

Rapports PSS N° 23

Production Soudano-Sahélienne (PSS)
Exploitation optimale des éléments nutritifs en élevage

Projet de coopération scientifique

Influence de la supplémentation azotée sur le comportement fourrager des taurillons utilisant la strate herbacée du parcours naturel en saison sèche

**Thèse pour obtenir le titre de Docteur de Spécialité, Option : Nutrition
animale**

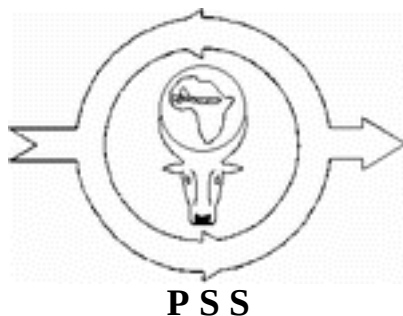
à l'Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée*

Adama Ballo**

* ISFRA, B.P. 241, Bamako

** Institut d'Economie Rurale (IER), B.P. 258, Bamako

IER, Bamako
AB-DLO, Wageningen, Haren
DAN-UAW, Wageningen



Rapports PSS N° 23

Wageningen, 1996

Rapports du projet Production Soudano-Sahélienne (PSS)

Numéro 23

Table des matières

- [Avant-propos](#)
- [Résumé](#)

- [1. Introduction générale](#)
- [2. Influence de la supplémentation sur le comportement fourrager des taurillons sur la strate herbacée du parcours naturel en saison sèche](#)
 - [2.1. Introduction](#)
 - [2.2. Matériels et méthodes](#)
 - [2.2.1. Dispositif expérimental](#)
 - [2.2.1.1. Choix de la superficie du couloir.](#)
 - [2.2.1.2. Utilisation des placettes et des placeaux](#)
 - [2.2.2. Parcours naturel](#)
 - [2.2.2.1. Localisation géographique](#)
 - [2.2.2.2. Climat](#)
 - [2.2.2.3. Les sols](#)
 - [2.2.2.4. La végétation](#)
 - [2.2.3. Petits matériels](#)
 - [2.2.4. Animaux](#)
 - [2.2.5. Aliments](#)
 - [2.2.6. Détermination des niveaux de supplémentation](#)
 - [2.2.7. Durée de l'étude](#)
 - [2.2.8. Mesures](#)
 - [2.2.8.1. Biomasse avant pâture des animaux](#)
 - [2.2.8.2. Comportement](#)
 - [2.2.8.3. Décompte des coups de dent des animaux](#)
 - [2.2.8.4. Biomasse après pâture](#)
 - [2.2.8.5. Ingestion apparente des animaux](#)
 - [2.2.8.6. Sélectivité des animaux](#)
 - [2.2.8.7. Echantillonnage](#)
 - [2.2.8.8. Analyses chimiques](#)
 - [2.2.8.9. Analyses statistiques](#)
 - [2.2.9. Analyses](#)
 - [2.2.9.1. Estimation de la biomasse avant l'entrée des animaux dans le couloir.](#)
 - [2.2.9.2. Estimation de la biomasse après la sortie des animaux](#)
 - [2.2.9.3. Estimation de l'ingestion apparente des animaux](#)
 - [2.2.9.4. Sélectivité des animaux par rapport aux espèces herbacées](#)
 - [2.2.9.5. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes](#)
 - [2.2.9.6. Facteurs pouvant influencer les résultats](#)
 - [2.3. Résultats](#)
 - [2.3.1. Disponibilité fourragère](#)

- [2.3.2. Corrélations entre disponibilité fourragère, temps de pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture, poids du coup de dent et ingestion apparente des animaux](#)
- [2.3.3. Qualité moyenne des principales espèces herbacées appréciées](#)
- [2.3.4. Activité pâture des animaux](#)
- [2.3.5. Nombre de coups de dent des animaux](#)
- [2.3.6. Intensité de pâture des animaux](#)
- [2.3.7. Poids du coup de dent des animaux](#)
- [2.3.8. Ingestion apparente des animaux](#)
- [2.3.9. Sélectivité des animaux](#)
 - [2.3.9.1. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées](#)
 - [2.3.9.2. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes \(tiges et feuilles\)](#)
- [2.4. Discussions](#)
 - [2.4.1. Disponibilité fourragère](#)
 - [2.4.2. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le temps consacré par les animaux à l'activité pâture](#)
 - [2.4.3. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le nombre de coups de dent des animaux](#)
 - [2.4.4. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'intensité de pâture des animaux](#)
 - [2.4.5. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le poids du coup de dent des animaux](#)
 - [2.4.6. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'ingestion apparente des animaux](#)
 - [2.4.7. Sélectivité des animaux](#)
 - [2.4.7.1. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées](#)
 - [2.4.7.2. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes](#)
- [2.5. Conclusions](#)
- [3. Selectivité des bovins sur la strate herbacée pendant la période de croissance végétative d'un parcours amélioré](#)
 - [3.1. Introduction](#)
 - [3.2. Matériels et méthodes](#)
 - [3.2.1. Banque fourragère \(historique\)](#)
 - [3.2.2. Animaux](#)
 - [3.2.3. Taux de charge](#)

