15-20.

Alinier A., 2003. Adaptation génétique des animaux aux conditions d'élevage. Synthèse bibliographique. Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées Productions Animales en Régions Chaudes, Cirad-emvt et Université de Montpellier II (UFR Sciences), Montpellier, France, 36 p.

Amiri B. E., Karen A., Cognie Y., Sousa N. M., Hornick J. L., Szenci O. et Beckers J. P., 2003. Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis : réalités et perspectives. *INRA Prod. Anim.*, 16 (2) : 79-90.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official methods of analysis, 14th ed., AOAC, Washington DC, USA, 114 p.

Badurdeen A. I., Ibrahim M. N. M. et Ranawana S. S. E., 1994. Methods to improve utilisation of rice straw. III. Effects of urea ammonia treatment and urea molasses blocks supplementation on intake, digestibility, rumen and blood parameters. *Asian Australian Journal of Animal Sciences*, 7 (3) : 363-372.

Balasse M., 2003. Keeping the young alive to stimulate milk production ? Differences between cattle and small stock. *Anthropozoologica*, 37, 3-10.

Banoïn M., Mariama J. C., Hanrahan J. P. et Yenikoye A., 1991. Comparison of the effects of FSH, immunization against androstenedione and genetic differences in ovulation rate on follicular growth in adult Finn sheep. *An. Reprod. Sci.*, 26 : 115-128

Baril G. et Brebion P., 1993. Manuel de formation pratique pour la transplantation embryonnaire chez la brebis et la chèvre. Etude FAO Production et Santé Animales 115. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome, Italie, 193 p.

Baril G., Chemineau P., Cognie Y., Guérin Y., Leboeuf B., Orgeur P. et Vallet J. C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et caprins. Etude FAO Production et Santé Animales 83. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome, Italie, 231 p.

Bayer W., Lossau A. V. et Schrecke W., 1999. Elevage et environnement dans les régions sèches. *Agriculture + développement rural* 1/99, p 47-50.

Ben Salem et Ben Hammouda, 1996. Place de l'élevage caprin dans la formation du revenu et l'occupation des petites exploitations agricoles. *Revue Méditerranéen* n° 3 : 31-33.

Bengoumi M., Faye B. et Tressol J. C., 1998. Composition minérale du lait de chamelle du Sud marocain. *In* : Actes de colloque : "Dromadaire et chameaux, animaux laitiers", Bonnet P., CIRAD, du 24-26 octobre 1994 à Nouakchott, Mauritanie, p. 145-149.

Bengoumi M., Faye B., Kasmi K. A. et Tressol J. C., 1995. Facteurs de variation des indicateurs plasmatiques du statut nutritionnel en oligo-éléments chez le dromadaire au Maroc. I. Valeurs usuelles et variations physiologiques. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 48 (3) : 271-276.

Berger M., Belem P. C., Dakuo D. et Hien V., 1988. Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Cot. Fib. Trop.*, vol. XLII, fasc. 3 : 201-211.

Bertaudière I., Godet G. et Cesar J., 1984. Efficacité de deux techniques de fertilisation animale en savane soudanienne. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (3) : 355-360.

Bessin R., 1996. Avortement des petits ruminants : facteurs limitant en élevage villageois. *In* : « Proceeding of the third biennial conference of the African small ruminant reproduction », Niamey, Niger. International livestock Research Institute (ILRI), p. 325-336.

Bidjeh K., Diguimbaye C., Ganda K. et Mahamat I., 1993. Notes sur les avortements des chèvres dans la région de N'Djaména : étude des causes. *Revue Scientifique du Tchad*, 3 (1) : 1-4.

Bingham S., 1994. La gestion holistique. Document de travail, Center for Holistic management, Albuquerque, USA, 93 p.

Blanc F., Bocquier F., Debus N., Agabriel J., D'hour P. et Chilliard Y., 2004. La pérennité et la durabilité des élevages de ruminants dépendent des capacités adaptatives des femelles. *INRA Prod. Anim.* 17: 287-302.

Bloch N. et Diallo I., 1991. Enquête sérologique chez les petits ruminants dans quatre départements du Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (4) : 397-404.

Bocquier F. et Caja G., 2001. Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14 (2) : 129-140.

Bocquier F., Leboeuf B., Rouel J. et Chilliard Y., 1998. Effet de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur les performances de reproduction de chevrettes Alpines. *INRA Prod. Anim.*, 11 (4) : 311-320.

Bodet P., 1987. L'énergie animale : exposé liminaire général. *Zootechne* n° 63 : 2-6.

Boly H., Magagi I., Konaté T., Viguié-Martinez M. C. et Yenikoye A., 1992. Cycle oestral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 46 (3-4) : 335-340.

Bonnérat A., 2002. Pratiques de gestion de l'arbre chez les éleveurs du Nord-Cameroun. Etude des modes d'utilisation des arbres et des pratiques d'émondage dans trois situations d'élevage. Mémoire de stage de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur forestier, spécialité en Foresterie Rurale et Tropicale, Promotion 1999/2002, Montpellier, France, 130 p.

Bonnet B., Guibert B., Robinet O. et Lhoste P., 1989. Conduite, gestion des carrières et valorisation des beaufs de trait en zones cotonnières (Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Mali) ; In : Raymond G., Bigot Y. et Bordet D. : Economie de la mécanisation en région chaude. Ministère de la coopération et du développement/CIRAD, Montpellier, France, p. 132-152.

Bosma R. H. et Bicaba M. Z., 1997. Effect of addition of leaves from *Combretum aculeatum* and *Leucaena leucocephala* on digestion of Sorghum stover by sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 24 : 167-173.

Bosma R., Bengaly K., Traoré M. et Roeleveld A., 1996. L'élevage en voie d'intensification : synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixtes au Mali-Sud (système de production rurale au Mali, volume 3). Institut royal des tropiques/Institut de l'économie rurale, Bamako, Mali, 190 p.

Boubacar S. L., 1990. Eléments de stratégie pour le développement de l'élevage au Sahel. Document de travail, Bureau d'études et de réalisation agro-pastorales (BERAP), coopération Suisse au développement, Dori, Burkina Faso, 47 p.

Boudet G., 1989. Evolution de la végétation des parcours sahéliens et possibilités de réhabilitation. *Fourrages*, 120 : 401-415.

Boudet G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Collection Manuel et Précis d'Élevage, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT), Paris, France, 266 p.

Bougouma-Yaméogo, 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. Doctorat Unique, École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 147 p.

Bougouma-Yaméogo V., Cordesse R., Nianogo A. J., Inesta M. et Nassa S., 1996. Modifications chimiques et estimation de la dégradabilité de la matière sèche de quatre fourrages tropicaux traités à l'ammoniac ou à l'urée. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 147 (10) : 689-700.

Bougouma-Yaméogo V., Cordesse R., Nianogo A. J., Inesta M. et Nassa S., 1997. Influence de la qualité du fourrage et du taux de concentré sur les performances de croissance et d'engraissement de béliers « Djallonké » de type « Mossi ». *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 148 (4) : 299-306.

Bourbouze A. et Guessous F., 1979. La chèvre et l'utilisation des ressources dans les milieux difficiles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 32 (2) : 191-198.

Bourzat D., 1980. Paramètres zootechniques des espèces ovines et caprines de type « Mossi » et de type « Peul ». Rapport, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT), Paris, France, 11 p.

Bourzat D., 1993. Pathologie caprine et systèmes de production tropicaux. . *In* : 2^e Colloque international sur la pathologie caprine et productions, Cirad-emvt, 26-29 juin 1989, Niort, France, 139-146.

Bourzat D., 2001. Etude du marché du lait et des produits laitiers dans le bassin de collecte de N'Djamena : impact à court terme de la dévaluation sur la filière lait. *In* : Duteurtre G. et Meyer C., Actes de l'atelier international sur les marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne, CIRAD 9-10 novembre 1998, Montpellier, France, p.81-91.

Bourzat D. et Koussou M. O., 1994. Production laitière des chèvres du Sahel tchadien : quantités de lait traites et croissance des jeunes en milieu rural. *In* : Bourzat : Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants - Cameroun, Niger, Tchad. Niamey, Niger, 7 au 12 février 1994, Bourzat, CIRAD-EMVT, p.31-41.

Bourzat D. et Wilson R. T., 1989. Principaux aspects zootechniques de la production des petits ruminants dans les systèmes agropastoraux du Yatenga (Burkina Faso). Etudes et synthèses de l'IEMVT (31), Édition, Maisons-Alfort Cedex, France, 145 p.

Boutonnet J. P., 1992. Intensification de la production des petits ruminants : pièges et promesses. *In* : Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceeding of the First Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network. Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi (Kenya), p. 303-308.

Boutrais J., 1994. Eleveurs, bétail et environnement. *In* : A la croisée des parcours-pasteurs-éleveurs-cultivateurs-dynamique des systèmes africains, ORSTOM/CEA, p. 303-319.

Braman H. De Ridder N., Ketelaars J. J. M. H. et Keulen H., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Édition Karthala, ACCT et CTA, 485 p.

Brisson J., Lefebvre D., Gosselin B., Petit H., Evans E., 2003. Nutrition, alimentation et reproduction. *In* : Symposium sur les bovins laitiers, question de reproduction : une initiative du comité bovins laitiers, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec le 30 octobre 2003, Canada, 66 p.

Buerkert A. et Hiernaux P., 1998. Nutrients in the West African Sudano-Sahelian zones: losses, transfers and role of external inputs. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 161, 365-363

Burkina Faso, 2004. Document de Stratégie de Développement Rural à l'horizon 2015. Version finale, Burkina Faso, Ouagadougou, 143 p.

Caron P. et Lancelot R., 2000. Caprins et systèmes de production des tropiques semi-arides : entre marginalité et sécurité. *In* : 7^e Conférence internationale sur les caprins, Recueil des communications, INRA, 15-21 mai 2000, Tours, France, p.317-320.

