

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

**Faculté des Sciences
et Techniques**



**Ecole Inter-Etats
des Sciences et Médecine
Vétérinaires (EISMV)**



Année 2012

N° :12

**Effets de la supplémentation de la méthionine et des
antioxydants sur la production laitière chez les Chèvres du
Sahel au Sénégal**

**MEMOIRE DE DIPLOME DE MASTER EN PRODUCTIONS ANIMALES ET
DEVELOPPEMENT DURABLE (PADD)**

Spécialité: Ingénierie des Productions Animales

Présenté et soutenu publiquement le 02 juin 2012 à 11h à l'Ecole Inter-Etats
des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (Sénégal)

Par **Grégoire NAHIMANA**

Né le 28 Décembre 1975 à Gatobo-Burambi (Burundi)

MEMBRES DU JURY:

PRESIDENT :

M. Louis Joseph PANGUI

Professeur à l'EISMV de DAKAR

MEMBRES :

M. Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de DAKAR

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur à la FST de l'UCAD

M. Serge Niangoran BAKOU

Professeur à l'EISMV de DAKAR

M. Ayao MISSOHOU

Professeur à l'EISMV de Dakar

Directeur de Recherche

DEDICACES

A Dieu Tout Puissant et Miséricordieux, pour ses bienfaits infinis ;

A la mémoire de ma défunte mère, que son âme repose en paix ;

Aux membres qui, chacun à sa manière, ont soutenu mes efforts ;

A ma chère épouse, NDUWAYEZU Jeannette, pour sa patience sa persévérance, son courage et sa compréhension qui l'ont caractérisé puis que nous nous sommes connus ;

A mes enfants ITERITEKA Bruce Pascy et INGABIRE Guy d'Or, que le Seigneur soit leur Guide ;

Je dédie ce modeste travail.

REMERCIEMENTS

A travers chaque ligne de ce modeste travail, mes remerciements vont à l'endroit :

De l'Ambassade du Royaume de Belgique à Bujumbura qui, par le biais de la **Coopération Technique Belge (CTB)**, m'a octroyé la bourse.

De la **Coopération Technique Belge** basée à Dakar pour l'accueil chaleureux et la ponctualité au paiement de la bourse.

De l'**Université du Burundi** pour m'avoir donné l'autorisation de bénéficier de cette formation.

Du Directeur Général de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV), le **Professeur Louis Joseph PANGUI** qui, à travers sa mission au Burundi, a démontré l'estime de l'Ecole tant en Afrique que partout ailleurs dans le monde. Le présent travail est le fruit de votre descente.

Du **Professeur Ayao MISSOHOU**, Enseignant-chercheur et chef du service Zootechnie-Alimentation à l'EISMV de Dakar pour avoir bien voulu accepter l'encadrement de ce travail avec rigueur scientifique.

Du **Docteur Simplicie AYSSIWEDE**, Enseignant-chercheur au service de Zootechnie-Alimentation à l'EISMV pour son encadrement, sa disponibilité et surtout pour ses utiles conseils quotidiens durant toute la période de stage.

De **tous les enseignants** et de **tout le personnel** de l'EISMV pour leur franche collaboration.

De **Monsieur Bocar HANE**, Technicien du Laboratoire d'Analyse et de Nutrition Animale (LANA), toute ma reconnaissance et mes remerciements pour sa disponibilité au cours de mes analyses au laboratoire.

De **toute la communauté burundaise vivant à Dakar**.

Enfin, de tous **mes promotionnaires du Master II en Productions Animales et Développement Durable (PA2D)** pour la parfaite entente.

HOMMAGES A NOS MAITRES ET JUGES

**A notre Maître et Président de jury, Monsieur Louis Joseph PANGUI
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Vous nous faites un grand honneur, malgré vos obligations d'accepter de présider notre jury de mémoire. Veuillez accepter nos hommages respectueux.

**A notre Maître et juge, Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE
Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques (UC de Dakar**

Nous sommes très reconnaissants à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans ce jury. Vos inestimables qualités d'homme de science seront toujours gravées dans notre mémoire. Veuillez trouver ici l'assurance de notre sincère gratitude.

**A notre Maître et juge, Monsieur Germain SAWADOGO
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Votre rigueur, et surtout la clarté de votre enseignement nous seront d'une importance capitale. Vos inestimables qualités d'homme de science seront toujours gravées dans notre mémoire. Veuillez trouver ici l'assurance de notre sincère gratitude.

**A notre Maître et juge, Monsieur Serge Niangoran BAKOU
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Nous sommes très sensible à cet honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans ce jury. Vos énormes qualités d'homme de science suscitent respect et admiration. Veuillez croire en notre très haute et profonde considération.

**A notre Maître, juge et directeur de recherche, Monsieur Ayao MISSOHOU
Professeur à L'EISMV de DAKAR**

Vous n'avez pas voulu tourner le dos à nos préoccupations, cela a été un réel plaisir pour nous de vous approcher et de travailler avec vous sans crainte d'être laissé pour compte. Vos qualités humaines, votre disponibilité, votre rigueur et votre passion pour la recherche bien menée nous ont beaucoup fascinées. Recevez ici toute notre profonde gratitude et nos hommages respectueux.

RESUME

Dans le but de tester les effets de la supplémentation de la méthionine et des antioxydants sur la production laitière chez les Chèvres du Sahel au Sénégal, 53 chèvres (2,5 ans en moyenne) choisies après échographie et 15 boucs ont été achetés en juin 2011. Les chèvres ont été synchronisées et mises à x mâles. Ils étaient conduits au pâturage naturel et complétés de retour par des tourteaux d'arachides et du son de blé jusqu'à la mise-bas. A la mise-bas, 12 femelles ont été réparties en deux lots et nourries à volonté par la paille de brousse et avec 175 g de compléments contenant un complexe antioxydant-méthionine (lot 2 ou lot supplémenté) ou non (lot 1 ou témoin). La répartition en lots tenait compte de leur note d'état corporel, du poids de la mère et des chevreaux ainsi que leur nombre. Chaque semaine à la veille du contrôle laitier, les chevreaux étaient séparés de leurs mères et le lendemain, les chèvres étaient traitées manuellement et pesées de même que les petits. Un échantillon de lait était prélevé pour analyses physico-chimiques selon une adaptation de la norme AFNOR. La note d'état corporel était déterminée en utilisant la méthode proposée par Morand-Fehr (1992).

Le pic de lactation a été atteint à la 2^{ème} et à la 3^{ème} semaine de lactation, respectivement, pour les lots témoin ($297,83 \pm 44,56$ ml/j) et supplémenté ($326 \pm 38,86$ ml/j). Une augmentation de la production laitière moyenne de 8% a été observée chez les chèvres supplémentées ($242,77 \pm 64,23$ ml/j) comparées aux témoins ($222,95 \pm 52,61$ ml/j). La Note d'état corporel et le gain moyen quotidien ont varié durant les 13 semaines post-partum, mais à la fin de l'expérimentation, ce sont les chèvres supplémentées qui ont eu un gain moyen quotidien et une NEC élevés par rapport aux témoins, respectivement, 23,93 contre 4,9 g/j et 3,03 contre 2,98. Quant à la qualité du lait, la supplémentation a influencé significativement ($p < 0,05$) la teneur en matières minérales (0,74 contre 0,84 %), en protéines brutes (3,73 contre 3,55 %) et en matières grasses (4,43 contre 4,22 %) respectivement pour les lots supplémenté et témoin. La teneur en matière sèche du lot 2 (10,96%) a été supérieure à celles (10,82%) du lot 1 ($p > 0,05$). Au sevrage, le gain moyen quotidien des chevreaux du lot 2 était plus élevé que celui du lot 1 (48,21 contre 36,37 g/j) de même que leur poids vif (6,95 kg contre 6,25 kg).

Mots clefs : Chèvre du Sahel, supplémentation, complexe antioxydant-méthionine, production et composition du lait, croissance

ABSTRACT

To investigate the effects of the supplementation of Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants on milk production in Senegal, 53 females (2.5 old years) checked for pregnancy by echography and 15 males of the Sahelian Goat were purchased in June 2011. They were mated, grazed on natural pastures and were supplemented with a groundnut cake and wheat bran base concentrate until kidding. 12 of the synchronized lactating females were fed *ad libitum* natural straw and 175 g of a concentrate containing (control or treatment 1) or not (treatment 2 or supplemented group) a mix of Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants. The two groups were balanced on number of kids /dam, body score and weights. Every week they were separated from their kids, hand milked and weighted. Body score was determined according to the technique described by Morand-Fehr (1992). Milk production was measured individually and samples of milk were submitted to chemical analysis according to techniques recommended by the Association Française de Normalisation (AFNOR).

In control animals the peak of lactation reached after two weeks of lactation was 297.83 ± 44.56 ml/d while it was 326 ± 38.86 ml/d after 3 weeks in supplemented goats. An 8% of daily milk production improvement was observed in treatment 2 (242.77 ± 64.23 ml/d) in comparison to control animals (222.95 ± 52.61 ml/d). Body conditions and average daily gain fluctuated during the trial but were globally improved at the end of the experiment in the two groups with a slight advantage in treatment 2. The supplementation significantly improved milk dry matter (0.74% versus 0.84 %), milk proteins (3.55% versus 3.73%) and milk fat (4.43% versus 4.22 %). At weaning, kids of the supplemented group were heavier than those of the control group (6.95 kg versus 6.25 kg).

Key words: Sahelian goats, Supplementation, Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants, milk production and quality, growth rate

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

CAC : Consommation Alimentaire du Concentré

CAP : Consommation Alimentaire de la Paille

CD : Chèvre Djallonké

CS : Chèvre du Sahel

Cu : Cuivre

EISMV : Ecole Iner-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

Fe : Fer

FGA : Acétate de Fluorogestone

G : Gramme

GMQ : Gain Moyen Quotidien

h : Heure

IC : Indice de Consommation

kg/j : Kilogramme par jour

l/j : Litre par jour

mg : Milligramme

Mn : Manganèse

NEC : Note d'Etat Corporelle

PL : Production Laitière

PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotrophin

PNB : Paille Naturelle de Brousse

PPR : Peste des Petits Ruminants

Zn : Zinc

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Chèvre stabulée dans un box individuel	12
Figure 2 : Illustration de la traite manuelle	14
Figure 3: Effet de la supplémentation sur la Production Laitière, le Gain Moyen Quotidien des chèvres supplémentées (2) ou non (1) avec de la méthionine et des antioxydants	16
Figure 4 : Effet de la supplémentation sur la Note d'Etat Corporel des chèvres supplémentées (2) ou non (1) avec de la méthionine et des antioxydants	17
Figures 5a et 5b : Effet de la supplémentation sur la Consommation Alimentaire (à gauche) et l'Indice de Consommation (à droite) chez la Chèvre du Sahel au Sénégal	18
Figures 6a et 6b : Effet de la supplémentation sur l'évolution pondérale (à gauche) et le Gain Moyen Quotidien (à droite) des chevreaux sahéliens au Sénégal	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Evolution des effectifs en milliers de têtes du chepté sénégalais	3
Tableau II : Performances de reproduction des caprins du Sénégal.....	4
Tableau III. Effets des blocs sur la croissance (GMQ)	7
Tableau IV. Effets des blocs sur la production laitière	8
Tableau V. Effets de quelques antioxydants sur la santé de la femelle et la qualité du lait	10
Tableau VI. Régimes de complémentation des différents lots	12
Tableau VII: Influence de la supplémentation sur les paramètres zootechniques de la Chèvre du Sahel au Sénégal.....	17
Tableau VIII: Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait de Chèvres du Sahel au Sénégal.....	19
Tableau IX : Effet de la supplémentation sur la croissance pondérale des chevreaux sahéliens au Sénégal	20