- [3.2.4. Paramètres](#)
 - [3.2.4.1. Biomasse avant pâture](#)
 - [3.2.4.2. Biomasse après pâture](#)
 - [3.2.4.3. Ingestion apparente des animaux](#)
 - [3.2.4.4. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées](#)
- [3.3. Résultats](#)
- [3.4. Discussions](#)
 - [3.4.1. Graminées](#)
 - [3.4.2. Légumineuses](#)
 - [3.4.3. Autres herbacées](#)
 - [3.4.4. Stylosanthes hamata](#)
- [3.5. Conclusion](#)
- [4. Comportement pondéral des animaux](#)
 - [4.1. Introduction.](#)
 - [4.2. Matériels et méthodes](#)
 - [4.2.1. Parcours naturel](#)
 - [4.2.2. Animaux](#)
 - [4.2.3. Périodes](#)
 - [4.3. Résultats](#)
 - [4.4. Discussions](#)
 - [4.5. Conclusions](#)
- [5. Conclusions et recommandations](#)
- [Bibliographie](#)
- [Liste des symboles et abréviations](#)
- [Annexe 1 Disponibilité fourragère sur les types de végétation](#)
- [Annexe 2 Variations des paramètres mesurés en fonction des mois, des types de formation et de la supplémentation](#)
- [Annexe 3 Influence des types de formation et de la supplémentation sur la préférence alimentaire des animaux](#)
- [Annexe 4 Evolution du poids vif des animaux](#)
- [Annexe 5 Teneur moyenne en azote des principales espèces herbacées appréciées par les animaux](#)

« The research for this publication was financed by the Netherlands' Minister for Development Co-operation. Citation is encouraged. Short excerpts may be translated and/or reproduced without prior permission, on the condition that the source is indicated. For translation and/or reproduction in whole the Section DST/SO of the aforementioned Minister should be notified in advance (P.O. Box 20061, 2500 EB The Hague). Responsibility for the contents and for the opinions expressed rests solely with the authors; publication does not constitute an endorsement by the Netherlands' Minister for Development

Co-operation ».

Avant-propos

La présente étude été financée conjointement par les Pays-Bas et le Mali. Elle a été exécutée dans le cadre du projet « Production Soudano-Sahélienne (PSS) » avec comme objectif, la formation pour le renforcement de la capacité de recherche au Mali.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux autorités maliennes et néerlandaises pour la fourniture des moyens qui ont permis de mener à terme cette étude.

J'adresse mes sincères remerciements :

A la Direction générale de l'Institut d'Economie Rurale (IER) pour l'intérêt tout particulier qu'elle a bien voulu accordé à cette formation.

A la Direction Générale de l'Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA) pour avoir assuré la formation.

A la Direction Journalière du projet PSS et les secrétaires en particulier Mlle Aminata Koita pour leur disponibilité constante au cours de la formation.

Au personnel de la Station de Recherche Agronomique de Niono.

Au personnel du Laboratoire de Nutrition Animale de Sotuba.

Je remercie tout singulièrement :

Dr Jan J.M.H. Ketelaars, spécialiste en Nutrition Animale à l'Institut de Biologie Agronomique et de la Fertilité du Sol (AB-DLO, Pays-Bas) pour avoir accepté d'être le directeur de thèse.

Dr Ignas Heitkonig, spécialiste en Nutrition Animale au Département de l'Ecologie et de l'Aménagement de la Nature à l'Université Agronomique de Wageningen (Pays-Bas) pour avoir accepté d'être le tuteur de thèse. Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance pour l'attention particulière avec laquelle il a dirigé la thèse par ses observations et conseils combien utiles.

Mr Patrick Baudot, Professeur à l'ISFRA pour avoir accepté d'être le Président du jury.