Chaïbou M., 2005. Productivité zootechnique du désert : le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger. Thèse de Docteur en Biologie des populations et écologie, UM2-Ecole doctorale biologie et système intégré, agronomie, environnement, Montpellier, France, 369 p. (2 volumes).

Charray J., Coulomb J., Haumesser J. B., Planchenault D. et Pugliese P. L., 1980. Synthèse des connaissances sur l'élevage des petits ruminants dans les pays tropicaux d'Afrique Centrale et d'Afrique de l'Ouest. Rapport, FAC, Paris, France, 121 p.

Chartier C. et Chartier F., 1988. Enquête séro-épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 41 (1) : 23-34.

Chemineau P., 1989. Le saisonnement de la reproduction des caprins des zones tempérées et des zones tropicales. *Bull. Tech. Ovin et caprin*, 27 : 43-51.

Chenost M. et Dulphy J. P., 1987. Amélioration de la valeur alimentaire (composition chimique, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitements. *In* : « Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation », Demarquilly C., Ed, INERA publication, Paris, p. 199-230.

Chenost M. et Kayouli C. 1997. Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes (Etude FAO-Production et santé animale). ISSN 92-5-203981-3, FAO, Rome, Italie, 226 p.

Chevaux E., 1998. La complémentation des caprins allaitants au pâturage en zones tropicales humides et sèches. Synthèse bibliographique. Diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes, CIRAD-EMVT/Ecole nationale vétérinaire d'Alfort/Institut national agronomique, Paris-Grignon/Muséum national d'histoire naturelle, 46 p.

Chilliard Y., Bocquier F. et Doreau M., 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition and consequences on reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.*, 38 : 131-152.

Chilliard Y., Rémond B., Sauvant D. et Vermorel M., 1983. Particularités du métabolisme énergétique. In : Particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 53 : 37-64.

Cissé M. I. et Breman H., 1980. Influence de l'exploitation sur un pâturage à *Adropogon gayanus* Kunth var. *tridentanus*. *Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 33 (4) : 407-416.

Cissé M., Awad M. et Ahokpé B., 1993. Comportement alimentaire et performances laitières des chèvres sahéliennes exploitant des parcours naturels. In: "Sustainable Feed Production and Utilisation for Smallholder Livestock Enterprises in Sud-Saharan Africa", proceedings of the Second African Feed Resources Network. 6-10 december 1993. Edited by Jean Ndikumana and Peter de Leeuw, Harare, Zimbabwe, p.103-106.

Cissé M., Fall A., Sow A. M., Gongnet P. et Korrea A., 1996a. Effet du traitement de la paille de brousse à l'urée et de la complémentation sur la consommation de paille, le poids vif et la note d'état corporel des ovins sahéliens en saison sèche. *Ann. Zootech.*, 45 : 124-132.

Cissé M., Fall Y. et Li I., 1996b. Performances laitières et état nutritionnel des chèvres du Sahel conduites sur parcours naturels : relations avec la croissance des chevreaux. In: Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the Third Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network. Kampala, Uganda, 5-9 December 1994. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi (Kenya), p. 303-308.

Clément V., Poivey J. P., Faugère O., Tillard E., Lancelot R., Gueye A., Richard D. et Bibé B., 1997. Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. . *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 50 (3) : 235-249.

Cléradin A., 2001. Méthodes d'élaboration des grilles de notation de l'état corporel des ruminants. Synthèse bibliographique. Diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes, Université Montpellier II, Montpellier, France, 25 p.

Clos J. et Muller Y., 1998. La reproduction : gestation, lactation et maîtrise de la reproduction. Ouvrage publié sous la direction de Eric Périlleux. Edition Nathan, Paris, France, 191 p.

Conrad J. H., McDowell L. R., Ellis G. L. et Loosli J. K., 1985. Minéraux pour les ruminants de pâturage des régions tropicales. Université de Floride (Gainsville) (USA), USAID, 95 p.

Coombe J. B., Wardrop I. D. et Tribe D. E., 1960. A study of milk production by the grazing ewe. With emphasis on the experimental technique employed. *J. Agric. Sc.*, 54: 343-359.

- Cottureau P., Gleize J., Magat A., Michel M. C., Mouthon G., Perrier J. M. et Wolter R., 1977.** Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine humaine (table ronde n° 10). *Revue Méd. Vét.*, 128 (6): 873-897.
- Coulibaly A., 1997.** Promotion des petits ruminants (moutons en milieu rural : cas de Wérédara, département de Satiri. Rapport, Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 19 p.
- Danthu P., Ickowicz A., Friot D., Manga D. et Sarr A., 1996.** Effet du passage par le tractus digestif des ruminants domestiques sur la germination des graines de légumineuses ligneuses des zones tropicales sèches. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 49 (3) : 235-242.
- Dedieu D., Cournut E. et Gibon A., 1989.** Notation d'état corporel et systèmes d'élevage ovin. Diagnostic et conseil pour l'alimentation des troupeaux en Cévennes. *INRA Prod Anim.* 2 : 79-88
- Delaby L., Peyraud J. L. et Delagarde R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? *INRA Prod. Anim.*, 16 (3) : 183-195.
- Dembélé I., 2000.** Pathologies de la reproduction des caprins : enquêtes sero-épidémiologiques sur les avortements des chèvres au Burkina Faso. Mémoire de Technicien Supérieur d'Élevage Spécialisé (TSES), Ecole Nationale d'Élevage et Santé Animale (ENESA), Ouagadougou, Burkina Faso, 92 p.
- Diagayété M., Schenkel H., 1986.** Composition minérale des ligneux consommés par les ruminants de la zone sahéenne. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 39 (3-4) : 421-424.
- Dicko I, Hamidou O. et Darga A., 1994.** Synthèse de données sur le Sahel Burkinabé. Rapport, PSB/GTZ, Ouagadougou, Burkina Faso, 137 p.
- Djadjanegara A. et Doyle P. T., 1989.** Urea supplementation compared with pretreatment (1): Effects on intake, digestion and liveweight change by sheep fed a rice straw. *Animal Feed Science and Technology*, 27 : 79-89.
- DRED/Sahel, 2003.** Schéma Régional d'Aménagement du territoire du Sahel de 1998- 2025. Rapport final, Direction Régionale de l'Économie et du Développement du Sahel, Dori, Burkina Faso, 294 p.
- Dumas R., 1980.** Contribution à l'étude des petits ruminants du Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 33 (2) : 215-233.
- Fall S. T., 1991.** Digestibilité in vitro et dégradabilité in situ dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturages naturels au Sénégal. Premiers résultats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3): 345-354.
- Fall S. T., Sawadogo G. et Diop M., 1999.** Phosphates naturels et alimentation du bétail en zone sahéenne. I. Influence sur la santé et la croissance du zébu Gobra. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 52 (2): 133-145.

- Faure G., 1992.** Intensification et sédentarisation des exploitations mécanisées. Rapport annuel en agroéconomie campagne 91/92, Bobo Dioulasso, Projet motorisation intermédiaire/Programme coton/INERA, 51 p.
- Faye B., 2001.** Le rôle de l'élevage dans la lutte contre la pauvreté. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 54 (3-4) : 231-238.
- Faye B. et Alary Y., 2001.** Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *INRA Prod. Anim*, 14 (1) : 3-13.
- Faye B. et Barnouin I., 1985.** Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations - L'indice de propreté. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 59 : 61-67.
- Faye B. et Bengoumi M., 1994.** Trace-elements status in camels: a review. *Biol. Trace Element Res.*, 41, 1-11.
- Faye B. et Bengoumi M., 1997.** Données nouvelles sur le métabolisme des principaux éléments-traces chez le dromadaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 50 (1) : 47-53.
- Faye B. et Grillet C., 1984.** La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie). II. Origine de la carence en cuivre dans la région d'Awash. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (1) : 45-48.
- Faye B., Grillet C. et Tessema A., 1986.** Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en Ethiopie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 39 (2) : 227-237.
- Faye B., Kamil M. et Labonne M., 1990.** Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (3) : 365-373.
- Faye B. et Mulato C., 1991.** Facteurs de variations des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 325-334.
- Faye B., Saint-Martin G., Cherrier R. et Ali Ruffa, 1992.** The influence of high dietary protein, energy and mineral intake on deficient young camel: I. Changes in metabolic profiles and growth performance. *Comp. Bioch. Physiol.*, 102A, 409-416.
- Fournier M., 1991.** Mécanique des structures évolutives et auto-adaptatives : le cas des arbres. Partie 2 : modélisation biomécanique de la régulation. *In* : Architecture, structure de l'arbre, actes du 5^e congrès, Université de Montpellier 2, France, p.77-91.
- Friot D. et Calvet H., 1971.** Etude complémentaire sur les carences rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 24 (3) : 393-407.
- Gado A. B., 2003.** Variations climatiques, insécurité alimentaires et stratégies paysannes. Les réponses du paysan nigérien : perspectives historiques. *Etudes et recherches scientifiques*, 8-9 : 60-72.

Gaston A. et Lamarque G., 1994. Les pâturages sahéliens de l'Afrique de l'Ouest. Extrait des Atlas : Elevage et potentialités pastorales sahéliennes, CTA/CIRAD, 221 p

Ghosal A. K. et Shekhawat V. S., 1992. Observations on serum trace elements levels (zinc, copper and iron) in camel (*Camelus dromedarius*) in the arids tracts of Thar Desert in India. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 45 (1) : 43-48.

Gnanda B. I., 2002. Productivité des petits ruminants en zone sahélienne burkinabé. Mémoire de DEA en Gestion Intégrée des ressources Naturelles (GIRN), Institut du Développement Rural/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 91 p.

Gnanda B. I., Kiema A., Ima S. et Ouédraogo R. B., 1997. Étude diagnostique du terroir de Lelly sur : (1) les systèmes de gestion des parcours et de la reproduction du bétail ; (2) les organisations paysannes, Département Productions Animales, Dori, Burkina Faso, 28 p.