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	2
Chap. I. Elevage caprin au Sénégal	2
I.1. Cheptel caprin	2
I.1.1. Races caprines du Sénégal.....	2
I.1.1.1. Chèvre guinéenne ou chèvre Djallonké (CD).....	2
I.1.1.2. Chèvre du Sahel (CS).....	2
I.1.2. Effectifs et évolution	2
I.2. Systèmes d'élevage.....	3
I.2.1. Système pastoral	3
I.2.2. Système agropastoral	3
I.3. Performances de reproduction des caprins du Sénégal.....	4
Chap. II. Complémentation alimentaire et production laitière.....	4
II.1. Complémentation alimentaire	4
II.1.1. Importance	4
II.1.2. Produits de complémentation.....	5
II.1.2.1. Résidus de récolte.....	5
II.1.2.2. Sous-produits agro-industriels	5
II.1.2.2.1. Tourteaux	5
II.1.2.2.2. Drêches de brasserie	5
II.1.2.2.3. Mélasse.....	6
II.1.2.2.3. Sous-produits de meunerie	6
II.1.2.3. Sels minéraux.....	6
II.1.2.4. Produits industriels.....	6

II.1.2.4.1. Urée	6
II.1.2.4.2. Méthionine	6
II.1.2.4.3. Antioxydants	7
II.2. Effets de la complémentation sur la production laitière	7
II.2.1. Concentrés à base d'urée-mélasse dans l'alimentation	7
II.2.1.1. Effets sur la croissance	7
II.2.1.2. Effets sur la production laitière	8
II.2.2. Méthionine.....	8
II.2.3. Antioxydants	9
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE	11
Chap.III. Matériel et méthodes	11
III.1. Milieu et période d'expérimentation	11
III.2. Animaux et procédure d'expérimentation.....	11
III.2.1. Conduite de la reproduction	11
III.2.2. Conduite alimentaire et dispositif expérimental.....	11
III.3. Collecte et analyse statistique des données	13
III.3.1. Collecte des données	13
III.3.1.1. Pesées et notation d'état corporel des animaux.....	13
III.3.1.2. Production laitière.....	13
III.3.1.3. Analyses physico-chimiques du lait	14
III.3.1.3.1. Dosage de la matière grasse (MG)	14
III.3.1.3.2. Dosage des protéines brutes (PB).....	14
III.3.1.3.3. Dosage de la matière sèche (MS) et des matières minérales (MM).....	15
III.3.2. Analyse statistique des données.....	15
Chap. IV. Résultats et discussion	15
IV.1. Résultats	15

IV.1.1. Effet de la supplémentation sur les performances zootechniques de la Chèvre du Sahel au Sénégal	15
IV.1.1.1. Effet de la supplémentation sur la production laitière (PL), le Gain Moyen Quotidien (GMQ) et la Note d'Etat Corporel (NEC) de la Chèvre du Sahel au Sénégal.....	15
IV.1.1.2. Effet de la supplémentation sur la consommation alimentaire (CA) et l'indice de consommation (IC) chez la Chèvre du Sahel au Sénégal	18
IV.1.2. Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait de la Chèvre du Sahel au Sénégal	18
IV.1.3. Effet de la supplémentation sur l'évolution pondérale et le GMQ des chevreaux sahéliens au Sénégal	19
IV. 2. Discussion	20
IV.2.1. Performances zootechniques des Chèvres du sahel au Sénégal	20
IV.2. 2. Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait chez la Chèvre du Sahel au Sénégal	22
IV.2.3. Effet de la supplémentation sur les performances zootechniques des chevreaux du Sahel au Sénégal.....	23
Recommandations	23
Conclusion.....	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	25

INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, l'élevage caprin est une activité en pleine évolution et joue un rôle important dans les systèmes de production alimentaire. Le cheptel caprin constitue une population animale rustique ayant une variabilité assez large de caractéristiques et de performances zootechniques (Gaddour et *al.*, 2008).

Au Sénégal, par exemple, l'élevage occupe une place prépondérante dans les stratégies d'autosuffisance alimentaire en produits d'origine animale, dont, le lait. Pourtant, la population souffre de la malnutrition protéique. L'élevage caprin, pratiqué sous un mode extensif, dépend essentiellement du fourrage naturel de brousse sans aucune complémentation avec comme conséquences une carence nutritionnelle et une faible production laitière chez ces animaux. Or, l'alimentation est un facteur déterminant de toute amélioration des productions animales.

C'est pourquoi la production laitière, satisfaite environ à 60% par des importations, est déficitaire et ne permet pas de couvrir les besoins d'une population croissante habituée à la consommation de lait frais et caillé. La seule façon de faire face à ces problèmes est l'intensification de l'élevage de la chèvre laitière, activité abordable et avantageuse, grâce à son importance socio-économique, zootechnique et à sa capacité de satisfaire les besoins en lait de la population.

Par ailleurs, des auteurs (Broderick et *al.*, 2008 ; Allauddin et *al.*, 2009 ; Flores et *al.*, 2009 ; Kudrna et *al.*, 2009 ; Yang et *al.*, 2010 et Wang et *al.*, 2010) ont constaté que la complémentation à base de la méthionine a amélioré la production et les constituants du lait. De même, les antioxydants déterminent la qualité du lait (Weiss, 2009 ; Zhao et Lacasse, 2008) et les performances de reproduction (Weiss, 2009 ; Bulvestre, 2007). Néanmoins, aucune recherche n'a été entreprise pour montrer l'impact de la combinaison de ces compléments sur la production laitière des caprins au Sénégal.

C'est dans cette optique que la présente étude a été entreprise pour évaluer les effets de la supplémentation de la méthionine et des antioxydants sur la production laitière chez les Chèvres du Sahel au Sénégal. Il s'agit spécifiquement de déterminer l'impact de cette supplémentation sur la croissance et la production de lait chez la chèvre du Sahel au Sénégal. Cette étude comprend deux parties : la première est une synthèse bibliographique et comprend deux chapitres dont le premier traite de l'élevage caprin au Sénégal et le second de la complémentation alimentaire et de la production laitière. La deuxième partie, notre contribution personnelle, rapporte la méthodologie utilisée, les résultats obtenus qui ont ensuite été comparés à ceux de la bibliographie.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chap. I. Elevage caprin au Sénégal

I.1. Cheptel caprin

Au Sénégal, suivant les zones agro-écologiques, deux types de races caprines sont élevées : les races Sahel et Djallonké. Mais, dans le but de diversifier les produits caprins sur le marché sénégalais, d'autres races ont été introduites dans le pays. Cependant, à cause des problèmes environnementaux, ces dernières n'ont pas pu proliférer et se diffuser (Faugère et *al.*, 1990 ; Seydi et Ndiaye, 1993).

I.1.1. Races caprines du Sénégal

I.1.1.1. Chèvre guinéenne ou chèvre Djallonké (CD)

Rencontrée également en Guinée, au Bénin et en Cote d'Ivoire, c'est une chèvre de petite taille (0,5 m) pesant en moyenne 20 kg (Missoho et *al.*, 2003). Son caractère trypanotolérant l'oppose à la Chèvre du Sahel et explique sa présence dans la partie subhumide du sud du Sénégal. Les cornes développées chez la femelle, sont dirigées en dehors et en arrière et sont peu spiralées (Diouf, 2004). C'est une chèvre de type concave ou subconcave, elliptique et bréviligne. Son poil est ras et la robe de couleur variable. La mamelle et les trayons sont réduits.

I.1.1.2. Chèvre du Sahel (CS)

C'est un animal à tête petite et triangulaire avec un front droit légèrement concave. La hauteur au garrot varie de 70 à 85 cm avec un poids compris entre 25 et 35 kg. Elle est rustique et s'adapte à toutes les formes d'élevage. Les oreilles sont courtes, portées horizontalement et parfois tombantes. La mamelle est bien développée. La peau est épaisse avec deux pis divisés en bouteilles, ongs et gros (Mamoudou, 1995). La robe peut être noire, blanche ou grise (pie noire ou pie fauve) avec des poils fins et ras (Mamoudou, 1995 ; Missohou, 2000). Le garrot et le dos sont saillants, le thorax peu profond et la croupe est courte et inclinée alors que les membres sont longs, minces et d'aplombs réguliers (Chahadine, 1994).

I.1.2. Effectifs et évolution

Le cheptel sénégalais est très diversifié. Il est marqué par une forte évolution et proportion des petits ruminants surtout des ovins et des caprins qui représentent 68% contre 22% de bovins (Direl, 2010). Les statistiques des effectifs et de l'évolution du cheptel sur dix ans reprises dans le tableau I montrent que les

effectifs des caprins ont progressé de 3.879.000 têtes en 2000 à 4.598.000 têtes en 2009.

Tableau I : Evolution des effectifs en milliers de têtes du cheptel sénégalais

Espèces	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Bovins	2986	3227	2997	3018	3039	3091	3137	3163	3210	3255
Ovins	4542	4678	4540	4614	4739	4863	4996	5109	5251	5388
Caprins	3879	3995	3900	3969	4025	4144	4263	4353	4477	4598
Camelins	3,996	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,6	4,7	5,0
Porcins	269,28	280	291	303	300	309	318	319	327	337
Equins	471	492	496	500	504	514	518	518	524	529
Asins	399	407,3	400	400	412	413	415	438	442	445
Total	12550,3	12917,3	12628	12808	13023	13338,1	13651,1	13904,6	14235,7	14557

Source : Direl (2010)

I.2. Systèmes d'élevage

Au Sénégal, les deux systèmes d'élevage pratiqués selon les conditions agro-écologiques sont le pastoralisme et l'agropastoralisme.

I.2.1. Système pastoral

Caractéristique de la zone sylvo-pastorale et de la partie nord du bassin arachidier, ce système est basé sur l'exploitation extensive des ressources naturelles (Ousseini, 2011). Néanmoins, vers la fin de la saison sèche, les animaux sont complétés à base d'arbustes, d'arbres émondés, de gousses d'*Acacia senegal* et de la paille de brousse à cause de la disparition du couvert herbacé. L'abreuvement se fait au niveau des sources d'eau temporaires et permanentes et l'habitat est un enclos d'épineux (Faugère et *al.*, 1990 ; Diouf, 2004).

I.2.2. Système agropastoral

Rencontré dans les zones agricoles du Sénégal (Bassin arachidier, la vallée du fleuve Sénégal, au sud et sud-est du pays), ce système est pratiqué par les agropasteurs sédentaires qui associent l'élevage à d'autres activités agricoles et commerciales (Ousseini, 2011). Pendant la saison sèche les animaux exploitent les parcours naturels et des compléments à base de fanes de légumineuses et des restes de cuisine leur sont distribués. Pendant l'hivernage, ils sont attachés aux piquets

dans la nature et leur abreuvement est effectué par de femmes (Faugère et *al.*, 1990 ; Moulin et Faugère, 1996).

I.3. Performances de reproduction des caprins du Sénégal

Les mise-bas ont lieu toute l'année même si elles sont plus marquées entre octobre et mars (système pastoral) et entre octobre et juin (système agropastoral). L'âge à la première mise-bas est de 14,8 mois (CS) et de 12,1 mois (CD) pour un rythme de reproduction de 1,66 par an (CS) et de 1,96 par an (CD). La taille de la portée est de 1,7 et de 2, respectivement, pour la Chèvre du Sahel et la Chèvre Djallonké. Toutefois, la prolificité est plus élevée et plus variable chez les races du Sud que chez celles du Nord (ovins et caprins) et est plus grande et plus variable chez les caprins que chez les ovins. La production laitière atteint 0,3 l/j (CS) au Sénégal contre 1,5 litres en Mauritanie. La chèvre guinéenne, n'est pas traitée au Sénégal, peut produire jusqu'à 0,9 litres (tableau II).