Dr Maïmouna S. Dicko, spécialiste en Nutrition Animale pour la pertinence de ses observations sur le protocole de recherche et pour avoir accepté d'être membre du jury.

Mr Abdoul Aziz Coulibaly, Professeur à l'ISFRA pour avoir accepté d'être membre du jury.

Dr Modibo T.Traore, pour tous les services aussi bien matériels que financiers apportés et pour n'avoir ménagé aucun effort pour l'aboutissement heureux de la formation.

Dr Abou Bacayoko, pour l'assistance technique et morale qu'il n'a cessé de nous apporter tout au long de cette formation.

Dr Alassane Cisse, professeur à l'Ecole Normale Supérieure pour ses suggestions et conseils utiles pendant toute la durée de la formation.

Dr Abdarhamane Diallo, pour le soutien moral apporté.

Mr Gert Kaasschieter, zootechnicien à l'AB-DLO (Pays-Bas) pour sa collaboration technique tout au long de cette formation.

Mr Yacouba Coulibaly, nutritionniste IER, pour sa collaboration technique au cours de la formation.

Mr Fousséni Dembele, zootechnicien, superviseur des travaux pour son dévouement et ses suggestions.

Mr Karounga Camara, Ingénieur statisticien à l'IER pour son concours dans le traitement des données.

Mr Mamadou Dembele et Abdoulaye Sanogo (observateurs) pour le courage et le dévouement avec lesquels ils ont suivi les travaux.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué techniquement, matériellement et socialement à la réalisation de cette étude.

*A mon père Sékou,
A ma mère Aminata Sangare,
qui m'ont toujours entouré de leur affection.*

*A mes enfants Mohamed et Sékou,
A leur mère Bintou Founé Kone,
pour les privations dont ils ont souffert tout au long de ces années
et en témoignage de toute mon affection.*

Résumé

Le parcours naturel du Ranch de Niono est composé de trois unités de végétation : dunes, plaines limoneuses et dépressions. Pour connaître l'influence des facteurs quantité, qualité, composition floristique du tapis herbacé en saison sèche et des effets d'une supplémentation azotée sur le comportement sélectif des animaux, un essai a été exécuté avec trois lots de deux têtes chacun (1, 2 et

3). Les lots 2 et 3 reçoivent respectivement 15 % et 60 % de leur ingestion volontaire prévue en tourteau de coton ; le lot 1 étant témoin. Les animaux pâturent sur une aire de 25 m² délimitée par un grillage.

- Les variables temps de pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture, poids du coup de dent et ingestion apparente des animaux sont influencés par la quantité de biomasse disponible.
- Pour une qualité moyenne des herbacées diminuant des dunes aux dépressions (11, 7 et 4 g N kg⁻¹ MS), le poids du coup de dent des animaux diminue dans le même sens (11,18 ; 0,9 et 0,62 g MO). Plus le fourrage est de bonne qualité, plus grand est le poids du coup de dent des animaux. La sélectivité de l'animal diminue avec la qualité du fourrage.
- Sur dunes et dans les dépressions les graminées sont rejetées par les animaux avec des indices de préférence alimentaire de -0,06 et -0,02 alors que sur les plaines limoneuses elles ne sont pas sélectionnées (0,00). La composition floristique du tapis herbacé influence le comportement sélectif des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées.
- Quand les animaux sont soumis à une supplémentation azotée, le poids de leur coup de dent augmente : 0,81, 0,88 et 1,00 g MO pour respectivement les lots 1, 2 et 3. La supplémentation azotée apparemment diminue la sélectivité des animaux au niveau de parties des plantes.
- La supplémentation azotée provoque un abaissement du niveau d'ingestion volontaire des animaux sur pâturage : 368, 280 et 213 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute pour les lots 1, 2 et 3.
- L'apport d'une grande quantité de supplément azoté amène les animaux à sélectionner les graminées.
- Quelque soit le niveau d'alimentation, les animaux sélectionnent les légumineuses et autres herbacées.
- Les légumineuses naturelles et autres herbacées sont au moment de l'installation de la végétation sélectionnées par rapport à la légumineuse introduite *Stylosanthes hamata*.
- La supplémentation azotée en saison sèche augmente significativement la croissance pondérale des animaux : 256 kg et 231 kg pour les lots 3 et 2 contre 184 kg pour le lot 1.

Mots clés

Pays tropicaux/ Sahel/ Pâturages naturels/ Taurillons/ Supplémentation azotée/ Sélectivité.