Gnanda B. I. et Nianogo J. A., 1998. Complémentation de la paille de sorgho avec des tourteaux de coton pour la chèvre du Sahel burkinabé en lactation. In : actes de la 3^{ème} édition du forum national de la recherche scientifique et des innovations technologiques (FRSIT), les communications (Tome 2), tenu du 30 mars au 5 avril 1998 à Ouagadougou, MESSRS/CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso, 414-425.

Gnanda B. I., Nianogo J. A., Tamboura H. H., Zoundi S. J. et Ouédraogo C. L., 2002. Effet d'une complémentation azotée et minérale sur l'utilisation de la paille de sorgho chez la chèvre du Sahel burkinabé en lactation. *Revue J. Sci.* 2 (2) : 40-47.

Gnanda B. I., Sanou S., Zono O. et Ouédraogo M., 2005a. Projet de développement des blocs multinutritionnels à base de matériaux locaux pour l'alimentation des vaches laitières et des animaux d'embouche. Rapport final du projet de l'exécution couvrant la période d'octobre 2004 à septembre 2005, Programme d'appui Danois au Développement du secteur Agricole au Burkina Faso (PADDAB), Ministère de l'économie et du développement, 42 p.

Gnanda B. I., Zoundi S. J., Nianogo J. A., Le Masson A. et Meyer C. 2005b Performances laitières et pondérales de la chèvre du Sahel burkinabé en régime de complémentation basé sur l'utilisation des ressources alimentaires locales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (3) : 175-182.

Gnanda B. I., Zoundi S. J., Nianogo J. A., Meyer C. et Zono O., 2005c. Test d'un complément minéral et azoté sur les paramètres de reproduction de la chèvre du Sahel burkinabé. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (4) : 257-265.

Gongnet G. P., Fadiga S. et Cissé M., 1997. Amélioration de la valeur alimentaire de la paille de riz par le traitement à l'urée et la complémentation en céréales chez le mouton Peulh sénégalais. *Tropicultura*, 15 (4) : 163-168.

Gongnet G. P., Minguéy M. et Brahim B. O., 1994. Valeur nutritive des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels offerts à des moutons Peuls du Sahel. In : Proceeding of the second biennial conference of the Africa Small Ruminant Research Network, Arhusa, Tanzanie, 7-11 December 1992, ILCA/CTA, www.ilri.cgiar.org/InfoServ/Webpub/Fulldocs/.

Goromela E. H., Ledin I. et Uden P., 1997. Indigenous goats browse leaves as supplements to dual purpose goats in Central Tanzania. *Livestock Production Science*, 47 (3) : 245-252.

Guéguen I., 1997. La valeur nutritionnelle minérale du lait de chèvre. *In* : Intérêts nutritionnels et diététiques du lait de chèvre, Niort (France), 7 novembre 1996, INRA, Paris, France (les colloques n°81), pp 67-80.

Guérin H., 1988. Le phosphore dans l'alimentation des ruminants tropicaux : risques de carences, effet de fertilisation des fourrages et de la complémentation, possibilité d'utilisation des phosphates naturels. Note bibliographique présentée au séminaire international sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale. Ferphos-Tebessa, Algérie, 8-10 mars 1988, CIRAD, 29 p.

Guérin H., Friot D., Mbaye Nd., Richard D. et Dieng A., 1988. Régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de description du régime par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation des choix alimentaires et conséquences nutritionnelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 41 (4) : 427-440.

Guérin H., Richard D. et Heinis V., 1992. Variations de la composition minérale des fourrages en zone tropicale sèche : conséquences pour la nutrition des ruminants domestiques. Poster présenté à la 41^e réunion annuelle de la Fédération européenne de zootechnie (FEZ), tenue à Toulouse (France) du 9 au 12 juillet 1992.

Guichard A., 2004. Analyse socio-économique et nutritionnelle des apports du petit élevage : le cas de la communauté de Satchi (Niger). Mémoire DESS productions animales en régions chaudes, Cirad-emvt, Montpellier, France, 68 p.

Habib G, Ghufranullah, Wahidullah A, Shah B A, Vale W G, Barnabe V H and Mattos J C A 1994 Potential of molasses-urea block as a supplementary strategy for improving productivity in buffaloes fed poor quality roughages, *In*: W.G. Vale and V.H. Barnabe (editors). Proceedings, 4th World Buffalo Congress (2), June 1994, 27-30, Sao Paulo, Brazil, pp. 227-229.

Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Labban L. M., Shurbaji A., Kronfoleh A. E. R., Al-Wadi M., Amin M., Naigm T., El-Said H. et Alharres A. K., 1993a. Feeding ensiled poultry excreta to ruminant animals in Syria. *Livestock research for rural development* 5(1), 30-38.

Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Kronfoleh A. R., Labban L M, Naigm T., Al-Wadi M., Badran A., Dawa K., Shurbaji A., Houssein M., Malki G., Naigm T., Merawi A. R. et Kader Harres A., 1993b Urea blocks. II. Performance of cattle and sheep offered urea blocks in Syria. *Livestock research for rural development* 5(3), online edition.

Haresign W., 1984. Underfeeding and reproduction: physiological mechanism. *In* : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (F.W.I.), 8-10 juin 1983. Ed. INRA Publ., 1984, (Les colloques de l'INRA, n°20), p. 39-365.

Héma N., 1988. Production des petits ruminants sur un pâturage naturel de la Station Expérimentale de Gampéla. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du Développement rural (IDR), Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 128 p.

Hiernaux P., Cissé M. I., Diarra I., et de Leeuw P. N., 1994. Fluctuation saisonnière de la feuillaison des arbres et des buissons sahéliens. Conséquences pour la quantification des ressources fourragères. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 47 (1) : 117-125.

Hiernaux P., Fernandez S-R., Schlecht E., Turner M. D. et Williams T. O., 1997. Les transferts de fertilité par le bétail dans les agro écosystèmes du sahel. Rapport d'activités de recherche, ILRI, Niamey, Niger, 9 p.

Holness D. H., 1984. The effects of pre- and post-partum levels of nutrition on fertility in cattle. In : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (F.W.I.), 8-10 juin 1983. Ed. INRA Publ., 1984, (Les colloques de l'INRA, n°20), pp 379-388.

Ickowicz A., 1995. Approche dynamique du bilan fourrager appliqué à des formations pastorales du Sahel Tchadien. Thèse de Docteur de l'université de Paris, spécialité : Sciences de la terre et de la santé, UFR de Sciences, Université de Paris XII, Paris, France, 492 p.

Iboudo C. P., 1991. Influence de la source et du niveau d'énergie sur la production laitière chez la chèvre du Sahel burkinabé et chez la brebis Mossi. Mémoire de fin d'étude de l'Institut du Développement Rural (IDR)/Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 116 p.

INERA, 1995. Etude des systèmes d'élevage de Katchari par la Méthode active de recherche participative (MARP). Rapport, INERA/DPA, Dori, Burkina Faso, 37 p.

INRA, s. d. (vers 1975). Détection de déséquilibres biochimiques d'origine alimentaire ou infectieuse par l'analyse du sang. Beaumont, 63110, INRA, Station de physiologie de la nutrition, CRVZ de Theix, 4 p.

Institut national des statistiques et de la démographie (INSD), 1997. Recensement général de la population et de l'habitat du Burkina Faso (du 10 au 20 décembre 1996). Population résidente des départements et provinces du Burkina Faso. Résultats définitifs BKF 96/vol ; Ouagadougou, Burkina Faso, MED, p. 1-12.

Jarrige R. (ed), 1978. Alimentation des ruminants : principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. Besoins alimentaires des animaux. Valeur nutritive des aliments. INRA, Paris, 597 p.

Jarrige R. (ed), 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA (Institut National de la Recherche agronomique), Paris, France, 476 p.

Jaubert A., 1997. Les vitamines et les nucléotides du lait de chèvre. In : Freund : Intérêts nutritionnels et diététiques du lait de chèvre, Actes du colloque "Le lait de chèvre, un atout pour la santé", Niort, 7 novembre 1996, INRA, Paris, France, (les colloques n°81) p. 81-92.

Kaboré-Zoungrana C., Kiema S. et Nianogo A. J., 1997. Valeur nutritive des sous-produits agricoles et sous-produits agro-industriels du Burkina Faso. *Science et Technique, Sciences naturelles*, 22 (2) : 81-88.

Kafando P. F., 1989. Digestibilité in vivo et in vitro de quelques fourrages pauvres (pailles de céréales, graminées) distribués seuls ou complémentés. Mémoire d'ingénieur des techniques du développement rural, Institut du Développement Rural (IDR), Ouagadougou, Burkina Faso 73 p.

Kameni A., Imele H., Formunyam R. et Djoko D., 1998. Evaluation of goat milk produced in the Highlands of Cameroun for cheese making. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 31 (3) : 259-363.

Kazianga H. et Udry, C. 2004. Consumption smoothing? Livestock, Insurance and draught in rural Burkina Faso. Bureau for Research in economic Analysis and Development (BREAD). Working Paper No. 090.

Kessabi M., 1983. Etude de quelques paramètres biochimiques sériques chez le mouton en zone Darmous. *Ann. Zootechn.*, 27 : 583-584.

Kessé G. P. H., 1999. Mise au point d'une pierre à lécher pour les ruminants. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur de développement rural, option élevage, IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo, Burkina Faso, 77 p.

Kessler J. 1991. Mineral nutrition of goats. *In* : Goat nutrition, FAO/EAAP/CIHEAM/CTA, (Morand-Fehr P.), N° 46, Pudoc Wageningen, p. 104-113.

Khaldi G., 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus postpartum des femelles ovines de race Barbarine : influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle. Thèse doctorat es sciences, Montpellier, 188 p.

Khaldi G. et Lassoued N., 1991. Interaction nutrition-reproduction chez les petits ruminants en milieu méditerranéen. *In* : Proceedings of an international symposium on nuclear and related techniques in animal production and health, organisé conjointement par l'Agence internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'Alimentation (FAO), 15-19 avril 1991, Vienne, Autriche, p. 378-389.