Tableau II : Performances de reproduction des caprins du Sénégal

Paramètre de reproduction	Chèvre du Sahel	Chèvre Djallonké	Auteurs
Age à la mise-bas (en mois)	14,8	12,1	Faugère et <i>al.</i> (1990)
Nombre de mise-bas/femelle/an	1,66	1,96	Missohou et <i>al.</i> (2000)
Taille de la portée	1,7	2	
Production laitière (l/j)	0,2 à 0,3	-	Missohou et <i>al.</i> (2000)
	1,5	-	Mamadou (1995)
	-	0,25 à 0,9	Chamchadine (1994)

Chap. II. Complémentation alimentaire et production laitière

II.1. Complémentation alimentaire

II.1.1. Importance

Chaque année pendant la saison sèche, l'un des principaux facteurs de faible production des animaux élevés sur pâturage est la malnutrition due au régime alimentaire déficitaire à la fois en volume et en valeur nutritive. Ainsi, les éleveurs ont de plus en plus du mal à trouver suffisamment d'aliments, non seulement, pour maintenir leur poids mais assurer la survie des animaux.

Dans ces conditions, le recours à la complémentation est la meilleure solution pour combler ce déficit. Il consiste à apporter aux micro-organismes du rumen les substances nutritives nécessaires à leur croissance et à assurer les conditions favorables à une dégradation optimale des fibres dans le rumen (Moujahed et *al.*,

2000). Les compléments alimentaires peuvent être présents soit sous forme simple ou composée à base d'urée, de mélasse et de minéraux (Reston, 1986 ; Alexandre *et al.*, 2002 ; Moujahed *et al.*, 2003 ; Zoundi *et al.*, 2003). Ils peuvent aussi être des résidus de récolte, des sous-produits agro-industriels. Par ailleurs, l'ajout de compléments alimentaires aux rations afin de maximiser la production et d'améliorer la santé des animaux d'élevage est de plus en plus pratiqué actuellement (Desnoyers, 2008).

II.1.2. Produits de complémentation

II.1.2.1. Résidus de récolte

Ce sont des sous-produits issus directement des activités agricoles et ils sont regroupés en résidus de céréales (pailles de riz, de maïs, de sorgho et de mil) et de légumineuses (fanés et/ou coques d'arachides et de niébé). Les balles de mil et les rafles de maïs sont aussi utilisées.

II.1.2.2. Sous-produits agro-industriels

II.1.2.2.1. Tourteaux

Ce sont des résidus résultant du traitement des graines ou des fruits oléagineux en vue de l'extraction d'huiles comestibles, industrielles ou pharmaceutiques. Ils sont une importante source de protéines, d'énergie, de vitamines du groupe B et de phosphore mais ils sont déficients en calcium.

Malgré l'importance des tourteaux dans l'alimentation, leur utilisation exige certaines précautions. En effet, les mauvaises conditions de récolte et de stockage des graines d'arachide ou du tourteau, par exemple, favorisent le développement d'un champignon qui produit une toxine (aflatoxine) très dangereuse pour les monogastriques. Même si les ruminants sont relativement peu sensibles, des retards de croissance ont été observés chez les jeunes. De même, le tourteau de coton contient une toxine (le gossypol) dangereuse pour les monogastriques et les animaux pré-ruminants. Il faut donc éviter de le donner aux jeunes animaux (avant ou juste après le sevrage) et limiter les quantités chez les femelles allaitantes.

II.1.2.2.2. Drêches de brasserie

Ce sont des résidus solides séparés du moût liquide qui donne la bière après cuisson et addition du houblon. Les drêches favorisent la lactation surtout chez les vaches laitières. Toutefois, elles sont sensibles à l'installation des fermentations néfastes dues à la durée de stockage. Les drêches sont des aliments peu fibreux, riches en protéines mais peu énergétiques.

II.1.2.2.3. Mélasse

La mélasse est un aliment bon marché qui, grâce à son appétibilité, à ses sucres et à ses sels, favorise la consommation des fourrages de mauvaise qualité (Corcy, 1991). Elle est une source d'oligoéléments (Moujahed et *al.*, 2003), de minéraux (calcium et potassium) et de soufre, substance nutritive dont manquent souvent les chèvres (Jansen et van den Burg, 2004). Elle est en outre une excellente génératrice d'énergie fermentescible rapidement disponible dans le rumen sous forme d'ATP qui permet l'utilisation optimale de l'ammoniac produit par l'urée (Carl et Kees, 2000).

II.1.2.2.3. Sous-produits de meunerie

Ce sont des produits alimentaires obtenus après moulinage des produits agricoles. Il s'agit de la farine basse de riz ainsi que des sons de mil, de riz, de blé de maïs.

II.1.2.3. Sels minéraux

Ils interviennent dans la couverture des besoins en minéraux. Les principaux éléments à apporter sont le phosphore, le calcium, le sodium et certains oligo-éléments comme le cuivre, le zinc, le cobalt, l'iode, ... C'est ainsi qu'il faut mettre à la disposition des animaux des pierres à lécher de façon permanente.

II.1.2.4. Produits industriels

II.1.2.4.1. Urée

L'urée est la source d'azote rapidement fermentescible dans le rumen générant des concentrations optimales en N-NH₃ pour l'activité de la flore microbienne dont les ruminants ont besoin pour synthétiser les acides aminés (Moujahed et *al.*, 2003). Son emploi est particulièrement intéressant en complément de fourrages pauvres en azote (paille, certains fourrages en zone subtropicale ..). Son apport dans les rations à base de fourrages ligno-cellulosiques améliore la digestibilité des matières sèche, organique et azotée totale (Triki et *al.*, 2010).

II.1.2.4.2. Méthionine

C'est un acide aminé obligatoire pour l'initiation de la biosynthèse et de la conservation de tout polypeptide. Il peut faciliter l'oxydation mitochondriale des acides gras à chaîne longue en contribuant à la synthèse de la carnitine (Krajcovicova-Kudlackova et *al.*, 2000).

II.1.2.4.3. Antioxydants

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui, en faible concentration par rapport au substrat susceptible d'être oxydé, prévient ou ralentit l'oxydation de ce substrat (Halliwell, 1999 cité par Pastre, 2005). On distingue les antioxydants synthétisés par l'organisme et ceux apportés par l'alimentation (Pastre, 2005).

II.2. Effets de la complémentation sur la production laitière

II.2.1. Concentrés à base d'urée-mélasse dans l'alimentation

Pour optimiser l'utilisation de l'urée dans l'alimentation des ruminants, Corcy (1991) a suggéré qu'il faut l'incorporer dans des blocs à lécher ou dans des aliments liquides comme les mélasses. L'urée pourrait alors aider un troupeau « débroussailleur » à valoriser les fourrages pauvres (Moujahed et al., 2003) et à maintenir les conditions favorables à la cellulolyse dans le rumen (Preston, 1986).

II.2.1.1. Effets sur la croissance

Plusieurs travaux de recherche ont montré que la complémentation des fourrages pauvres par les blocs multi-nutritionnels améliore la croissance des animaux. Le GMQ varie de 288 à 400 g/j et de -53 à 67 g/j, respectivement, pour les veaux de vaches ou de buffles et les petits ruminants (tableau III).

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

Espèces	Fourrages	Performance (GMQ)		Auteurs
		Sans Bloc	Avec Bloc	
Brebis	Paille de blé	-2,8 kg de PV	+6,4 kg de PV	Nyarko-Badohu et al. (1993)
Ovins	Tiges de maïs	-	+9,17 g/j	Faftine et Zanetti (2010)
Veaux de vaches	Paille de riz	-	+ 360 g/j	Ferdous et al. (2010)
Veaux de buffles	Paille de riz	-	+ 400 g/j	Ferdous et al. (2010)
Agneaux	Paille de blé	-88 g/j	-53 g/j	
Brebis	Paille	+41 g/j	+67 g/j	Hadjipanayiotou et al. (1993)
Brebis	Chaumes	-56 g/j	-6 g/j	
Buffles	Paille	90 g/j	288 g/j	Tiwari et al. (1990)

Les effets sur la croissance se remarquent aussi sur les modifications de la hauteur au garrot, du périmètre thoracique et de la longueur du corps. En effet, Ferdous et al. (2010) ont trouvé que la variation moyenne journalière de la hauteur au garrot est de 0,075 et de 0,059 cm, respectivement, pour les veaux des vaches et de buffles lorsque la paille de riz était complétementée par les blocs. Pour ce qui est de la variation du périmètre thoracique, le gain moyen du tour de poitrine est de 0,24

cm pour les veaux de vaches et de 0,30 cm pour les veaux de buffles. Les mêmes auteurs ont constaté que le gain journalier de la longueur du corps a été de 0,31 cm et de 0,36 cm, respectivement, pour les veaux des vaches et de buffles.

II.2.1.2. Effets sur la production laitière

Les effets des blocs multi-nutritionnels sur la production laitière sont importants. L'augmentation de la production laitière varie de 30% à 57,1% (tableau IV).

Tableau IV. Effets des blocs sur la production laitière

Espèces	Fourrages	Production laitière (l/j)		Auteurs
		Sans bloc	Avec bloc	
Vache locale indienne	Paille de riz	-	+34%	Singh et Singh (2003)
Buffles	Paille de riz	-	+37%	
Vaches de race locale indienne croisées	Paille de riz	4,61	5,98 Soit + 30%	Misra et <i>al.</i> (2006)
Buffles	Paille de blé	3,5	5,5 soit + 57,1%	Habib et <i>al.</i> (1994)
	Chaume de maïs			
	Foin d'herbe			

Chez les vaches recevant du fourrage vert (37 kg/j), Singh et Singh (2003) ont signalé qu'il est possible de remplacer jusqu'à 50% de la ration de base par de la paille (sur la base de la matière sèche) lorsque celle-ci est complétée par les blocs, sans pour autant risquer de grandes variations de la production laitière ni du poids de l'animal.

Mazed et *al.* (2004) avaient constaté que la supplémentation de la paille de riz par des blocs chez les vaches indigènes au Bangladesh a un effet positif sur la production laitière et les paramètres de reproduction comme l'intervalle de reproduction.

II.2.2. Méthionine

La méthionine est un acide aminé limitant pour la production laitière avec certains régimes (Devillard et *al.*, 2007 ; Kudrna et *al.*, 2009). Le rendement laitier et la teneur protéique du lait peuvent être améliorés grâce à une supplémentation de la ration avec ses dérivés. L'ester isopropylique de l'hydroxy-analogue de méthionine (HMBi) permet d'accroître le taux protéique du lait (St-Pierre et Sylvester, 2005 cité par Devillard et *al.*, 2007 ; Rulquin et *al.*, 2007 ; Wang et *al.*, 2010).

Dans la complémentation, la D, L méthionine peut être utilisée soit à l'état libre ou encapsulé. La D, L méthionine libre ou, beaucoup fréquemment, l'un de ses analogues hydroxylés a eu des effets positifs surtout sur la fraction lipidique du lait (Wang *et al.*, 2010). Cependant, la teneur en protéines du lait était améliorée en utilisant la D, L méthionine protégée (Poljicak-Milas et Marenjak, 2007 ; Broderick *et al.*, 2008 ; Allauddin *et al.*, 2009 ; Flores *et al.*, 2009 ; Kudrna *et al.*, 2009 ; Yang *et al.*, 2010).

En effet, Yang *et al.* (2010) ont remarqué que la production laitière est passée de 18,95 à 19,996 kg et les matières grasses ont augmenté de 3,05 à 3,51% durant la période d'expérimentation. Les mêmes constats ont été faits par Allauddin *et al.* (2009) et Kudrna *et al.* (2009), respectivement, pour les vaches et les buffles.