1. Introduction générale

Au cours de notre siècle, une démographie galopante, accompagnée d'une concentration démesurée de population dans des centres urbains, a fortement accentué la pression sur les populations rurales pour les obliger à produire toujours plus bien au-delà de leurs besoins normaux. Pendant longtemps cette exigence a pu être satisfaite en étendant les surfaces cultivées. Des terres marginales et des terrains fragiles ont donc été exploités de manière indiscriminée ; il ne fût pas tenu compte des risques de dégradation, et des dommages plus ou moins permanents qu'une telle exploitation pouvaient engendrer à la longue, quant à leur capacité de production ([Veeneklaas et al., 1990](#)). Ce qui fait qu'en zone soudano-sahélienne, les systèmes d'exploitation agricole aujourd'hui sont souvent caractérisés par une surexploitation des terres, entraînant une dégradation des ressources naturelles, et en conséquence une baisse de la productivité en général. A l'heure actuelle, une expansion de surface devient insuffisante pour faire face à la demande alimentaire toujours plus importante, et en accroissement constant (Veeneklaas et al., 1990). Le problème d'autosuffisance alimentaire se pose avec acuité malgré les

efforts des programmes de développement rural.

La contrainte majeure à la production agricole en zone soudano-sahélienne est la pauvreté des sols et des pâturages en éléments nutritifs, notamment l'azote et le phosphore ([Penning de Vries & Djitèye, 1982](#)).

L'exploitation dans les conditions traditionnelles d'élevage de ces pâturages n'assure une production animale que durant trois à quatre mois d'hivernage. On enregistre dans les élevages extensifs des gains de poids journaliers variant de 1,14 kg en Juillet à 0,28 kg en Octobre (Dicko & Sangaré, 1980). Pendant la longue saison sèche qui dure 7 à 9 mois de l'année, les animaux souffrent d'un manque quantitatif et qualitatif de fourrage par la faible teneur en azote et du taux élevé de cellulose et de lignine des pailles qui deviennent l'aliment prédominant. La digestibilité et l'ingestion réduites des fourrages grossiers en saison sèche résultent en une sous-alimentation conduisant à un amaigrissement des animaux. Dicko & Sangaré (1980) rapportent des pertes de poids de 15 à 20 % du poids initial des bovins en fin de saison sèche (Mai-Juin).

Selon Pieri (1989), une intensification des cultures vivrières (source de résidus) et la réalisation de monoculture de fourrages grâce à un apport efficace d'azote et de phosphore dans le sol tout en maintenant l'équilibre et la stabilité de l'agro-système est une alternative pour l'allègement de la sous-alimentation du bétail en saison sèche.

Le projet Production Soudano-Sahélienne préconise également la rentabilisation des intrants azote et phosphore dans la production primaire et secondaire, sans que la disponibilité de ces éléments nutritifs dans le sol ne soit affectée. C'est dans ce cadre que le projet Production Soudano-Sahélienne a initié à travers son Equipe Exploitation Fourragère une série de thèmes visant à une valorisation des ressources fourragères disponibles comme les sous produits agricoles et agro-industriels.

Les recherches de cette équipe sont orientées vers l'utilisation la plus efficace des suppléments fourragers en stabulation (étables) aussi bien qu'en milieu réel (pâturages naturels) tout en tenant compte de la sélectivité de l'animal.

La sélectivité est définie comme étant le choix du fourrage par le bétail qui est déterminé par l'appétibilité relative, les possibilités physiques de l'espèce animale en question par rapport à la répartition dans l'espace des espèces et parties végétales à diverses appétibilités relatives, et par la charge de bétail ([Breman & De Ridder, 1991](#)).

La préférence alimentaire des animaux pâturant librement est un concept très important pour l'estimation précise de la production animale. L'existence de la sélectivité complique l'estimation de la productivité animale pour une offre donnée. En effet, même dans le cas d'une répertoriación précise des fourrages présents et de leur qualité, le choix des animaux et, en conséquence leur ingestion d'énergie reste incertain (Ketelaars, 1991). Grâce à la sélectivité, la qualité du menu du bétail ne correspond pas à la qualité moyenne de la biomasse tant que cela est possible. C'est un phénomène qui a l'avantage d'améliorer la valeur nutritive de l'ingéré. La plupart du temps, le menu présente une plus grande

digestibilité et un plus grand taux d'azote et de minéraux (Diallo, 1978).