Khaldi G. et Lassoued N., 1992. Caractéristiques de reproduction des femelles ovines de race barbare. *In* : « Proceeding of the First Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network ». Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 223-232.

Kiema A., Nianogo A. J. et Nacro B., 2005. Effets de la pâture et de la fauche sur la dynamique de la végétation en région sahélienne du Burkina Faso. *In* : Actes du séminaire international sur le thème "De l'intérêt écologique à l'usage socio-économique des ligneux fourragers pour le développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest : Etat des lieux et perspectives", 13-15 décembre 2005, Bobo-dioulasso, Burkina Faso, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Ressources Naturelles et les Sciences de l'Environnement (LERNSE) (sous presse).

Kiema, 2002. Ressources pastorales et leurs modes d'exploitation dans deux terroirs du Burkina Faso. Mémoire de DEA en Gestion Intégrée des ressources Naturelles (GIRN), Institut du Développement Rural/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 76 p.

Killanga S. et Traoré A., 1999. Influence de la gestion et du statut socio-économique de l'agro-pasteur sur la productivité des ovins et des caprins au Mali central, *Tropicultura*, 16-17 (4) : 180-183.

Klecka, W.R. 1981. *Discriminant analysis*. Sage University Paper series Quantitative applications in the social sciences, series no. 07-019. Beverly Hills and London: Sage Publications. 71 p.

Konaté S., 2000. L'élevage des caprins au Séno : Résultats de quelques paramètres de production en station et dans les exploitations traditionnelles de Lelly. Mémoire de Technicien Supérieur d'Élevage Spécialisé (TSES), Ecole Nationale d'Élevage et Santé Animale (ENESA), Ouagadougou, Burkina Faso, 48 p.

Kouakou G. O., 1997. Influence du rang de mise bas et du niveau nutritionnel sur la production laitière de la vache zébu Peul Soudanien en station. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du développement rural (IDR), Université polytechnique de Bobo (UPB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 55 p.

Koussou M. O., 2000. Production laitière de la chèvre du Sahel tchadien et croissance des jeunes. In : Symposium technique T1 : "Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique", 20 mai 2000 à Poitiers, France, Faye B. (éditeur scientifique), Cirad-emvt, p. 301-307.

Kumaresan A. et Ndzingu Awa D., 1984. Influence of age and pregnancy on serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphorus activity in red Sokoto goats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 24 (3) : 477-481.

Kunju P. J. G. 1986. Urea molasses block: A future animal feed supplement. Asian Livestock II, FAO Regional Office, Bangkok, Thailand pp 53-159.

Lancelot R., 1994. Enquêtes écopathologiques sur les maladies respiratoires des chèvres au Tchad : de la recherche au développement. *Revue Capricorne*, 7 (2-3) : 17-25.

Lancelot R., Imadine M., Mopaté Y. et Faye B., 1994. Amélioration de la productivité des chèvres en zone périurbaine de N'Djaména (Tchad). Choix des mesures suite à une enquête écopathologique. *Vet. Res.* 25 : 337-343.

Landais E. et Lhoste P., 1993. Système d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines. *Cahiers Agriculture*, 2 : 9-25.

Larwence A., Triki S. et Chabaca R., 2000. Proposition d'une méthode subhumide de traitement des pailles à l'urée. *Ann. Zootech.*, 49 : 479-485.

Le Gal O. et Planchenault D., 1993. Utilisation des races caprines exotiques dans les zones chaudes : contraintes et intérêts. CIRAD/EMVT/UCARDEC/CTA, Maisons-Alfort, France, 226 p.

Le Houérou H. M., 1980a. Composition chimique et valeur alimentaire des fourrages ligneux en Afrique tropicale occidentale. *In* : Colloque sur les fourrages en Afrique : liste des participants, auteurs de contribution et résumé des communications, tenu du 8 au 12 avril 1980 à Addis Abeba, Éthiopie. ILCA et CIPEA, pp.37-39.

Le Houérou H. M., 1980b. Les fourrages ligneux en zone sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest. *In* : Colloque sur les fourrages en Afrique, tenu du 8 au 12 avril 1980 à Addis Abeba, Éthiopie. ILCA et CIPEA, P.8-10

Le Masson A., Sangaré Y. et Ducrot R., 2002. Le rôle de l'élevage dans l'intensification. Le bétail, outil de travail et source de fumure. *In* : L'office du Niger, grenier à riz du Mali : succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement. Ministère de la coopération et du développement/CIRAD, Montpellier, France, p. 125-126.

Lebbie S.H.B. and Kagwini E. 1996. *Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December 1994.* ILRI (International Livestock Research Institute) Nairobi, Kenya. 326 pp.

Lemal A., Faye J. C., Buldgen A. et Compère R. 1989. Influence de la proportion de mélasse liquide sur la valeur alimentaire des rations pour ruminants composés des sous-produits disponibles dans la vallée du fleuve Sénégal. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 24 (3) : 315-328.

Leng R. A., 1992. Alimentation du bétail et facteurs de limitatifs dans les pays tropicaux en voie de développement. *In* : actes du séminaire sur l'intégration de l'élevage à l'agriculture en réponse à la pression démographique croissante sur les ressources disponibles, tenu du 11 au 14 juillet 1989 à l'île Maurice, Centre technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), Convention de Lomé ACP-CEE, Wageningen-Ede, Pays Bas, p. 57-95.

Leng R. A., Preston T. R. et Kunju P. J., 1991. Multinutrient blocks as a strategy for ruminants. *World Animal Review*, 67 : 11-19.

Levang P., 1978. Biomasse herbacée de formations sahéliennes. Étude méthodologique et application du bassin versant de la Mare d'Oursi. Ouagadougou, Burkina Faso, DGRST/ORSTOM, ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, 34 p.

Lhoste P., Dollé V., Rousseau J. et Soltner D., 1993. Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. Ministère de la Coopération Française, Paris, France, 288 p.

Lindela R., N. et Lewis H., 1995. Intake, digestion and rumen parameters of goats fed mature veld ground with deep litter poultry manure and supplemented with graded levels of poorly managed groundnut hay. *Livestock Research for Rural Development*, The international journal for research into sustainable developing world agriculture, 6 (3). www.fao.org/ag/aga/agap/frg/FEED/back/Irrd/Irrd6/3/8.htm (On-line edition).

Macala J., Molefe V., Sebolai B. et Laletsang K., 1993. Effect of supplemental peanut hay on performance of lactating Tswana does and kids post-weaning. *In*: Sustainable feed Production and Utilisation for Smallholder livestock Enterprise in Sub-Saharan Africa. Proceeding of the Second Africa Feed resources Network (AFRNET). Workshop held in

Harare, Zimbabwe, 6-10 December 1993. Edited by Jean Ndikumana and Peter de Leeuw, Nairobi, Kenya, p. 123-130.

Madani T. 2000. L'élevage caprin dans le nord-est de l'Algérie. *In* : 7^e Conférence internationale sur les caprins, Recueil des communications, INRA, 15-18 mai 2000 à Tours et 19-21 mai 2000 à Poitiers, France, pp.351-353.

Madibela O. R., Mosimanyana B. M., Boitumelo W. S. et Pelaelo T. D., 2002. Effect of supplementation on reproduction of wet season kidding Tswana goats. *South African Journal of Animal Science*, 32 (1) : 14-22.

Maganga-Mouity M., 2000. La traction animale, composante essentielle des stratégies paysannes : quelles sont les pratiques actuelles face au désengagement de l'Etat (cas du village de Yéri Guèye dans le Bassin Arachidier). Mémoire ingénieur des travaux agricoles, ENCR, Dakar, Sénégal, 99 p.

Mandiki S. N. M., Kiatoko M. et Olenga I., 1986. Composition minérale des fourrages de la sous-région de l'Ituri (Zaïre) et proposition de complémentation pour bovins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 39 (3-4) : 425-434.

Manjeli Y., Téguia A., Njwe R. M., Tchoumboué J. et Ayong E. E., 1996. Enquête sur l'élevage caprin dans les hauts plateaux de l'Ouest-Cameroun. In : Proceeding of the third biennial conference of the Africa Small Ruminant Research Network, Kampala, Uganda, UICC/ILRI, 5-9 December 1994, www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x573B/ (On-line edition).

Martinat-Botté F., Reaud G., Madec F., Costiou P. et Terqui M., 1998. Echographie et reproduction chez la truie : Bases et applications pratiques. Roussel Vet Hoêsch., Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, France, 104 p.

Martinet J. et Houdebine L. M., 1993. Glande mammaire, mammogenèse, facteurs de croissance, lactogenèse. In : Biologie de la lactation de Martinet J. et Houdebine. Les éditions INSERM et INRA éditions, pp 3-29.

Mbayahaga J., Mandiki S. N. M., Bister J. L., Paquay R., Bangirinama L. et Branckaert R., 1994. Production et composition du lait de la chèvre locale burundaise et croissance des jeunes au pis. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 47 (4) : 405-410.

McDowell L. R., Ellis G. L. et Conrad J. H., 1984. Supplémentation en sels minéraux pour le bétail élevé sur pâture sous les tropiques. *Revue Mondiale de Zootechnie*, 52 : 2-12.

McDowell L.R., 1992. Minerals in animal and human nutrition. San Diego, USA, Academic Press, 517 p.

MED (Ministère de l'Economie et du Développement), 2004. Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté, Burkina Faso, 131 p.

Meschy F., 2002. Eléments minéraux majeurs : données récentes chez les caprins. *INRA Prod. Anim.* 15 (4) : 267-271.

Meyer C. et Denis J. P. ed. Sci., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Montpellier, France, 314 p. (collection Technique).

Meyer C., 1998. La reproduction des bovins en zone tropicale, 2^e version : Le cas des taurins N'dama et Baoulé. Cours de DESS de productions animales en régions chaudes, Cirad-emvt, Montpellier, France, 210 p.