Par contre, les travaux réalisés par Poljicak-Milas et Marenjak (2007) ont montré que la méthionine n'a pas amélioré les constituants du lait de chèvre contrairement à la production. Toutefois, l'effet de la complémentation de la méthionine sur les protéines et les matières grasses du lait est important si la ration est riche en protéines (Devillard *et al.*, 2007).

Il faut noter que la période de la complémentation chez une vache laitière a une influence sur la production laitière. En effet, le début de la lactation était la période propice à la manifestation d'un effet favorable (augmentation de la production laitière et/ou du taux protéique) à la complémentation en méthionine (Rémond *et al.*, 1989 ; Rulquin, 1992 ; Schmidt *et al.*, 1999). En effet, si la complémentation est appliquée en milieu de lactation, Rémond *et al.* (1989) ont remarqué qu'il n'y avait pas de modification en rapport avec la quantité de lait produite ou sa composition, les quantités d'aliments ingérées et les variations de poids vifs. Néanmoins, une réponse positive (augmentation de la teneur) portait uniquement sur le taux protéique (Rulquin, 1992).

II.2.3. Antioxydants

Chez tout être vivant, il existe, en permanence, un équilibre entre les dégâts causés par les molécules oxydantes et leur réparation. Pour éviter l'apparition du stress oxydatif, il est intéressant de soutenir les défenses anti-oxydantes de l'organisme pour éviter cette rupture (Pastre, 2005).

Le rôle des antioxydants chez les ruminants a été à la base de plusieurs recherches. En effet, les antioxydants préviennent la formation des radicaux libres en plus de la diminution du stress oxydatif et de l'augmentation de l'immunité (McDowell, 2002 ; Pastre, 2005 ; van Ryn, 2009). Les apports exogènes semblent les plus faciles à réaliser grâce à des compléments alimentaires (Pastre, 2005).

Ils déterminent une qualité du lait caractérisée par une absence de germes, peu de cellules somatiques et l'absence de caillots (Weiss, 2009 ; Zhao et Lacasse, 2008). D'une façon générale, les antioxydants améliorent la santé de la femelle et la qualité du lait (tableau V).

Tableau V. Effets de quelques antioxydants sur la santé de la femelle et la qualité du lait

Antioxydants	Effets	Références
Vitamine E	Diminution et prévention des mammites, Brisure de la chaîne de peroxydation des lipides, Diminution des effets néfastes de l'oxydation, Amélioration de la qualité du lait et de la santé des glandes mammaires	Sharma (2007) ; Weiss (2009) ; McDowell (2002) ; Bouwstra et <i>al.</i> (2008)
Sélénium	Diminution et prévention des mammites, Diminution des effets néfastes de l'oxydation, Diminution du nombre des cellules somatiques du lait, Diminution de la rétention placentaire	Sharma (2007) ; Saeed (2010)
Vitamine A	Amélioration de la santé du pis, Diminution du nombre des cellules somatiques du lait, Diminution des métrites et rétentions placentaires	Weiss (2009) ; Sretenovic et <i>al.</i> (2007)
β -carotène	Amélioration de la santé du pis, Diminution du nombre des cellules somatiques du lait, Augmentation des performances de reproduction	Weiss (2009) ; Bulvestre (2007)
Cu, Zn, Mn, Fe	Conversion du super oxyde en oxyde d'hydrogène, Réduction de la sévérité des mammites	Weiss (2009)

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chap.III. Matériel et méthodes

III.1. Milieu et période d'expérimentation

La présente étude a été menée à la ferme de l'EISMV de Dakar située à Keur N'diaye Lô dans la zone des Niayes durant la période de juin 2011 à avril 2012. C'est une zone caractérisée par une température moyenne de 24,9°C, une humidité relativement élevée (55%) et une pluviométrie annuelle moyenne de 620 mm.

III.2. Animaux et procédure d'expérimentation

Au total, 53 chèvres adultes (2,5 ans en moyenne) et 15 boucs de la race Sahel ont été achetés auprès de groupements d'éleveurs. Dès leur arrivée à la ferme, ils ont été identifiés par des boucles, déparasités, pesés et vaccinés contre la Peste des Petits Ruminants (PPR), l'entérotaxémie et la pasteurellose. Nous avons également déterminé leur âge par la méthode de la dentition et toutes les chèvres étaient soumises à un diagnostic de gestation par l'échographie avant leur achat.

III.2.1. Conduite de la reproduction

Dans le but de regrouper les mises-bas, les boucs sont restés séparés des chèvres et la méthode des éponges vaginales a été mise en œuvre pour la synchronisation des chaleurs deux mois après l'arrivée des animaux. Cette méthode consistait à introduire au fond du vagin des chèvres une éponge contenant 45 mg d'acétate de fluorogestone (FGA) au moyen d'un applicateur. Le retrait des éponges a eu lieu à J₁₁, juste 2 jours après l'administration d'une dose de 1,6 ml de gonadotropine sérique (PMSG) et de 0,2 ml d'estrumate à chaque femelle. 48 heures après le retrait des éponges, les femelles ont été mises aux boucs et les saillies ont été contrôlées.

III.2.2. Conduite alimentaire et dispositif expérimental

Avant la synchronisation, les chèvres et les boucs étaient nourris de la paille à volonté et recevaient un complément de 300 g/animal/jour de tourteaux d'arachide et de son de blé dans les proportions respectives de 3 et 2/3. Après la

synchronisation, les chèvres et les boucs étaient conduits au pâturage de 10 h à 17 h et abreuvés au retour. L'eau et les blocs à lécher étaient servis *ad libitum*. Au lendemain de la mise bas, chaque chèvre était directement stabulée dans un box individuel de 0,66 m x 3 m (figure1).



Figure 1 : Chèvre stabulée dans un box individuel

La répartition se faisait de façon aléatoire et alternativement dans l'un des deux lots (lots 1 et 2) auxquels nous avons affecté deux régimes de complémentation alimentaire combinant différemment le son local de riz, le tourteau d'arachide, la mélasse, l'urée et le complexe antioxydant-méthionine (antioxydants, méthionine, sels minéraux sous forme de trace). La répartition en différents lots tenait compte du poids de la mère et de ses chevreaux, le sexe et le nombre de chevreaux. Les effectifs et les régimes alimentaires correspondant aux différents lots sont décrits dans le tableau VI.

Tableau VI. Régimes de complémentation des différents lots

Lot	Effectif de chèvres	PNB	+ 175 g de compléments composés de :				
			TA (%)	SR (%)	Urée (%)	Mélasse (%)	CAM (%) [*]
1	6	DAV	50	35	7,5	7,5	0
2	6	DAV	47,5	33,25	7,125	7,125	5

PNB : paille naturelle de brousse ; DAV : distribuée à volonté ; TA : tourteaux d'arachide, SR : son de riz ; CAM : complexe antioxydant-méthionine

* : *Hydroxy-Analogue de Méthionine (6%), Solis ou Captura (6%), Mintrex Zinc (2,5%), Mix antioxydant (1%), Mintrex Cuivre (0,5%), Zorien SeY (0,5%), Carbonate de calcium (35%), Phosphate bicalcique (25%), son de riz (23,5%)*.

Dans chaque box, la paille, l'eau et la pierre à léche étaient distribuées *ad libitum* mais la complémentation se faisait chaque fois le matin à 8 heures.

III.3. Collecte et analyse statistique des données

III.3.1. Collecte des données

III.3.1.1. Pesées et notation d'état corporel des animaux

Au lendemain de la mise-bas, chaque femelle ainsi que ses chevreaux étaient pesés. Cette opération était effectuée ensuite une fois par semaine durant toute la période de l'expérimentation au moment du contrôle laitier. De même, les quantités de paille et de complément distribuées et refusées ont chaque fois été pesées afin d'évaluer la consommation alimentaire individuelle (CAI), le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC).

CAI= QAD (g/j)-QAR (g/j) ;

GMQ= gain de poids (g) pendant une période/durée de la période ;

IC = quantité d'aliment consommée /production de lait pendant une même période.

Avec : QAD : quantité d'aliment distribuée ; QAR : quantité d'aliment refusée

L'état corporel des femelles a été apprécié par observation et palpation des régions sternale et lombaire (Cissé et *al.*, 1992) lors du contrôle laitier. Ainsi, deux notes (note sternale et lombaire) ont été attribuées à chaque chèvre selon une échelle de notation de 5 points (1= très maigre, 2= maigre, 3= moyen, 4= gras et 5= obèse). La moyenne de ces deux notes a constitué la note d'état corporel (Morand-Fehr, 1992).

III.3.1.2. Production laitière

Le contrôle laitier individuel a été effectué une fois par semaine pendant 13 semaines. La quantité de lait produite a été mesurée à près chaque traite manuelle (figure 2) du matin et du soir dans une éprouvette graduée. Les chevreaux étaient séparés de leurs mères la veille du contrôle laitier. À chaque contrôle laitier, un échantillon de lait était constitué et les différents échantillons provenant des

chèvres d'un même lot par semaine sont d'abord mélangés pour être soumis aux analyses physico-chimiques.



Figure 2 : Illustration de la traite manuelle

III.3.1.3. Analyses physico-chimiques du lait

III.3.1.3.1. Dosage de la matière grasse (MG)

La matière grasse a été dosée selon une adaptation de la norme AFNOR (1977) V 18-104. 5-6 g de lait versés sur du coton hydrophile ont été mis dans une cartouche et placés dans l'étuve pour être desséchés. Après, nous avons placé un ballon sur le bain-marie et introduit la cartouche dans le tube d'extraction en prenant soin de bien imprégner la cartouche par l'éther éthylique. L'extraction des MG a duré 6 heures et s'est déroulée en 3 phases : le trempage, le rinçage et l'évaporation-séchage. Le ballon est refroidi dans un dessiccateur sous vide pendant 1 heure avant d'être pesé. La teneur en MG est calculée selon la formule suivante :

MG (%) = $100 * (P2 - P1) / \text{poids du lait prélevé}$ (P2 : poids du ballon après refroidissement et P1 : poids du ballon vide)

III.3.1.3.2. Dosage de la matière azotée

La matière azotée a été déterminée selon la procédure de la norme AFNOR (1977) V18-100. 5 ml (5-6 g) de lait ont été introduits dans un tube de minéralisation. On y a ajouté une pastille de catalyseur et 20 ml de H₂SO₄ concentré. Le tout est chauffé pendant 1 heure 30 min à 420°C. Après refroidissement, l'échantillon est

dilué avec 60 ml d'eau distillée avant d'y ajouter 100 ml de soude à 33% et de procéder à la distillation. Ce distillat, complété avec 60 ml d'acide orthoborique (40 g/l), est titré avec le H₂SO₄ 0,1 N. La teneur en matières azotées est calculée selon la formule suivante :

Matières Azotées Totales (%) = $1,4 * V * 6,25 * 100 / \text{poids du lait prélevé (mg)}$

(V= volume de H₂SO₄ (en ml) descendant de la burette ; 1 ml H₂SO₄ (0,1N) versé= 1,4008 mg d'azote ; 6,25= coefficient de conversion azote/protéines)

III.3.1.3.3. Dosage de la matière sèche (MS) et des matières minérales (MM)

10 ml (10-12 g) de lait sont introduits dans un creuset préalablement Ce dernier est soumis à une pré-évaporation par chauffage au bain-marie à 85 °C pendant 5 heures, puis séché à l'étuve à 100°C pendant 2-4 heures. La capsule est ensuite refroidie au dessiccateur à poids constant avant d'être pesée. La MS (%) est égale à **$100 * (m1 - m) / \text{poids du lait prélevé}$** (m1 : masse en grammes du creuset et du résidu après refroidissement et m : masse en grammes de la capsule vide).