De plus, la connaissance des préférences alimentaires permet de juger de l'adéquation entre les ressources fourragères et la population animale qui les exploite : on peut en effet espérer qu'à terme, il sera possible de déterminer pour les différents types de pâturages tropicaux, la composition plurispécifique du cheptel et la charge permettant de maintenir la végétation en équilibre ou de l'améliorer et d'optimiser les productions zootechniques (Nolan & Connolly, 1980). Cette préférence alimentaire des animaux n'est pas nécessairement le meilleur et l'unique critère d'exploitation maximum des ressources du pâturage, par contre il faut le connaître pour réaliser une gestion optimale ([Breman & De Ridder, 1991](#)).

Au cours de cette étude, l'accent sera surtout porté sur le comportement sélectif des animaux sur le tapis herbacé des parcours naturels en comparaison avec un parcours amélioré. Elle comporte les chapitres suivants :

- * Influence d'une supplémentation riche en azote sur le comportement sélectif des animaux sur parcours naturel en saison sèche.
- * Le comportement sélectif des animaux sur un parcours amélioré.
- * Influence de la supplémentation sur le comportement pondéral des animaux.
- * Conclusion générale et recommandations.

2. Influence de la supplémentation sur le comportement fourrager des taurillons sur la strate herbacée du parcours naturel en saison sèche

2.1. Introduction

Une perspective d'amélioration de la production animale est l'utilisation des suppléments de bonne qualité dans la ration afin d'augmenter la valeur alimentaire des fourrages grossiers. De nombreux essais en station en vue d'augmenter la production animale se sont révélés concluants avec l'amélioration de la valeur alimentaire des fourrages grossiers en les supplémentant avec les sous-produits de récolte et des sous-produits agro-industriels riches en azote et ou en énergie (fanés de niébé, fanés d'arachide, tourteau de coton et mélasse par exemple (Calvet, 1973 ; Bacayoko, 1988 ; Ballo, 1993 ; Kané, 1993).

Le transfert des résultats de supplémentation de station en milieu réel conduit à des erreurs d'appréciation des effets de la supplémentation, car le comportement alimentaire de l'animal aux étables diffère de son comportement au pâturage.

L'étude du comportement alimentaire d'animaux supplémentés dans le milieu réel s'impose compte tenu du fait que 80 % des ruminants de cette zone vivent sur le mode extensif utilisant comme seules ressources alimentaires, les fourrages des parcours naturels (Dicko & Sangaré, 1980).

Les études de comportement ont été entrepris dans le but:

- d'obtenir des informations pouvant améliorer la gestion des pâturages et des troupeaux (Johnston Wallace *et al.* 1944 ; Aughes *et al.*, 1951 ; Hancock *et al.*, 1953) ;
- permettre une meilleure compréhension de l'ingestion volontaire et des performances des animaux qui pâturent (Lohgreen *et al.* , 1957 ; Winter *et al.*, 1980).

Les études de comportement du bétail en Afrique de l'Ouest sont récentes. Innes *et al.* (1964) au Ghana, Haggard (1968) et Raay *et al.* (1974) au Nigéria ; Garnier *et al.* (1977) au Niger ; Diallo (1978) et Dicko & Sangaré (1980) au Mali ; Guerin (1985) au Sénégal ; Malher *et al.* (1991), Schecht *et al.* (1993) au Mali se sont intéressés au comportement alimentaire de bovins et de certains systèmes d'élevage traditionnel de ces pays.

Mais il manque à ces études la connaissance de l'incidence de la supplémentation sur le comportement alimentaire des animaux au pâturage ; d'où l'importance de ce présent sujet.

Pour la couverture de leurs besoins (entretien + production), les animaux ont besoin d'énergie, d'azote et de minéraux fournis par l'alimentation. La strate herbacée en zone soudano-sahélienne constituée en majorité de graminées annuelles perd rapidement sa valeur nutritive et est réduite en pailles notamment en saison sèche. C'est cette strate herbacée qui constitue la source alimentaire exclusive des bovins dans la zone.

Les pailles ont une teneur élevée en glucides pariétaux de faible digestibilité, sont pauvres en azote, carencées en minéraux majeurs et oligo-éléments et sont dépourvues de vitamines. Elles représentent cependant une source d'énergie (certes très lentement digérée) pour les ruminants. Ces derniers grâce à leur rumen (flore microbienne) peuvent en effet les dégrader (Chenost, 1987).