Michel M. C., 1977. Les profils métaboliques chez les bovins. *In* : Profils métaboliques en médecine vétérinaire et en médecine humaine. Table ronde N° 10, Cottureau P., Gleize J., Magat A., Michej M. C., Mouthon G. Perrier J. M. et Wolter R., p. 878-885.

Michel M. C., 1980. Utilisation des profils métaboliques dans l'élevage bovin : quelques résultats statistiques obtenus de 1975 à 1980. *Bull. Techn. C.R.Z.V.Theiz*, 41 : 23-31.

Missohou A., Ba A. C., Dieye P. N., Bah H., Lo A. et Guye S., 2000. Ressources génétiques caprines d'Afrique de l'Ouest : système de production et caractères ethniques. *In* : 7^e Conférence internationale sur les caprins, Recueil des communications, INRA, 15-18 mai 2000, Tours, France, p.932-935.

Morand-Fehr P., Sauvant D. et Brun-Bellut J., 1987. Recommandations alimentaires pour les caprins. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 70 : 213-222.

Morand-Fehr P. et Sauvant D., 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.*, 63 : 1671-1680.

Morand-Fehr P., 1992. Intérêt d'évaluer l'état corporel des chèvres dans les milieux peu maîtrisés. *Capricorne*, 5 (2) : 9-14.

Morand-Fehr P., Bas, P., Blanchart G., Daccord R., Giger-Reverdin S., Gihad E.A., Hadjipanayiotou M., Mowlem A., Remeuf F. et Sauvant D. 1991. Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. *In* : Goat Nutrition (P. Morand-Fehr, ed), p. 209-224. Pudoc, Wageningen, Pays-Bas.

Moujahed N., 1999. Effets des blocs multinutritionnels et du polyéthylène glycol 4000 sur les fermentations ruminales et les performances d'ovins nourris à base d'*Acacia cyanophylla* Lindl. Thèse de doctorat d'Etat de l'INAT, Tunisie, 206 p.

Moujahed N., Kayouli C., Thewis A., Beckers Y. et Rezgui S., 2000. Effects of multinutrient blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and digestion by sheep fed *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets. *Animal Feed Science and Technology* 88, 219-238.

Moujahed N., Kayouli C. et Raach-Moujahed Aziza, 2003a. La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants (Revue). 1- Principes de base et aspects pratiques, *Livestock Research for Rural Development*, 15 (3). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/1/alex141.htm> (Online edition).

Moujahed N., Kayouli C. et Raach-Moujahed Aziza, 2003b. La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants (Revue) : 2- Effets sur

l'ingestion, la digestion et les performances animales. *Livestock Research for Rural Development*, 15 (3). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/1/alex141.htm> (Online edition).

Moulin C. H., 1993. Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique Sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la communauté rurale de Ndiagne (Sénégal), Thèse de l'INA, ENSA/Dijon, France, 248 p.

Moulin C. H., Duval M., Faugère O. et Faugère B., 1990. Les pratiques d'élevage et leurs effets sur les performances des petits ruminants dans la communauté rurale de Kaymor (Sénégal). Document de travail du programme pathologie et productivité des petits ruminants, ISRA/Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires/CIRAD/IEMVT, Montpellier, 116 p.

Moulin C. H., Faugère O. et Faugère B., 1994. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. III. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de Kaymor (Sine- Saloum, Sénégal). *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 47 (2) : 223-234.

M.R.A., 1997. Synthèse de la note d'orientation du plan d'action de la politique de développement du secteur élevage au Burkina Faso. Document de synthèse, Ministère des Ressources Animales (MRA), Ouagadougou, Burkina Faso, 6 p.

M.R.A. (Ministère des Ressources Animales), 2002. Politique sectorielle en matière de lutte contre la pauvreté. Exposé introductif à la conférence donnée par monsieur le ministre des ressources animales à la 5^e édition du Forum national de la recherche scientifique et des innovations technologiques (FRSIT), Ouagadougou, Burkina Faso, 10 p. (p38-39 des actes du FRSIT, Tome1, intitulé les "Manifestations").

M.R.A., 2004. Deuxième enquête Nationale sur les effectifs du Cheptel, Tome II, Résultats et Analyses. Ministère des Ressources Animales (MRA), Ouagadougou, Burkina Faso, 85 p.

Mtisi J., 1979. Les boeufs : entretien et rendement. In: *Intermediate Technology Bulletin*, n° 304.

Nanglem N. S., 2001. Evaluation de la production de biomasse ligneuse accessible aux caprins. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du Développement rural (IDR), université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 97 p.

Ndiaye M., Tillard E., Faye B., Lancelot R., Akakpo A. J. et Richard D., 2000. Relations entre performances de reproduction, statuts maternels physiologiques, infectieux et nutritionnels des chèvres des régions sahéliennes et soudaniennes du Sénégal. Communication présentée au symposium technique T1 intitulé « Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique », Montpellier, Ed. Bernard Faye, Cirad-emvt, p. 175-197.

Nguyen Thi Hong Nhan, 1998. Utilisation of some forages as a protein source for growing goats by smallholder farmers. *Livestock Research for Rural Development*, The international journal for research into sustainable developing world agriculture, 10 (3). www.fao.org/ag/aga/agap/frg/FEED/back/Irrd/Irrd10/3/nhan2.htm.

- Nianogo J. A. et Ilboudo C. P., 1993.** Effect of energy level on milk production by Mossi ewes and Sahelian does. *In: Proceeding of the second Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network.* Arhusa, Tanzani, 7-11 December 1992. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi (Kenya), p. 197-201.
- Nianogo J. A. et Somda J., 1999.** Diversification et intégration interspécifique dans les élevages ruraux au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 3 (3) : 133-139.
- Nianogo J. A., Bougouma-Yaméogo V. et Cordesse R., 1997a.** Ingestibilité et digestibilité de deux fourrages tropicaux distribués en l'état, traités à l'urée ou complémentés en matières azotées. *Ann. Zootech.*, 46 : 439-449.
- Nianogo J. A., Nassa S., Soma L. et Sanon H. O., 1997b.** Influence de la complémentation et du mode de conduite sur la croissance des agneaux Mossi en saison pluvieuse. *Bull. Anim. HLth. Prod. Afri.*, 45 : 241-249.
- Niaré T., 1994.** Performance de reproduction et accroissement numérique du cheptel ovin dans deux noyaux d'élevage traditionnel en zone soudano-sahélienne au Mali. *Proceeding of the third biennial conference of the African small Ruminant Reaserch Network.* UICC, Kampala, Uganda, 5-9 décembre 1994, p. 265-271.
- Niaré T., 1995.** Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 48 (2) : 195-202.
- Njoya A. et Awa N. D., 1994.** Evolution de la note d'état corporel et de quelques paramètres biochimiques des agnelles foubés à différents stades physiologiques au Nord-Cameroun. . *In : Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants : Cameroun, Niger, Tchad.* Niamey, Niger, 7 au 12 février 1994. CIRAD-EMVT, pp. 71-82.
- Njoya A., Awa N. D. et Bouchel D., 1997.** Influence de la complémentation et de la prophylaxie sur la viabilité des ovins Foulbé au Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 50 (3) : 227-233.
- Nyarko-Badohu D. K., Kayouli C., Ba A. A. et Aziza G., 1993a.** Valorisation des pailles de céréales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie : 1. Traitement aux alcalis (ammoniac/urée) et 2. Complémentation par des blocs mélasse-urée. *In : Tisserand J. L. ((ed), les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne.* CIHEaM, *Options Méditerranéenne, Série Etudes et Recherches*, 6 : 129-141.
- Nyarko-Badohu D. K., Kayouli C., Ba A. A. et Gasmi A., 1993b.** Valorisation of cereal straws in the feeding of sheeps in the North of Tunisia, p. 172-184. *In: G. Tingshuang (ed.). Increasing livestock production through utilisation of local resources.* Proceedings of the International Conference on Animal Production with Local Resources, October 1993, 18-22, Beijing, China, pp 172-184. FAO, CECAT.
- Odeyinka S. M., Oyedele O. J. et Olubunmi P. A., 2003.** The performances of African Dwarf goats on soybean milk residue, cowpea seed waste and corn starch residue. *Livestock Research for Rural Development*, 15 (3).

Ouédraogo C. H., 1998. Influence de la pâture sur la dynamique de la végétation et l'évolution pondérale chez les petits ruminants. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du Développement rural (IDR), université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 88 p.

Ouédraogo C. L., Nassa S et Nianogo A. J., 1995. Contraintes liées à l'utilisation des pailles de céréales dans l'alimentation des ruminants. In : Actes du séminaire sur la transformation et l'utilisation industrielle du sorgho et céréales assimilées en Afrique, OUA/CSTR-SAFGRAD, 22-26 novembre 1993, Ouagadougou, Burkina Faso, p 189-195.

Ouédraogo T. et Gnanda B. I., 2000. Impact des interventions du PGRN-SY sur la productivité du bétail dans le Seno et le Yagha : situation de référence sur les activités d'embouche et de production laitière. Rapport définitif, Département Productions Animales, Dori, Burkina Faso, 50 p.

Ouédraogo T., 1991. Les systèmes de production dans le Sahel Burkinabé. Rapport final, INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 67 p.

Ouédraogo T., Bougouma-Yaméogo V. M. C., Bama S. et Ouédraogo H., 2005a. Mise au point de blocs multinutritionnels à base d'ingrédients locaux : utilisation par les ruminants. *Revue Etudes et recherches sahéliennes*, N° 12 : 65-78.

Ouédraogo T., Somda J. et Kiema A., 2005b. Caractéristiques socio-économiques des agro éleveurs dans la zone d'intervention du Projet de développement de l'élevage dans le Soum, phase II (PDES II) : situation de référence (typologie, performances et indicateurs de suivi-évaluation d'impacts). Rapport d'étude, PDES II/INERA/Département productions animales, Ouagadougou, Burkina Faso, 38 p.