Les MM (%) obtenues après incinération de la matière sèche sont égales à **$100 * (m2 - m) / \text{poids MS}$** (m2 : poids du creuset vide et du résidu après incinération ; m : poids du creuset vide).

III.3.2. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies et traitées avec le tableur Excel de Microsoft office 2007. L'analyse statistique a été faite avec le logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) [version 16.0] et les moyennes des lots ont été comparées par le test de t.

Chap. IV. Résultats et discussion

IV.1. Résultats

IV.1.1. Effet de la supplémentation sur les performances zootechniques de la Chèvre du Sahel au Sénégal

IV.1.1.1. Effet de la supplémentation sur la production laitière (PL), le Gain Moyen Quotidien (GMQ) et la Note d'Etat Corporel (NEC) de la Chèvre du Sahel au Sénégal

La figure 3 montre l'évolution de la production laitière et du GMQ des chèvres de la mise-bas au sevrage, c'est-à-dire, au cours des treize semaines de lactation.

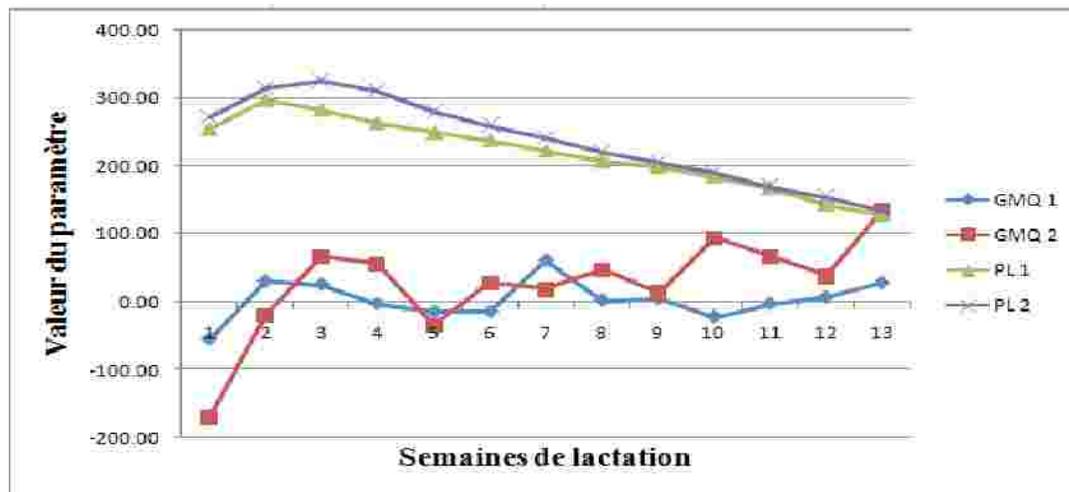


Figure 3 : Effet de la supplémentation sur la Production Laitière et le Gain Moyen Quotidien des chèvres supplémentées (2) ou non (1) avec de la méthionine et des antioxydants

L'évolution de la PL est assez semblable chez les animaux des 2 lots. En effet, nous observons une production croissante les premières semaines pour atteindre un pic de production de $297,83 \pm 44,56$ ml/j chez les chèvres du lot témoin et de $326 \pm 38,86$ ml/j chez les chèvres du lot supplémenté, respectivement, à la 2^{ème} et 3^{ème} semaine. Une diminution régulière de la production est ensuite observée jusqu'au sevrage à la 13^{ème} semaine. Néanmoins, la supplémentation n'a pas eu d'effet significatif sur la production de lait au seuil de 5% ($p > 0,05$) même si la production laitière a été supérieure chez les animaux du lot supplémenté (tableau VII).

Quant aux GMQ, ils sont négatifs durant les semaines 1 et 5 pour les chèvres des deux lots, les semaines 6, 10 et 11 seulement pour les animaux du lot témoin et la semaine 2 pour seulement le lot supplémenté. Ces GMQ (négatifs) en valeur absolue sont plus élevés au cours des deux premières semaines, ce qui montre que l'augmentation de la production laitière a été parallèlement accompagnée d'une perte du poids qui est plus importante chez les sujets supplémentés. La supplémentation n'a pas eu d'effet significatif sur le GMQ des chèvres sauf à la 11^{ème} et à la 12^{ème} semaine de lactation. Toutefois, sur toute la période d'expérimentation, les animaux des 2 lots ont exprimé des GMQ positifs de 4,9 g/j et de 23,93 g/j respectivement pour les chèvres des lots témoin et supplémenté (tableau VII). La figure 4 montre l'effet de la supplémentation sur la Note d'Etat

Corporel (NEC) des chèvres supplémentées (2) ou non (1) avec de la méthionine et des antioxydants.

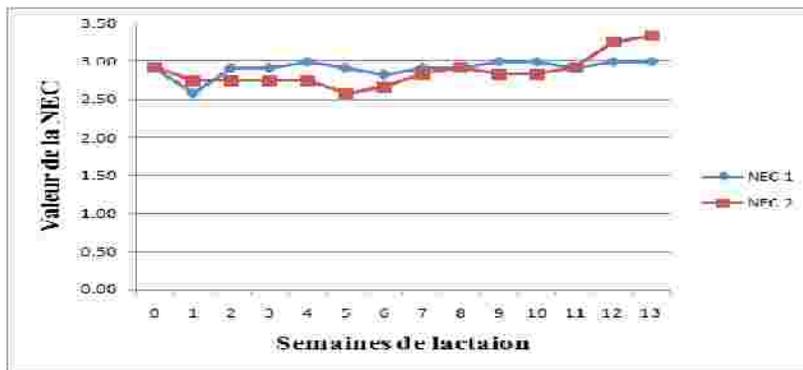


Figure 4 : Effet de la supplémentation sur la Note d'Etat Corporel des chèvres supplémentées (2) ou non (1) avec de la méthionine et des antioxydants

La NEC des chèvres du lot supplémenté a été toujours inférieure à celle du lot témoin sauf à la 1^{ère}, 12^{ème} et 13^{ème} semaine. La NEC moyenne a varié de 2,92 à 2,98 et de 2,92 à 3,03, respectivement, pour les lots témoin et supplémenté. Globalement, elle a diminué au cours des deux premiers mois de lactation chez les animaux des deux lots (tableau VII). Ce n'est qu'au cours des deux premiers mois que la supplémentation a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la NEC.

Tableau VII : Influence de la supplémentation sur les paramètres zootechniques de la Chèvre du Sahel au Sénégal

Paramètres zootechniques	Mise-bas	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Moyenne globale	
Poids vif moyen (kg)	Lot 1	27,62	27,63	27,87	28,05	+ 0,44
	Lot 2	27,73	27,28	27,88	30,25	+ 2,52
GMQ (g/jour)	Lot 1		0	8,89	3,33 ^a	4,9
	Lot 2		-16,08	15,48	72,38 ^b	23,93
NEC	Lot 1	2,92	2,85 ^a	2,90 ^a	2,98 ^a	
	Lot 2	2,92	2,75 ^b	2,70 ^b	3,03 ^a	
PL (ml/j)	Lot 1		274,92	229,38	164,67	222,95
	Lot 2		306,29	250,71	171,30	242,77
CAP (g/j)	Lot 1		157,72	249,04	311,95	242,59
	Lot 2		167,86	255,12	320,52	247,83
CAC (g/j)	Lot 1		125,95	172,57	174,65	157,71
	Lot 2		121,38	172,28	174,83	156,16
CA (g/j)	Lot 1		283,63	421,61	486,60	397,28
	Lot 2		289,24	427,40	495,35	404,00
IC	Lot 1		1,05	1,90	3,08	2,01
	Lot 2		0,88	1,81	3,00	1,90

Les nombres suivis de lettres différentes au sein d'une même colonne d'un même paramètre sont significativement différents au seuil de 5% ($p < 0,05$).

PL : production laitière ; CAP : consommation alimentaire de la paille ; CAC : consommation alimentaire du complément ; IC : indice de consommation

IV.1.1.2. Effet de la supplémentation sur la consommation alimentaire (CA) et l'indice de consommation (IC) chez la Chèvre du Sahel au Sénégal

Les figures 5a et 5b montrent l'évolution de la CA et de l'IC des chèvres supplémentées (lot 2) ou non (lot 1) de la mise-bas au sevrage c'est-à-dire au cours des treize semaines de lactation.

Figures 5a et 5b : Effet de la supplémentation sur la Consommation Alimentaire (à gauche) et l'Indice de Consommation (à droite) chez la Chèvre du Sahel au Sénégal

L'évolution de la CA et de l'IC est assez semblable chez les chèvres des 2 lots. La supplémentation a amélioré de façon non significative ($p > 0,05$) la consommation de la paille naturelle de brousse par rapport au témoin. De même, les CA et les IC ont augmenté avec l'évolution de la lactation mais les indices de consommation sont moins élevés chez les animaux du lot supplémenté comparés au témoin (tableau VII).

IV.1.2. Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait de la Chèvre du Sahel au Sénégal

Le tableau VIII montre l'effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait au cours de la lactation en fonction des lots.

Tableau VIII : Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait de Chèvres du Sahel au Sénégal

Composition physico-chimique		Mois 1	Mois 2	Mois 3	Moyenne
Matière Sèche (%)	Lot 1	9,99 ^a	10,13 ^a	12,33 ^a	10,82 ^a
	Lot 2	10,2 ^a	10,31 ^a	12,36 ^a	10,96 ^a
Matières Minérales (%)	Lot 1	0,99 ^a	0,92 ^a	0,61 ^a	0,84 ^a
	Lot 2	0,89 ^b	0,78 ^a	0,55 ^b	0,74 ^b
Protéines Brutes (%)	Lot 1	3,34 ^a	3,55 ^a	3,73 ^a	3,55 ^a
	Lot 2	3,64 ^b	3,72 ^b	3,82 ^b	3,73 ^b
Matières Grasses (%)	Lot 1	4,15 ^a	4,21 ^a	4,29 ^a	4,22 ^a
	Lot 2	3,98 ^b	4,58 ^b	4,72 ^b	4,43 ^b

Les moyennes figurant au sein d'une même colonne d'une même composition physico-chimique et marquées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % ($p < 0,05$)

L'évolution de la lactation a été accompagnée par l'augmentation dans le lait des teneurs en matière sèche (MS), en protéines brutes (PB) et en matières grasses (MG) avec des valeurs plus élevées chez les animaux du lot supplémenté. La supplémentation a amélioré de façon significative ($p < 0,05$) la composition nutritionnelle du lait (MM, PB et MG) chez les chèvres supplémentées comparées aux témoins.

IV.1.3. Effet de la supplémentation sur l'évolution pondérale et le GMQ des chevreaux sahéliens au Sénégal

L'évolution pondérale et le GMQ enregistrés chez les chevreaux de la naissance au sevrage sont illustrés par les figures 5a et 5b.

Figures 6a et 6b : Effet de la supplémentation sur l'évolution pondérale (à gauche) et le Gain Moyen Quotidien (à droite) des chevreaux sahétiens au Sénégal

Durant toute l'expérimentation, la croissance des chevreaux du lot supplémenté a été plus rapide que celle des chevreaux du lot témoin même si le poids des chevreaux du lot témoin à la naissance était supérieur à celui des chevreaux du lot supplémenté : $2,14 \pm 0,4$ kg contre $1,92 \pm 0,5$ kg, respectivement (tableau IX). Leur poids au sevrage est de $6,63 \pm 1,01$ kg et de $7,52 \pm 0,44$ kg, respectivement, pour les chevreaux des lots témoin et supplémenté. De même, le GMQ des chevreaux du lot supplémenté a été toujours supérieur à celui du lot témoin sauf à la 7^{ème} semaine d'âge (tableau IX).

Tableau IX : Effet de la supplémentation sur la croissance pondérale des chevreaux sahétiens au Sénégal

Paramètres		Jour 1	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Signification
Poids vif moyen (kg)	Lot 1	2,14	3,27	4,53	6,25	NS
	Lot 2	1,92	3,54	5,33	6,95	
GMQ (g/jour)	Lot 1	-	62,2	45,54	36,37	NS
	Lot 2	-	86,16	52,68	48,21	

NS : non significatif

IV. 2. Discussion

IV.2.1. Performances zootechniques des Chèvres du sahel au Sénégal

Sur l'ensemble de l'essai, la consommation alimentaire moyenne était de 397,28 g (soit 364,71 g/j/chèvre de MS ingérée) et de 404,00 g d'aliments (soit 368,20g/j/chèvre de MS ingérée), respectivement, pour les chèvres des lots témoin et supplémenté. Donc, la supplémentation n'a pas influencé significativement l'ingestion de la matière sèche. Ce constat est en accord avec les observations d'Armentano *et al.* (1997), de Devillard *et al.* (2007) et de Wang *et al.* (2010) en supplémentant avec la méthionine les vaches Holstein. Alama *et al.* (2003) avaient fait le même constat avec la méthionine chez les chèvres laitières.

Nous avons observé une perte de poids chez les animaux des deux lots après la mise bas jusqu'au pic de lactation mais avec une intensité plus marquée chez les animaux du lot supplémenté. Cette observation est en accord avec les résultats rapportés par Ouedraogo *et al.* (2000) selon lequel le gain de poids apparaît chez les chèvres allaitantes lors de la phase descendante de la courbe de lactation. Cette

perte de poids résulte d'une intense mobilisation lipidique proportionnelle à la quantité de lait produite. Cette lipomobilisation est au fait qu'après la mise bas, les besoins énergétiques de la chèvre sont maximaux dès la fin de la première semaine ou en deuxième semaine de lactation, alors que la capacité d'ingestion augmente beaucoup plus lentement (Morand-Fehr, 1989).

Le pic de lactation a été atteint à la 2^{ème} et à la 3^{ème} semaine de lactation. Nos résultats corroborent ceux de Cissé *et al.* (1996), Mian Oudanang (2000), Ouedraogo/Lompo *et al.* (2000), Gnanda *et al.* (2005) et Tedonkeng Pamo *et al.* (2005) selon lesquels les chèvres laitières sahélienne atteignent leur pic de lactation dans les deux et trois semaines qui suivent la mise bas. Le même constat a été fait par Djibrillou *et al.* (1998) chez les chèvres (Red Sokoto) du Niger et par Farina (1987) chez les chèvres locales du Burundi.

Nous avons observé une augmentation de la production laitière dans le lot supplémenté. Nos résultats corroborent ceux rapportés par Poljicak-Milas et Marenjak (2007) et Flores *et al.* (2009) sur les chèvres, Broderick *et al.* (2008), Kudrna *et al.* (2008) et Wang *et al.* (2010) sur les vaches en faisant la supplémentation avec de la méthionine et par Mardalena *et al.* (2011) sur les chèvres avec les antioxydants.

Les quantités journalières moyennes de lait obtenues (222,95 ml et 242,77 ml) sont inférieures à celles trouvées par Mardalena *et al.* (2011) (440 à 490 ml/j) en Indonésie, Salama *et al.* (2003) en Espagne (2,00 l/j et 2,05 l/j) et Flores *et al.* (2009) (1,44 kg à 1,69 kg) au Mexique. Ces auteurs avaient testé, respectivement, l'effet des suppléments source d'antioxydants sur la race Etawah, du zinc-méthionine sur la race Murciano-Granadina et de la méthionine sur la race Saanen sur la production et la qualité du lait des chèvres laitières. Cela serait dû au fait qu'il s'agit de races laitières spécialisées ce qui n'est pas le cas dans la présente étude.

Nos résultats de production journalière de lait sont aussi inférieurs à ceux (185 g/j à 361 ± 93,0 g/j) rapportés par Tedonkeng Pamo *et al.* (2005) et Gnanda *et al.* (2005) sur la race sahel et par Adogla-Bessa et Aganga (2000) sur la race Tswana du Botswana (470 g/j à 720 g/j).

Par contre, ils sont supérieurs à ceux obtenus par Gnanda *et al.* (2000) (135 g/j et 232 g/j) au Burkina Faso, respectivement, pour les animaux du lot témoin et ceux du lot supplémenté au rythme de deux traites par jour et par Waelti *et al.* (2003) au Mali (155 g/j) au rythme d'une seule traite par jour.

Au regard de tous ces résultats et en accord avec différents auteurs (Pal *et al.*, 1996 ; Sing et Sengar, 1990), cette différence de production pourrait être due à la

nature et à la dose du complément, à la race, au milieu d'expérimentation, à la technique de traite et au stade de lactation.

IV.2. 2. Effet de la supplémentation sur la composition physico-chimique du lait chez la Chèvre du Sahel au Sénégal

Nous avons observé une augmentation des teneurs en MS, en PB et en MG ($p < 0,05$) avec l'évolution de la lactation. Nos résultats confortent ceux de Pal et *al.* (1996) et de Mardalena et *al.* (2011) qui affirment que les constituants chimiques du lait augmentent avec la lactation à l'exception du lactose. De même, les teneurs en MG, en MS et en PB sont plus élevées dans le lot supplémenté que dans le lot témoin ce qui traduit l'effet positif de la supplémentation sur la composition nutritionnelle du lait. Saeed (2010) et Wang et *al.* (2010) avaient fait le même constat avec les antioxydants ainsi que Yang et *al.* (1986) avec la méthionine sur les vaches.

Néanmoins, nos résultats sont en contradiction avec ceux de Salama et *al.* (2010) qui avaient utilisé 204 mg/kg de zinc dans zinc-méthionine, une dose largement supérieure à la dose de 50 mg/kg recommandée par Mescally (2000) chez les chèvres. En effet, selon Salama et *al.* (2003), la proportion de méthionine dans le zinc-méthionine utilisé n'était pas assez élevée pour affecter la composition du lait. De même, les MG et les PB n'ont pas été affectées par la supplémentation avec la méthionine (Poljicak-Milas et Marenjak, 2007 ; Kudrna et *al.*, 2009) et par les antioxydants (Mardalena et *al.*, 2011). Cependant, Armentano et *al.* (1997) et Overton et *al.* (1996) avaient remarqué que la méthionine augmente respectivement les PB et les MG alors que les antioxydants n'améliorent que les MG du lait (Vasquez et *al.*, 2008).

Nos résultats sur les teneurs en MG (4,43%) et en PB (3,74%) sont meilleurs par rapport à ceux trouvés par Mbayahaga et *al.* (1994) (3,1 et 3,5%), Flores et *al.* (2007) (3,2 et 3,9%), Poljicak-Milas et Marenjak (2007) (4,32 et 3,73%) et par Mardalena et *al.* (2010) pour les teneurs en PB (3,43%). Par contre, les teneurs en MS et en MM sont similaires à celles trouvées par Poljicak-Milas et Marenjak (2007) (10,96 et 0,74%).

Bien que les résultats soient différents, tous ces auteurs avaient utilisé presque les mêmes techniques d'analyse du lait que les nôtres à l'exception de Poljicak-Milas et Marenjak (2007) qui se sont servis d'un analyseur automatique (Milcoscan 605).

Nos résultats très élevés de la composition laitière sont en accord avec les observations de Sing et Sengar (1990), Pal et *al.* (1996), Rousselot (1997),

Salama *et al.* (2003) et Gnanda *et al.* (2005) selon lesquelles les races de chèvres non laitières compensent leurs faibles productions par une concentration lipidique et protéique de leur lait très élevée. De même, ces différentes variations de la composition du lait dépendent de l'espèce, du stade de lactation (Pal *et al.*, 1996) et de l'âge, de l'alimentation, de la saison, de l'environnement, de l'état de santé et de la situation géographique (Sing et Sengar, 1990).

IV.2.3. Effet de la supplémentation sur les performances zootechniques des chevreaux du Sahel au Sénégal

La croissance des chevreaux du lot supplémenté a été plus importante que celle des chevreaux du lot témoin. Cela traduit l'effet positif de la supplémentation sur la croissance des chevreaux. Nos résultats sont en accord avec ceux de Gnanda *et al.* (2005). Selon Bourzat et Mian Oudanang (1994) et Adogla-Bessa et Aganga (2000), c'est une conséquence de la valeur laitière de la mère surtout au cours des premières semaines de vie du chevreau. D'après ces mêmes auteurs, une meilleure croissance des chevreaux est un bon indicateur de la productivité laitière élevée de leur mère. Cela peut se justifier en partie par les teneurs relativement plus importantes du lait de ces chèvres en ses composantes physico-chimiques (Gnanda *et al.*, 2005).

Les GMQ des chevreaux obtenus dans cette étude (62,5 g/j) sont similaires à ceux trouvés par Chamchadine (1994) et par Nianogo et Ilboudo (1993). Mais ils ont été plus élevés que ceux (43,28 g/j) observés par Gnanda *et al.* (2005). En effet, dans l'étude de Gnanda *et al.* (2005), les chevreaux n'avaient pas accès libre à toute la production laitière de leurs mères. Ils étaient gardés en claustration permanente et séparés des box des mères pendant toute la durée de l'étude afin d'éviter la consommation d'aliments solides.

Recommandations

Au regard de nos résultats, certaines recommandations ont été émises à l'endroit des pouvoirs publics, des chercheurs ainsi que des éleveurs.

- Aux pouvoirs publics nous recommandons :
 - de mettre en application les résultats prometteurs de cette étude de l'amélioration de la production laitière pour faire face aux importations des produits laitiers ;
 - d'encourager les chercheurs et de multiplier les centres de recherche afin de trouver d'autres alternatives possibles permettant d'améliorer la production laitière.

- Aux chercheurs nous recommandons :
 - ? de tester l'effet de la méthionine et des antioxydants sur les autres races de chèvres et même sur les autres ruminants au Sénégal;
 - ? de tester d'autres compléments disponibles localement permettant l'amélioration de la production laitière.
- Aux éleveurs nous recommandons :
 - ? de procéder à la complémentation des chèvres en lactation tout au long pendant les périodes de soudure ;
 - ? de collaborer avec les chercheurs pour l'évaluation de l'efficacité technico-économique du complément testé dans la présente étude.

Conclusion

Au Sénégal, l'élevage caprin joue un rôle socio-économique important surtout chez les éleveurs à petits revenus. Or, l'élevage de type extensif reste tributaire de ressources alimentaires dont la disponibilité, très saisonnière, constitue l'un des principaux freins à l'autosuffisance en lait et produits laitiers d'une population sénégalaise aux besoins croissants en ces denrées. La recherche de solution allant dans le sens de l'amélioration de l'utilisation digestive des ressources alimentaires pourrait être l'une des clefs de la sécurité alimentaire au Sénégal.

La présente étude qui vise à analyser l'effet de la supplémentation de la méthionine et des antioxydants sur la production laitière des chèvres de la race du Sahel au Sénégal a montré que les paramètres zootechniques étudiés chez les chèvres et les chevreaux ainsi que la qualité du lait ont été améliorés avec la supplémentation.

Ainsi, la production laitière est passée de 222,95 à 240,77 ml/j (soit + 8,89%), l'indice de consommation de 2,01 à 1,09 et la consommation alimentaire individuelle de 397,28 à 404 g/j, respectivement, chez les chèvres des lots témoin (lot 1) et supplémenté (lot 2). Durant les 13 semaines post-partum, les chèvres du lot 2 ont eu un GMQ (23,93 g/j) supérieur à celui (4,9 g/j) du lot témoin et la NEC a été plus élevée pour le lot 2 (3,03 contre 2,98).