Ouédraogo Z., 1990. Aptitudes de la chèvre du Sahel burkinabé à la production laitière. Influence du rang de mise bas, de l'alimentation et de la saison. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du Développement rural (IDR), Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 139 p.

Ouédraogo/Lompo Z., Sawadogo L. et Nianogo J. A., 2000. Influence du taux de graines de coton dans la ration sur la production et la composition du lait chez la chèvre du Sahel burkinabé. *Tropicultura*, 18 (1) : 32-36.

Peters J. K., 1999. Élevage et sécurité alimentaire : Quelles conséquences pour l'environnement ? *Agriculture+développement rural* 1/99, p 41-46.

Peyre de Fabregues B., 1984. Quel avenir pour l'élevage au Sahel ? *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (4) : 500-508.

Poissonnet J., Sanon H. O. et Kiema A., 1997. Etude des potentialités d'un terroir comme base de réflexion pour la gestion des ressources naturelles renouvelables dans une option de développement villageois. Rapport final R/D 4 du 7^e FED, Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso, 46 p.

Pouya F., 1989. Digestibilité in vivo de quelques résidus de récoltes chez les caprins : (i) influence du niveau d'offre sur la digestibilité des résidus de récoltes ; (ii) effet de la complémentation et du traitement à l'urée. Mémoire d'ingénieur des techniques du développement rural, Institut du Développement Rural (IDR), Ouagadougou, Burkina Faso, 55 p.

Prasad C. et Gowda N., 2005. Importance of trace minerals and relevance of their supplementation in tropical animal feeding system: A review. *Indian Journal of Animal Sciences*, 75 (1): 92-100.

Preston T. R., 1986. Better utilisation of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines 2: practical manual for research workers. FAO animal production health paper 50/2: Rome 184 p.

Quirin R., Leal T. M. et Guimarages F. C., 1993. Epidémiologie descriptive des avortements caprins en élevage traditionnel du Nord Est brésilien. Enquêtes rétrospectives de carrières de femelles. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 46 (3) : 495-502.

Rekik M. et Gharbi M., 1999. Réponse des races ovines locales en Tunisie à la reproduction en âge précoce. *Tropicultura*, 16-17 (2) : 64-69.

Remesy C., Chilliard Y., Aroeira L. Mazur A., Fafournoux P. et Demigne C., 1984. Le métabolisme des lipides et ses déviations chez le ruminant durant la gestation et la lactation. *Bull. techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.*, (55), 52 p.

Richard D., Guérin H., Friot D. et Mbaye N., 1990. Teneurs en énergie brute et digestible de fourrages disponibles en zone tropicale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (2) : 225-231.

Rivière R. 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'élevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux, Ministère de la coopération et du développement, Paris, France, 521 p. (Collection Manuel et précis d'élevage).

Rouel J., Bocquier F. et Chilliard Y., 2000. Effet de la nature de la ration de base et de la complémentation sur les performances de la chèvre laitière. In : 7th International conference on goats. Paris, France, 15-21 mai 2000, INRA, p.142-144.

Rouissi H., Naziha Atti, Mahouachi M. et Rekik B., 2006. Effet de la complémentation azotée sur les performances zootechniques de la chèvre locale. *Tropicultura*, 24 (2) : 111-114.

Rousselot M. C., 1997. Maîtrise et amélioration de la qualité nutritionnelle du lait de chèvre par l'alimentation. In : Acte du colloque « le lait de chèvre, un atout pour la santé ». Niort, France, 9 novembre 1996. Ed. INRA, France. Editeurs : Institut Technique des Produits Laitiers Caprins (ITPLC), Institut National de Recherche Agronomique (INRA), Station Régionale de Pathologie Caprine (SRPC), Centre Régional de Documentation Caprine (CRDC-ENILA). Freund G., éditeur scientifique, p. 10-21.

Sansoucy R., 1992. Systèmes d'alimentation basés sur les résidus de récolte de céréales et les sous-produits agro-industriels fibreux. In : Tisserand J. L. ((ed), les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne. CIHEAM, *Options Méditerranéenne, Série Etudes et Recherches*, 6 : 181-190.

Sanfo R., 1998. Étude sur les caractéristiques morpho-biométriques et la productivité de la chèvre du Sahel Burkinabé. Thèse (M.Sc), IMTA, Ambourg, Belgique, n°67, 57 p.

Sanou S., 1996. Étude des sols et de leurs potentialités pastorales au Sahel burkinabé : cas de la zone de Katchari. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option agronomie, IDR/VO, Burkina Faso, 90 p.

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

Savadogo K. 1997. La pauvreté au Burkina Faso: une analyse critique des politiques et des stratégies d'intervention locales. (Document de travail ECDPM numéro 51). Maastricht : ECDPM.

Savadogo M., 2000. Crop residue management in relation to sustainable land use. A case study in Burkina Faso. Dissertation thesis, PhD. Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 159 p.

Savadogo M., Zemelink G., Van Keulen H. et Nianogo A. J., 1999. Contribution of crop residues to ruminant feeding in different agroecological zones of Burkina Faso. *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 52 (3-4) : 255-262.

Savory A., 1986. Holistic resources management. Covele, California, Document de travail, p. 11-20.

Sawadogo L. L., Zoundi S. J. et Nianogo J. A., 1995. Analyse de quelques caractéristiques du milieu ruminal d'ovins alimentés sur parcours naturel : incidence d'une complémentation azotée sur le niveau de N-NH₃ et pH. *Agronomie Africaine* VII (1) : 34-41.

Sedogo E., 1999. Effet de l'utilisation des gousses de *Acacia raddiana* et du mode de conduite en pré-sevrage sur la croissance des agneaux. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option élevage, Institut du développement rural (IDR), Université polytechnique de Bobo (UPB), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 55 p.

Silva F., Nunes A. E. D., Simplicio J. F. et Rieira S. G., 1984. L'influence de la saison sur les caractéristiques de reproduction de la chèvre du Brésil. *In* : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (F. W. I.), 8-10 juin 1983. Ed. INRA Publ., 1984, (Les colloques de l'INRA, n°20), pp 327-337.

Soubeiga W. J. P., 2000. Étude technico-économique comparée de cinq rations d'embouche à base de gousses d'*Acacia raddiana* Savi. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, option élevage, IDR/UPB, Burkina Faso, 57 p.

Sraïri M. T., 1998. Alimentation de brebis allaitantes avec des rations à base de paille : effet du complément azoté. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 51 (1) : 47-54.

Steinfeld H., Haan D. C. et Blackburn H., 1997. Interaction entre l'élevage et l'environnement. Problématique et propositions. Rome, FAO, 56 p.

Taïta P., 2003. Caractéristiques de la végétation ligneuse de la Réserve de Biosphère de la Mare aux hippopotames. *Etudes et recherches sahéliennes*, n° 8-9 : 24-30.

Tamboura H. et Abou F., 1992. Utilisation des blocs de mélasse-urée pour la valorisation des pailles de riz dans l'alimentation des moutons en pays tropicaux sahéliens. *Bull. Anim. Prod. Afr.*, 40 : 25-31.

Tamboura H. et Berté D., 1996. Système traditionnel d'élevage caprin sur le plateau central du Burkina Faso : *In* : « Proceeding of the third biennial conference of the African small ruminant reproduction ». Niamey, Niger, International livestock Research Institute (ILRI), p. 285-289.

Tamboura H. H., Gnanda I. B., Samandougou Y., Traoré A. et Kaboré A., 2005. Les exploitations laitières candidates au programme d'amélioration génétique du PDES II : I. Caractéristiques socio-économiques et techniques. II. Typologie des élevages. Rapport d'études, Projet de développement de l'élevage dans le Soum, phase II (PDES II), Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), Département productions animales (DPA), Ouagadougou, Burkina Faso, 50 p.

Tamboura H., Sawadago L. et Wereme A., 1998. Caractéristiques temporelles et endocriniennes de la puberté et du cycle oestral chez la chèvre locale "Mossi" du Burkina Faso. *Biotechnol Agron. Soc. Environ.*, 2 (1) : 85-91.

Tamboura H. H., Sawadogo L. L., Tahiri-Zagret C., Bogore A. D. E., 2000. Cycle oestral et anoestrus post-partum chez la chèvre naine Mossi du Burkina [Estrus cycle and post-partum anestrus of Burkina indigenous Mossi dwarf goat]. *In*: 7^e conférence internationale sur la chèvre, Tours et Poitiers, France, 15-21 mai 2000, INRA IGA, Institut de l'Elevage. P 454-455.

Tamboura T., Bibé B., Babile R. et Petit J. P., 1982. Résultats expérimentaux sur le croisement entre races locales et races laitières améliorées au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 35 (4) : 401-412.

Tangana T., Doumbia M., Ba S. S. B., Kibe T. et Diallo C. F. M., 1992. Synthèse des résultats de suivi et des essais zootechniques chez les petits ruminants effectués par le volet recherche du projet sectoriel d'élevage au Mali. *In* : Small ruminant research and development in Africa, proceeding of the first biennial conference of the Africa Small Ruminant Research Network, ILCA/ILRI, Nairobi, Kenya, 10-14 December 1990, www.ilri.cgiar.iprg/Infoserv/.

Tartour G. 1975. Copper statut in livestock, pasture and soil in Western Sudan. *Trop; Anim. Hlth Prod.*, 7 : 87-94.

Tedonkeng Famo E. et Tankou C. M., 2000. Etude comparée des performances pondérales des chèvres naines de Guinée supplémentées au *Calliandra calothyrsus* ou au tourteau de coton dans l'Ouest Cameroun. *In* : 7^e Conférence internationale sur les caprins, 15-18 mai 2000 à Tours et 19-21 à Poitiers, France, INRA, pp. 133-135.

Tekelye B., Kasali O. B. et Tsion A., 1991. Reproductive problems in crossbred cattle in central Ethiopia. *Animal. Reproduction Science*, 26: 41-49.

Tezenas du Montcel L., 1991. Capacité de charge en saison sèche d'un parcours en zone Nord soudanienne : cas d'une utilisation des petits ruminants. In : Actes du IV^{ème} Congrès international des terres de parcours, 22-26 avril à Montpellier, France, volume I, p. 663-667.

Tezenas du Montcel L., 1994. Les ressources fourragères et l'alimentation des ruminants domestiques en zone sud-sahélienne (Burkina Faso, Yatenga). Effets des pratiques de conduite. Thèse de titre de Docteur en Sciences, spécialité : science de la vie, université de Paris XI Orsay. Paris, France, 262 p.

Thébaud B., 1998. Etude de l'économie des ménages dans les régions de Gorgadji et de Dori-Ouest : résultats des enquêtes de réflexions sur la notion de viabilité en milieu agropastoral dans la zone de concentration du PSB/GTZ. Rapport d'étude, ministère de l'environnement et de l'eau, SP/CONAGESE, projet PSB/GTZ, Dori, Burkina Faso, 83 p.

Thimonier J., Pelletier J. et Ortavant R., 1984. Photopériode et reproduction : bases physiologiques. In : La reproduction chez les ovins et caprins, ITOVIC-SPIOC, Paris, p. 62-78.

Thivend P., Fonty G., Jouany J. P., Durand M., Gouet P., 1985. Le fermenteur rumen. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 25 (4 B) : 728-753.

Tiemtoré S., 2004. Problématique de la mobilisation et de la maîtrise de l'eau pour la promotion de l'élevage dans un contexte sahélien. Communication orale présentée à la première table ronde du FRSIT 2004 sur le thème « Recherche scientifique et technologique : problématique de l'eau pour un développement durable » tenu à Ouagadougou, Burkina Faso, du 29 mai au 5 juin 2004, FRSIT, 11 p.

Tiendrébéogo J.P., 1993. Embouche ovine améliorée : étude comparée de différentes rations alimentaires à forte proportion de fourrages naturels locaux. *Rev. Sci. et Tech.*, 20 (2) : 68-78.

Tisserand J. I. et Masson C., 1989. Aptitudes digestives comparées des ovins et des caprins pour valoriser les ressources fourragères locales (fourrages et sous-produits utilisés en zone méditerranéenne). In : Agriculture : programme de recherche Agrimed portant sur "Evaluation des ovins et des caprins méditerranéens", recueil de communication, 23 au 25 septembre 1987 à Ponte Boa, Portugal, Commission des communautés européennes, p.170-179.

Torre C., Casals R., Paramio M. T. et Ferret A., 1991. The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring. *Options méditerr. Sér. Sér.*, 13 : 85-90.

Toukoui Y., Banoïn M., Yenikoye A., Marichatou H. et Hassane M., 1994. Etude des variations saisonnières du comportement d'oestrus, de l'ovulation de la LH et de la progestérone et du moment de l'ovulation sur oestrus induit et oestrus naturel chez les brebis Touareg et les brebis Peules Blanches au Niger. In : Bourzat : Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants-Cameroun, Niger, Tchad. Niamey, Niger, 7 au 12 février 1994. CIRAD-EMVT, pp 19-30.

Touré G., Meyer C., Tanoh K. G. et Siriki D. T., 1995. Profil de la progestérone chez la brebis Djallonké durant le cycle oestral. *Agronomie Africaine*, VII (1) : 59-64.

Tourrand J. F. et Landais E., 1996. Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal. *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 49 (2) : 168-173.

Toutain B. et Lhoste P., 1978. Essai d'estimation du coefficient d'utilisation de la biomasse herbacée par le bétail dans un périmètre sahélien. *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 31 (1) : 95-101.

Toutain B., 1987. Les pâturages sahéliens de l'Afrique de l'Ouest. Extrait des Atlas "Élevage et potentialités pastorales sahéliennes, fascicule Burkina Faso", Maison Alfort, France, IEMVT, p 65-77.

Traoré A., Tamboura H. H., Bayala B. Rouamba D. W., Yaméogo N. et Sanou M., 2004. Prévalence globale des pathologies majeures liées à la production laitière bovine en système d'élevage intra-urbain à Hamdallaye (Ouagadougou). *Biotechnol Agron. Soc. Environ*, 8 (1) : 3-8.

Tyc J., 1992. Diagnostic et recommandations en matière d'exploitation et de commercialisation du bétail et de viande dans les provinces du Séno et de l'Oudalan. Rapport d'étude, PSB/UNSO, Ouagadougou, Burkina Faso, 64 p.

Vaccaro L., 1992. L'utilisation de bétail à fins multiples. In : Actes du séminaire sur l'intériorisation de l'élevage à l'agriculture en réponse à la pression démographique croissante sur les ressources naturelles, tenu du 11 au 14 juillet 1989 à l'Ile Maurice, Centre technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), Convention de Lomé ACP-CEE, Wageningen-Ede, Pays Bas, p. 97-109.

Vega R., 2002. Effets de la fauche sur la dynamique annuelle et la productivité des pâturages sahéliens. Travail de diplôme, Institut d'écologie, Université de lausanne, 56 p.

Vérité R. et Peyraud J. L. 1988. Nutrition azotée In : Alimentation des bovins, ovins et caprins (Jarrige, 1988). Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, France, pp 74-93.

Vérité R., Durand M. et Jouany J. P., 1986. Influence des facteurs alimentaires sur la protéosynthèse microbienne dans le rumen. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 26 (1B) : 181-201.

Waelti P., Koné I., Barry A., Diarra M. et Niangado O., 2003 a. Production laitière des petits ruminants, lutte contre la malnutrition et diversification des revenus dans la commune de Cinzana (Mali). *Etudes et recherches scientifiques*, 8-9 : 117-125.

Waelti P., Koné I., Ducommun G., Schneider F. et Niangado O., 2003 b. Contribution de l'élevage caprin au revenu des exploitations de la commune de Cinzana (Mali). Note technique, Institut d'Economie Rurale (IER)/Haute Ecole Suisse d'Agronomie (HESA), Bamako, Mali, 1 p.

Wilson R. T., 1986. Systèmes de production des petits ruminants en Afrique. In : Actes de l'atelier "Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale", tenu du 2 au 8 février 1986 à Mbour, Institut sénégalais de recherches agricoles (Dakar), Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, Maison Alfort, France, p. 61-98.

Wilson R. T., 1988. La conduite du troupeau. In : La production animale au Mali central : études à long terme sur les bovins et les petits ruminants dans le système agropastoral, Rapport de recherche, Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA), Addis-Abeba, Ethiopie, p.23-36.

Wilson R. T., 1991. Small ruminant production and small ruminant genetic resource in tropical Africa. Animal production and health paper n°88, FAO, Rome, p 38-148.

Wilson T. R., Partners B., Umberleigh et Devon N., 1992. Petits ruminants : production et ressources génétiques en Afrique tropicale. Etude FAO production et santé animales 88. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie, pp. 25-36.

Wolter R., 1992. Alimentation de la vache laitière. Editions France Agricole, 223 p.

Yahaya A., 1999. Facteurs impliqués dans les avortements et infertilité des femelles ovines et caprines. Diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes, Synthèse bibliographique. Cirad-emvt / Ecole nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France. 24 p. + annexes.

Yaméogo-Bougouma V., Cordesse R., Arnaud A. et Inesta M., 1993. Identification de l'origine des uréases impliquées dans le traitement de la paille de blé et caractérisation de la flore microbienne présente. *Ann Zootech*, 42 : 39-47.

Yenikoye A. et Marichatou H., 1993. Productivité et activité ovarienne de la brebis Peul dans les systèmes d'élevage traditionnel au Niger. Joint FAO/IAEA Division of nuclear techniques in food agriculture. IAEA-TEC DOC-708, pp 133-142.

Yenikoye A., 1984. Variations annuelles du comportement d'oestrus, du taux et des possibilités d'ovulation chez la brebis Peul du Niger. *Reprod. Nutr. Dev.* 24 ; 11-19.

Yenikoye A., 2000. Qualité et stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction des ovins au Sahel. In : Symposium technique T1 : "Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique. Cirad-emvt, 20 mai 2000 à Poitiers, pp 285-296.

Yoni T., 1989. Influence du taux de concentré sur la production laitière des brebis Mossi. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur des techniques de développement rural. Institut de développement rural, université de Ouagadougou, Burkina Faso, 89 p.

Yung J. M. et Bosc P. M., 1992. Défis, recherches et innovations au Sahel. *In* : Le développement agricole au Sahel Tome IV, Cirad-emvt, Collection « Documents Systèmes Agraires » N°17, pp.143-150.

Zeller M., 1999. Le rôle des services financiers ruraux dans le recul de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté. *Agriculture + développement rural* 2/99, pp. 29-34.

Zio D., 2005. Analyse des facteurs déterminant les résultats sur la production laitière et les croisements du programme d'amélioration génétique du Projet de Soutien à la Diffusion du Zébu Azawak (PSDZA) : Cas de Yalgo en zone Sub- Sahélienne et Dori en zone Sahélienne. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur du développement rural (IDR), Université polytechnique de Bobo, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 97 p.

Zoundi S. J., 1994. Complémentation stratégique et croissance compensatrice chez des ovins évoluant sur parcours naturel. Thèse de troisième cycle en Sciences biologiques Appliquées option Biologie animale, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 137 p.

Zoundi S. J., 2005. Système d'alimentation des ruminants au sein des exploitations mixtes agriculture-élevage du plateau Central du Burkina Faso. Thèse de Doctorat ès Science des Sciences biologiques appliquées, option Biologie animale, UFR, Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou, 186 p.

Zoundi S. J., Nianogo A.J. et Sawadogo L., 1996. Utilisation de gousses de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst. Et de feuilles de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. En combinaison avec l'urée pour l'engraissement des moutons Djallonké type Mossi et du Sud au Burkina. *Tropicultura* 14 (4) : 149-152.

Zoundi S. J., Nianogo J. A. et Sawadogo L., 2003a. 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 Faso. *Agronomie africaine*, 15 (2) : 77-92.