Quant à la qualité du lait, la supplémentation a influencé significativement ($p < 0,05$) les teneurs en MM (0,84% contre 0,74 %), en protéines brutes (3,55% contre 3,73%) et en matières grasses (4,22% contre 4,43%) respectivement pour les lots témoin et supplémenté. La teneur en MS du lot 2 (10,96%) a été supérieure à celle (10,82%) du lot 1 ($p > 0,05$).

Au sevrage, le GMQ des chevreaux du lot 2 était plus élevé que celui du lot 1 (48,21 contre 36,37 g/j) de même que le poids vif moyen (6,95 kg contre 6,25 kg).

Au total, cette étude a montré qu'il est possible d'améliorer les paramètres zootechniques des Chèvres du Sahel au Sénégal à travers la supplémentation du régime alimentaire de base constitué de paille naturelle de brousse qui reste pauvre en éléments nutritifs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. Adogla-Bessa T. and Aganga A. A., 2000.** Milk production of Tswana goats fed diets containing different levels of energy. *South Afr. J. Anim. Sci.*, **30**: 77-81.
- 2. Allauddin M. E., Babar Bhatti J. A., Maqbool A., Abdullah M. and Ahmad N., 2009.** Effect of methionine Supplementation on milk Production and composition in Nili-Ravi Buffaloes. Department of Livestock Production, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore. *Pakistan J. Zool. Suppl. Ser.*, **9**: 413-416.
- 3. Armentano L. E., Bertics S. J. and Ducharme G. A., 1997.** Response of Lactating Cows to Methionine or Methionine plus Lysine added to High Protein Diets Based on Alfalfa and Heated Soybeans. *J. Dairy Sci.*, **80**: 1194–1199.
- 4. Armentano L. E., Bertics S. J. et Ducharme G. A., 1997.** Response of Lactating Cows to Methionine or Methionine Plus Lysine Added to High Protein Diets based on Alfalfa and Heated Soybeans. *J Dairy Sci.*, **80** (6): 1194–1199.
- 5. Bourzat D. et Mian Oudanang K., 1994.** Production laitière des chèvres du Sahel tchadien : quantités de lait traites et croissan des jeunes en milieu rural. *In : Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants ; Cameroun, Niger, Tchad ; Niamey, Niger, 7-12 fév. 1994.* Montpellier, France, Cirad-emvt, 31- 41.
- 6. Bouwstra R. J., Goselink R. M. A., Dobbelaar P., Nielen M., Newbold J. R. and van Werven T., 2008.** The Relationship between Oxidative Damage and Vitamin E Concentration in Blood, Milk and Liver Tissue from Vit min E Supplemented and Nonsupplemented Periparturient Heifers. *J. Dairy Sci.*, **91**: 977–987.
- 7. Broderick G. A., Stevenson M. J., Patton R. A., Lobos N. E. and Olmos Colmenero J. J., 2008.** Effect of supplementing Rumen-Protected Methionine on production and Nitrogen Excretion in lactating dairy c ws. *J. Dairy Sci.*, **91**:1092–1102.
- 8. Bulvestre. M. D., 2007.** Influence du β -Carotène sur les performances de reproduction chez la vache laitière. Thèse. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 124p.
- 9. Chamchadine M. A., 1994.** Comportement alimentaire et performance laitière des chèvres sahéliennes sur parcours naturels. Thèse : Méd. Vét. 1, Dakar, 84p.

- 10. Cissé M., M'baye M., Sam I., Korrea A. and N'diaye I 1992.** Seasonal changes in body condition of Senegalese Sahel goat. Relationship to reproductive performance. *Communication présentée à la 2ème conférence du Réseau de Recherches sur les petits Ruminants*, du 7-11 décembre 1992, Arusha, Tanzanie
- 11. Cissé M., Fall Y. et Ly I., 1996.** 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, proc. 3rd Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network*, Kampala, Uganda, 5-9 Dec. 1994. Nairobi, Kenya, ILRI : 303-308.
- 12. Corcy J. - C., 1991.** La chèvre. La maison rustique- paris, 253p.
- 13. Desnoyers M., 2008.** Intérêt de l'apport de levures sur la susceptibilité à l'acidose et le comportement alimentaire du ruminant (application à la chèvre laitière). Thèse, Inst. des Sci. et Industries du Vivant et de l'Environ. (AgroParisTech), 297p.
- 14. Devillard E., Jones A. K., Reynolds C. K., Givens D. I., Geraert P. A., Richard C. and Phipps R. H., 2007.** Effects of supplementation with isopropyl ester of a hydroxy-analogue of methionine on milk production and composition of high yielding lactating cows. *Renc. Rech. Ruminants*, **14**, 270.
- 15. Diouf L., 2004.** Etude de la production et de la transformation du lait de chèvre dans les Niayes (Sénégal). Mém. DEA, Méd. Vét. : Dakar: 12.
- 16. Djibrillou O. A., Pandey V. S., Gouro S. A. and Verhulst A., 1998.** Effect of urea-treated or untreated straw with cotton seed on performances of lactating Maradi (Red Sokoto) goats in Niger. *Livestock Production Science*, **55**: 117–125.
- 17. Farina L., 1989.** La production laitière et la croissance du chevreau pendant la période néonatale chez la chèvre locale au Burundi. *Tropicultura*, **7** (3): 103-108.
- 18. Ferdous S., Masum A. K. M., Khan M. A. S. and Islam M. A., 2010.** Comparative study of the performance of buffalo calves and cow calves by feeding Urea Molasses Block with straw based diet. *J. Bangladesh Agril. Univ.*, **8**(1): 87-90.
- 19. Flores A., Mendoza G., Pinos-Rodriguez J. M., Plata F., Vega S. and Barcena R., 2009.** Effects of rumen-protected methionine on milk production of dairy goats. *Ital. J. Anim. Sci.*, **8**: 271-275.
- 20. Faugère O., Dokes A. C., Perrot C. et Faugère B., 1990.** Elevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **43** : 261-273.

- 21. Gaddour A., Najari S. et Ouni M., 2008.** Amélioration de la production laitière caprine par le croisement d'absorption dans une oasis du Sud tunisien. Ressources animales. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **61** (1) : 57-62.
- 22. Gnanda I. B., Zoundi J. S., Nianogo A. J., 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.
- 23. Habib G., Wahidullah A., Shah B. A., Vale W. G., Bar 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 roughage's, *In: W G Vale and V.H. Barnabe (eds.). Proceedings 4th World Buffalo Congress, 2*, June 1994, 27-30, Sao Paulo, Brazil: 227-229.
- 24. Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Labban L. M., Shurbaji A., Kronfoleh A. E. R., Al-Wadi M., Amin M., Naigm T., El-Said H. and Alharres A. K., 1993.** Feeding ensiled poultry excreta to ruminant animals Syria. *Livestock Res. Rural Develop*, **5** (1): 30-38.
- 25. Jansen C. et van der Burg K., 2004.** Elevage des chèvres dans les zones tropicales. Agrodok 7, Wageningen. Pays-Bas, 103p.
- 26. Krajcovicova-Kudlackova M., Simoncic R., Bederova A., babinska K. and Bedder I., 2000.** Correlation of Carnitine Levels to Methionine and Lysine Intake. Short communication. *Physiol. Res.*, **49**: 399-402.
- 27. Kudrna V., Illek J., Marounek M. and Nguyen Ngoc A., 2009.** Feeding ruminally protected methionine to pre- and postpartum dairy cows: effect on milk performance, milk composition and blood parameters. *Czech J. Anim. Sci.*, **54**: 395-402.
- 28. Mamoudou K., 1995.** Les races d'animaux élevées en Mauritanie. *In: Animal Genetics Ressources Information*, FAO/UNEP: 3-22.
- 29. Mardalena, Warly L., Nurdin E., Rusmana W. S. N. and Farizal, 2011.** Milk quality of dairy goat by giving feed supplement as antioxidant source. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.*, **36** (3): 205-212.
- 30. Mazed M. A., Islam M. S., Rahman M. M., Islam M. A. Kadir M. A., 2004.** Effect of Urea Molasses Multinutrient Bloc on the reproductive performance of indigenous cows under the village condition of Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7** (7): 1257-1261.
- 31. 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**: 405-410.

- 32. McDowell L. R., 2002.** Recent Advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. *Pakistan Journal of Nutrition*, **1** (1): 8-19.
- 33. Meschy F., 2000.** Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Production Science*, **64** : 9–14.
- 34. Mian Oudanang K., 2000.** Production laitière de la chèvre du Sahel tchadien et croissance des jeunes. *In* : Faye B. éd. sci., *Symposium technique T1, Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique*, Poitiers, France, 20 mai 2000. Montpellier, France, Cirad-emvt, 301-307.
- 35. 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, 932-935.
- 36. Missohou A, Talaki E. and Ibrahima L., 2003.** Determination of genetic relationship between West African breeds of goat. *9th World Conference Animal Production*, 26-31 oct. 2003, Porto Alegre, Brésil.
- 37. Morand-Fehr P., 1989.** Caractéristiques nutritionnelles, besoins alimentaires et stratégies d'alimentation de la chèvre laitière dans des conditions intensives. Communication présentée à l'occasion des 19^{èmes} journées de l'ANPA à Ouarzazate, 7p.
- 38. Morand-Fehr P., 1992.** Intérêts d'évaluer l'état corporel des chèvres dans les milieux peu maîtrisés. *Capricorne*, **5**: 9-14.
- 39. Moulin C. H. et Faugère O., 1996.** Elevage des petits ruminants au Sénégal. Pratique de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la communauté rurale de Kaynor (Sine Saloum Sénégal). *Rev. Elev. Méd.Vét. Pays Trop.*, **43** : 22-31.
- 40. Nianogo J. A. and Ilboudo C. P., 1993.** Effect of energy level on milk production by Mossi ewes and Sahelian does. *In: Proc. 2nd Biennial conference of the African Small Ruminant Research Network*, Arhusa, Tanzani, 7-11 Dec. 1992. Nairobi, Kenya, IILRI: 197-201.
- 41. Nyarko-Badohu D. K., Kayouli C., Ba A. A. and Gasmi A., 1993.** Valorisation of cereal straws in the feeding 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.
- 42. Ouedraogo/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** : 32-36.
- 43. Ousseini H., 2011.** Analyse socio-économique du mouton Ladoum dans la commune de Thiès/Sénégal. *Mém. Méd. Vét.*, 6.