Zoundi S. J., Nianogo J. A. et Sawadogo L., 2004. Fluctuations saisonnières du poids vif d'ovins Djallonké type Mossi du Burkina Faso en relation avec le profil fermentaire. *Agronomie africaine*, 16 (2) : 1-49.

Zoundi S. J., Sawadogo L. et Nianogo J. A., 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.

Zoundi S. J., Sawadogo L., Nianogo J. A. et Gnanda B. I., 2003c. Utilisation des blocs multinutritionnels dans l'alimentation des ruminants : II. Techniques d'utilisation des blocs pour l'engraissement d'ovins. Fiche technique 03/2003/EP/INERA-GRN-SP/CNRST, 2 p.

Zoungrana I., 1991. Recherche sur les aires pâturées du Burkina Faso. Thèse de doctorat d'Etat ès Sciences naturelles. Université de Bordeaux III, France, 284 p.

Zoungrana T D., 2000. Etude comparative de la productivité des ovins et caprins de type sahéliens dans les élevages traditionnels en zones pastorales et agro-pastorales du Sahel burkinabé. Mémoire de Technicien Supérieur d'Elevage Spécialisé (TSES), Ecole Nationale d'Elevage et Santé Animale (ENESA), Ouagadougou, Burkina Faso, 75 p.

Zouré H., traoré K., Zaongo C., Djaby B. et Nianogo A. J., 1995. Introduction à la collecte et à l'analyse des données agricoles. Document de formation, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA)/Département Productions Animales (DPA), Ouagadougou, Burkina Faso, 72 p.



ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête socioéconomique

Nom de la localité : Date de l'enquête :

I- Identification et généralités sur l'enquêté

1.1. Nom de l'enquêté : Appartenance ethnique :
.....

1.2. Age de l'enquêté : Sexe /...../
1 = homme
2 = femme

1.3. Activités de l'enquêtés (par *ordre d'importance*) 1 :
2 :
3 :
4 :
5 :
6 :
7 :

1.4. Position dans l'unité familiale /...../
1 = Chef d'exploitation
2 = Chef de ménage indépendant
3 = Chef de ménage dépendant

1.5. Population de l'unité familiale :
Nombre d'hommes /...../ Nombre de femmes /...../ Nombre d'enfants /...../

1.6. Groupe ethnique /...../
1 = Peul
2 = Mossi
3 = Bella
4 = Gourmantché
5 = Foulce
6 = Rimaïbé
7 = Autres à préciser

1.7. Niveau d'instruction de l'enquêté : /...../

0 = ni lire, ni écrire, analphabète
1 = alphabétisé : école coranique ou langues locales
2 = Simple alphabétisé en français
3 = Niveau primaire
4 = Niveau secondaire
5 = niveau supérieur

II- Mode de tenue de la terre

2.1. Comment l'enquêté a-t-il obtenu la terre qu'il exploite actuellement ? /...../
1 = Propriété par héritage
2 = Location
3 = Prêt
4 = Attribution coutumière
5 = Autres

III- Activités d'élevage

3.1. Effectif du cheptel

3.1.1. Bovins

	Veaux <1 an	Velles < 1 an	Mâles 1-3 ans	Femelles 1-3 ans	Mâles >3 ans	Femelles >3 ans	Animaux de traction
Nombre							
Valeur moyenne d'un animal							

3.1.2. Ovins

	Jeunes avant un an d'âge	Femelles > 1 an	Mâles > 1 an
Nombre			
Valeur moyenne d'un animal			

3.1.3. Caprins

	Jeunes avant un an d'âge	Femelles > 1 an	Mâles > 1 an
Nombre			
Valeur moyenne d'un animal			

3.1.4.

	Asins	Camélins	Equins	Poules	Pintades
Nombre					
Valeur moyenne d'un sujet					

3.2. Constitution de cheptel

3.2.1. Montrez l'enchaînement dans la constitution de cheptel (indiquer par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6)

Bovins :

Ovins :

Caprins :

Camélins :

Asins :

Volailles :

3.3. Type d'habitat pour les animaux

	Bovins	Ovins	Caprins
Habitat couvert (étable, bergerie)			
Enclos à épineux			
Enclos en grillage			

NB : indiquer par une **croix**

3.4. Type de conduite

	PN et retour aux habitations le soir	PN et retour aux habitations plus complémentation	Transhumance de moins de 25 km	Transhumance plus de 25 km (préciser saison)	Transhumance hors du pays (préciser saison)
Bovins					
Ovins					
Caprins					
Camélins					

NB : indiquer par une **croix** ; PN = pâturage naturel

3.5. Pratique de la complémentation

Intrants	Bovins	Ovins	Caprins
Tourteau de coton			
Son de blé			
Graines de coton			
Aliment bétail			
Mélasse			
Pierre à lécher industrielle			
Pierre à lécher locale			
Son local			
Fanes de niébé			
Fanes d'arachide			
Paille de céréales			
Foin			

NB : indiquer par une **croix**

3.6. Pratiques sanitaires

3.6.1. Bovins

Types de soins	Oui/non	Nombre d'animaux concernés
Vaccination		
Déparasitage		
Usage de produits de traitements		
Usage de médecine traditionnelle		

3.6.2. Ovins

Types de soins	Oui/non	Nombre d'animaux concernés
Vaccination		
Déparasitage		
Usage de produits de traitements		
Usage de médecine traditionnelle		

3.6.3. Caprins

Types de soins	Oui/non	Nombre d'animaux concernés
Vaccination		
Déparasitage		
Usage de produits de traitements		
Usage de médecine traditionnelle		

3.7. Objectifs d'élevage

Espèce et leur ordre d'importance (1 à 7)	Naisseur	Embouche	Lait	Peau	Fumier	Force de travail	Besoins financiers	Besoins Alimentaires	Prestige	Oeufs
Bovins										
Ovins										
Caprins										
Camélins										
Anes										
Poules										
Pintades										

NB : indiquer par une **croix**

3.8. Dépenses sur les activités d'élevage au cours des *12 derniers mois*3.8.1. *Aliments et produits vétérinaires*

	Quantités ¹	Montant des dépenses
Tourteau de coton		
Son de blé		
Graines de coton		
Aliment bétail		
Mélasse		
Pierre à lécher industrielle		
Pierre à lécher locale		
Son local		
Fanes de niébé		
Fanes d'arachide		
Paille de céréales		
Foin		
Vaccination		
Déparasitage		
Traitements (antibiotiques ou anti-inflammatoire)		
Autres		

(¹) : indiquer l'unité de mesure (exemple, en kg, en sac, etc.)

3.8.2. *Achat d'autres sujets pour grossir les troupeaux*

Espèce	Nombre	Prix d'achat		Principales raisons
		Moins cher	Plus cher	
Bovins				
Ovins				
Caprins				
Camélins				
Asins				

3.9. Principales destinations de sorties d'animaux au cours des 12 derniers mois

	Abattages ordinaires	Abattages fêtes	Offrande à un hôte	Vente	Dot	Fêtes	Baptême	Troc contre céréales	Troc contre une autre espèce (préciser l'espèce et le nombre)	don
Bovins										
Ovins										
Caprins										
Camélins										
Asins										
Poules										
Pintades										

NB : indiquer par une **croix pour ce qui s'est réellement passé concernant les 12 derniers mois**

3.10. Les sous-produits d'élevage faisant l'objet de vente et les prix unitaires correspondants

	Sous-produits ¹	Prix unitaires		Acheteurs potentiels
		Saison pluvieuse	Saison sèche	
Bovins	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Ovins	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Caprins	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Camélins	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

(1) : *Peau, cuir, lait, beurre, fumier etc., et par ordre d'importance*

3.11. Classer selon la qualité, le fumier des espèces suivantes (mettre 1, 2, 3 et 4)

Espèce	Classification
Bovins	
Ovins	
Caprins	
Volaille	

IV- Elevage et autres activités socio-économiques

4.1. Les principales sources d'entrée d'argent au cours des 12 derniers mois

Produits vendus	Nombre ou quantités (kg, nombre de bottes, de sacs, de litres, de paniers, etc.)	Recettes correspondantes (F Cfa)
Bovins		
Ovins		
Caprins		
Camélins		
Asins		
Poules		
Pintades		
Lait		
Peau		
Cuir		
Mil		
Sorgho		
Niébé		
Arachides		
Petits pois		
Produits maraîchers		
Apports extérieurs (orpaillage, Côte d'Ivoire)		

4.2. Quels usages l'exploitant a-t-il fait de la vente des produits d'élevage, réalisée au cours des 12 derniers mois (Indiquer de 1 à n suivant l'ordre d'importance)

Chapitres	Réponses ¹	Ordre d'importance
Achat de nourriture		
Achat de vêtements		
Achat de bijoux ou de l'or		
Célébration de mariage		
Paiement de dot		
Scolarité des enfants		
Soins de la famille		
Achat de vélo		
Achat de mobylette		
Achat de fourrage (tiges de céréales, fanes, etc.) pour les animaux		
Achat d'aliments concentrés (SPAI) pour les animaux		
Achat de produits vétérinaires		
Rachat d'animaux		
Achat d'engrais		
Achat de produits phytosanitaires		
Achat de semences		
Achat de matériel agricole (charrettes, charrues, etc.)		
Autres (à préciser)		

⁽¹⁾ : indiquer par **une croix** les chapitres concernés

Annexe 2 : Quelques planches relatives aux différentes activités de recherche



Annexe 2.1. Chèvres du Sahel sur parcours de saison sèche



Annexe 2.2. Chèvres du Sahel sur parcours de saison pluvieuse



Annexe 2.3. Administration d'une dose d'ocytocine par le technicien



Annexe 2.4. Chevreaux issus de la synchronisation des chaleurs des mères par "effet bouc"



Annexe 2.5. Opération de moulage de blocs multivitaminés



Annexe 2.6. Pratique de la traite de lait par le berger en milieu paysan