- 44. Overton T. R., La Count D. W., Cicela T. M. and Clark J. H., 1996.** Evaluation of a Ruminally Protected Methionine Product for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* **79**: 631-636.
- 45. Pal U. K., Saxena V. K., Agnihotri M. K. and Roy R., 1996.** Effect of season, parity and stage of lactation. On the composition of Jamunapari goats milk. *Int. J. Anim. Sci.*, **11**: 245-248.
- 46. Pastre O., 2005.** Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse : TOU 3 – 4116. Université Paul-Sabatier de Toulouse, 117p.
- 47. Poljicak-Milas N. and Marenjak T. S., 2007.** Dietary supplement of the rumen protected methionine and milk yield in dairy goats. Dep. of pathophysiology, Faculty of Veterinary Medicine University of Zagreb, Croatia. *Arch. Tierz., Dummerstorf*: 273-278.
- 48. 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.
- 49. Rémond B., Bany J., Garel J. P. et Ollier A., 1989.** Effet de l'apport de la D, L méthionine, protégée de sa dégradation dans le rumen aux vaches laitières pendant le début de la lactation. *Ann. Zootech.*, **38** : 129-137.
- 50. Rousselot M. C., 1997.** Maîtrise et amélioration de la qualité nutritionnelle du lait de chèvre par l'alimentation. *In : Freund G. éd. sci., Acte colloque Le lait de chèvre, un atout pour la santé*, Niort, France, 7 nov. 1996. Versailles, France, Inra, 10-21.
- 51. Rulquin H., Pradel P., Devillard E. and Robert J. C., 2007.** Did the isopropyl ester of the methionine hydroxyl analogue increase the energy content of the diet? *Renc. Rech. Ruminants*, 14p.
- 52. Saeed S., 2010.** Effect of Selenium Supplementation from Various Dietary Sources on the Antioxidant and Selenium Status of Dairy Cows and Trace Element Status in Dairy Herds. *International Dairy Journal Animal*, **16**: 662-668.
- 53. Salama A. A. K., Caja G., Albanell E., Such X., Casals R. and Plaixats J., 2003.** Effects of dietary supplements of zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. *J. Dairy Research*, **70**: 9–17.
- 54. Seydi M. and Ndiaye M., 1993.** Acidity and microbiology flora contaminating senegalense reconstituted curdled milk production on small scale. *Bull. de la Société Médicale d'Afrique Noire de langue Francophone*, **38** : 61-67.
- 55. Sharma N., 2007.** Alternative Approach to Control Intramammary Infection in Dairy Cows: A Review. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, **2** (2): 50-62.

- 56. Singh S. N. and Sengar O. P. S., 1990.** Studies on the combining ability of desirable characters of important goat breeds. Final Technical Report. RBS College Bichpuri, Agra, India. p. 1-480.
- 57. Singh P. R. and Singh M., 2003.** Effect of UMMB supplementation on milk production in buffaloes and cows: an on farm trial. *Indian journal of Animal Nutrition*, **20** (10): 1-5.
- 58. Smith J., Sipocz P., Cenkvari E. and Sipocz J., 1999.** Use of protected methionine (Mepro M 85) in cattle. *ACTA Vet Hung.*, **47** (4): 409-418.
- 59. Sretenovic L., Aleksic S., Petrovic M. P. and Miscevic B., 2007.** Nutritional factors influencing improvement of milk and meat quality as well as productive and reproductive parameters of cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **23** (5-6): 217-222.
- 60. Tedonkeng Pamo E., Boukila B. Fonteh F. A., Tendonkeng F. et Kana J.R., 2005.** Composition chimique et effet de la supplémentation avec *Calliandra calothyrsus* et *Leucaena leucocephala* sur la production laitière et la croissance des chevreaux nains de Guinée. *Livest. Res. Rural Develop.*, **17** (3), 2005.
- 61. Tiwari S. P., Singh U. B. and Mehra U., 1990.** Urea Molasses Mineral Blocks as feed supplement: effect on growth and nutritive utilisation in buffalo calves. *Animal feed Science and Technology*, **29**: 333-341.
- 62. van Ryn M., 2009.** Relationship of Copper, Zinc and Selenium Status with Udder Health and Mastitis. Incidence in the Cal Poly Holstein Herd. Dairy Science Department. California Polytechnic State University. 37p.
- 63. Vazquez-A., Nocek J., Bowman G., T. Hampton, Atwell C., Vazquez P. and Jenkins T., 2008.** Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen, and fatty acid metabolism. *J. Dairy Sci.*, **90**: 4361- 4867.
- 64. Waelti P., Kone I., Barry A., Diarra M. et Niangado 2003.** Production laitière des petits ruminants, lutte contre la malnutrition et diversification des revenus dans la commune de Cinzana (Mali). *Etud. Rech. Sci.*, Bamako, **8-9**: 117-125.
- 65. Wang C., Liu H. Y., Wang Y. M., Yang Z. Q., Liu J. X., Wu Y. M., Yan T. and Ye H. W., 2010.** Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **93**: 3661–3670.
- 66. Wang Y. M., Wang J. H., Wang C., Wang J. K., Chen B., Liu J. X., Cao H. and Guo F. C., 2010.** Effect of Dietary Antioxidant and Energy Density on Performance and Antioxidative Status of Transition Cows. *Asian- Aust. J. Anim. Sci.*, **23** (10): 1299-1307.

- 67. Weiss, W. P., 2009.** Antioxidants Nutrients and Milk Quality. Originally presented at the Roche Symposium, Pacific Northwest Nutrition Conference, October 2002, Vancouver, British Columbia, Canada, 10 p.
- 68. Yang C. M. J., Schingoethe D. J., and Casper D. P., 1986.** Protected Methionine and Heat-Treated Soybean Meal for High Producing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* **69**: 2348-2357.
- 69. Yang W. R., Sun H., Wang Q. Y., Liu F. X. and Yang Z. B., 2010.** Effects of Rumen-Protected Methionine on Dairy Performance and Amino Acid Metabolism in Lactating Cows. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, **5** (1): 1-7.
- 70. Zhao X. and Lacasse P., 2008.** Mammary tissue damage during bovine mastitis: Causes and control. *J Anim Sci.*, **86**: 57-65.
- 71. Zoundi S. J., Nianogo J. A. et Sawadogo L., 2003.** Effet de la complémentation avec des blocs multinutritionnels sur la dégradabilité des fourrages pauvres utilisés dans l'alimentation des ovins du plateau central au Burkina Faso. *Agronomie Africaine*, **15** (2): 77-92.

Webographie

- 1. Alexandre G., Fleury J., Coppry O., Archimede H., and Xande 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 Devel.* **14** (1) 2002, URL address: [<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/1/alex141.htm>] (consulté le 16/2/2011).
- 2. Faftine O. L. J. and Zanetti A. M., 2010:** Effect of multinutrient block on feed digestibility and performance of goats fed maize stover during the dry season in south of Mozambique. *Livestock Research for Rural Development*, **22** (162), URL address: [<http://www.lrrd.org/lrrd22/9/faft22162.htm>] (consulté le 6/2/2011).
- 3. Misra A. K., Subba Reddy G. and Ramakrishna Y. S., 2006.** Participatory on-farm evaluation of urea molasses mineral block as a supplement to crossbred cows for dry season feeding in rain-fed agro-ecosystem of India. *Livestock Res. Rural Develop.*, **18** (24), URL address: [<http://www.lrrd.org/lrrd18/2/misr18024.htm>] (consulté le 24/2/2011).
- 4. Moujahed N., Kayouli C. et Raach-Moujahed A., 2003.** La complémentation des fourrages pauvres par les blocs multinutritionnels chez les ruminants (Revue). 1- Principes de base et aspects pratiques. *Livestock Res. Rural Develop.*, **15** (3), URL address: [<http://www.lrrd.org/lrrd15/3/mouj153.htm>] (consulté le 26/1/2011).
- 5. Triki S., Benmessaoud N. E. et Ghozlane F., 2010.** Valeur alimentaire comparée de la paille de céréales traitées à l'urée ou à l'ammoniac. *Livestock*

Research for Rural Development, **22** (17), URL address:
[<http://www.lrrd.org/lrrd22/1/trik22017.htm>] (consulté le 26/1/2011).

RESUME	ABSTRACT
<p>Dans le but de tester les effets de la supplémentation de la méthionine et des antioxydants sur la production laitière chez les Chèvres du Sahel au Sénégal, 53 chèvres (2,5 ans en moyenne) choisies après échographie et 15 boucs ont été achetés en juin 2011. Les chèvres ont été synchronisées et mises aux mâles. Ils étaient conduits au pâturage naturel et complétés de retour par des tourteaux d'arachides et du son de blé jusqu'à la mise-bas. A la mise-bas, 12 femelles ont été réparties en deux lots et nourries à volonté par la paille de brousse et avec 175 g de compléments contenant un complexe antioxydants-méthionine (lot 2 ou lot supplémenté) ou non (lot 1 ou témoin). La répartition en lots tenait compte de leur note d'état corporel, du poids de la mère et des petits et du nombre de petits. Chaque semaine à la veille du contrôle laitier, les chevreaux étaient séparés de leurs mères et le lendemain, les chèvres étaient traitées manuellement et pesées de même que les petits. Un échantillon de lait était prélevé pour analyses selon une adaptation de la norme AFNOR. La note d'état corporel était déterminée en utilisant la méthode proposée par Morand-Fehr (1992).</p> <p>Le pic de lactation a été atteint à la 2^{ème} et à la 3^{ème} semaine de lactation, respectivement, pour les lots témoin ($297,83 \pm 44,56$ ml/j) et supplémenté ($326 \pm 38,86$ ml/j). Une augmentation de la production laitière moyenne de 8% a été observée chez les chèvres supplémentées ($242,77 \pm 64,23$ ml/j) comparées aux témoins ($222,95 \pm 2,61$ ml/j). La Note d'état corporel et le gain moyen quotidien ont varié durant les 13 semaines post-partum, mais à la fin de l'expérimentation, ce sont les chèvres supplémentées qui ont eu un gain moyen quotidien et une NEC élevés par rapport aux témoins, respectivement, $23,93 \pm 4,9$ g/j et $3,03$ contre $2,98$. Quant à la qualité du lait, la supplémentation a influencé significativement ($p < 0,05$) la teneur en matières minérales ($0,74$ contre $0,84$ %), en protéines brutes ($3,73$ contre $3,55$ %) et en en matières grasses ($4,43$ contre $4,22$ %) respectivement pour les lots supplémenté et témoin. La teneur en matière sèche du lait ($10,96$%) a été supérieure à celles ($10,82$%) du lot 1 ($p > 0,05$). Au sevrage, le gain moyen quotidien des chevreaux du lot 2 était plus élevé que celui du lot 1 ($48,21$ contre $36,37$ g/j) de même que leur poids vif ($6,95$ kg contre $6,25$ kg).</p>	<p>To investigate the effects of the supplementation of Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants on milk production in Senegal, 53 females (2.5 old years) checked for pregnancy by echography and 15 males of the Sahelian Goat were purchased in June 2011. They were mated, grazed on natural pastures and were supplemented with a groundnut cake and wheat bran base concentrate until kidding. 12 of the synchronized lactating females were fed <i>ad libitum</i> natural straw and 175 g of a concentrate containing (control or treatment 1) or not (treatment 2 or supplemented group) a mix of Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants. The two groups were balanced on number of kids /dam, body score and weights. Every week they were separated from their kids, hand milked and weighted. Body score was determined according to the technique described by Morand-Fehr (1992). Milk production was measured individually and samples of milk were submitted to chemical analysis according to techniques recommended by the Association Française de Normalisation (AFNOR).</p> <p>In control animals the peak of lactation reached after two weeks of lactation was 297.83 ± 44.56 ml/d while it was 326 ± 38.86 ml/d after 3 weeks in supplemented goats. An 8% of daily milk production improvement was observed in treatment 2 (242.77 ± 64.23 ml/d) in comparison to control animals (222.95 ± 2.61 ml/d). Body conditions and average daily gain fluctuated during the trial but were improved at the end to the experiment in the two groups with a slight advantage in treatment 2. The supplementation significantly improved milk dry matter (0.74% versus 0.84 %), milk proteins (3.55% versus 3.73%) and milk fat (4.43% versus 4.22 %). At weaning, kids of the supplemented group were heavier than those of the control group (6.95 kg versus 6.25 kg).</p>
<p>Mots clefs : Chèvre du Sahel, supplémentation, complexe antioxydants-méthionine, production et composition du lait, croissance</p>	<p>Key words: Sahelian Goats, supplementation, Methionine Hydroxy Analog and dietary antioxidants, milk production and quality, growth rate</p>
<p>Adresse: Institut Supérieur d'Agriculture (ISA Gitega), BP. 35 Gitega (Burundi) e.mail : gregoirenahi@yahoo.fr Tél : 00257-79584801</p>	