Une bonne activité microbienne nécessite la satisfaction des besoins nutritionnels très précis de ces microbes. La supplémentation des fourrages pauvres à pour objectif, la création dans le rumen de conditions physico-chimiques optimales pour une bonne digestion microbienne ; pour cela une mise à la disposition des microbes des facteurs de croissance est indispensable. Il faut de l'azote fermentescible permettant d'atteindre une concentration optimale en ammoniacale de 20 mg/100 ml (Preston & Leng, 1987) cité par Fall, 1993. La présence de glucides fermentescibles est nécessaire à la satisfaction des besoins en énergie des micro-organismes pour leur croissance.

La supplémentation azotée, en augmentant l'activité cellulolytique de la flore microbienne du rumen, accélère la vitesse de digestion des polysides pariétaux des pailles.

Des recherches menées sur herbivores sauvages suggèrent que le facteur limitant est protéique pour les herbiphiles et énergétique pour les ligniphiles (Owen-Smith, 1982 ; Owen-Smith & Cooper, 1989).

A quoi peut-on s'attendre en corrigeant le faible taux d'azote de la ration en saison sèche par un apport alimentaire riche en azote (le tourteau de coton par exemple) aux animaux ?

La supplémentation en aliments riches en protéines peut influencer le comportement alimentaire en abaissant la sélectivité au pâturage. En effet, les animaux supplémentés ayant déjà satisfait plus ou moins leurs besoins en protéines, il ne leur sera pas nécessaire de sélectionner autre source alimentaire riche en azote.

Hypothèses :

Le comportement est une totalité complexe, composée et déterminée par divers éléments. Ces éléments concernent l'animal et le milieu. Si aux étables, les animaux ont le choix entre diverses parties de la plante, sur pâturages naturels ce choix est encore plus élargi aux espèces de plantes mais avec une densité de fourrage plus faible par rapport aux étables.

La fertilité du sol et la pluviométrie sont les deux facteurs limitant surtout la croissance dans les pâturages naturels du sahel. Le substrat dans bien des parties de la région sahélienne est fortement hétérogène, l'hétérogénéité qui se traduit dans la physionomie de la végétation en raison de la redistribution de l'eau qu'elle entraîne au niveau du sol (Cissé, 1986). Cette diversité des substrats conduit à une variation de la qualité des herbages qui y poussent.

L'influence du substrat sur la qualité se manifeste par des fluctuations importantes pour une même espèce, indépendamment de l'âge. Les animaux à la recherche de nourriture exploitent les formations végétales différentes suivant la quantité et la qualité de la biomasse végétale herbacée.

1. Changent-ils de comportement suivant qu'ils se trouvent sur telle ou telle formation végétale ?
2. Les animaux non supplémentés sont plus sélectifs cherchant les espèces herbacées avec une teneur en éléments nutritifs relativement élevée (par exemple l'azote) comme les légumineuses et/ou les parties de plantes beaucoup moins lignifiées et les plus digestibles (feuilles, gaines et inflorescences).
3. Les animaux supplémentés sont moins sélectifs broutant indistinctement les parties riches et les parties moins riches (tiges) ou qui contiennent relativement plus d'énergie (graminées).

En d'autres termes, la supplémentation avec des sources alimentaires riches en azote (tourteau de coton) entraîne-t-elle une ingestion de la biomasse végétale non utilisée des parcours naturels en saison sèche à cause de sa nature grossière ?.

Avec les considérations ci-dessus mentionnées, l'objectif de cette étude est de savoir les incidences des différentes formations végétales d'une part et celles d'une supplémentation riche en azote sur le comportement des taurillons sur tapis herbacé du parcours naturel en saison sèche d'autre part.

2.2. Matériels et méthodes

2.2.1. Dispositif expérimental

Le choix d'une méthodologie est limité par les moyens humains et matériels, mais orienté par les buts de la recherche.

Six taurillons sont répartis en trois couples : un témoin et deux recevant respectivement 15 % et 60 % en tourteau de coton de l'ingestion totale attendue ; le taux de 15 % permettant la couverture des besoins d'entretien des animaux et le niveau 60 % simulant le niveau de l'hivernage (voir [2.2.4](#) et [2.2.6](#)).

C'est sur une superficie de 25 m² délimitée par un grillage appelée « couloir » que l'on introduit les couples d'animaux. Le substrat et la topographie étant des facteurs déterminants pour le développement de la végétation surtout de la quantité et de la qualité de l'herbe comme fourrage ; chacun des trois couples d'animaux est observé sur les trois types de végétation du ranch : dunes, plaines limoneuses et dépressions (voir [2.2.2.4](#)).

2.2.1.1. Choix de la superficie du couloir.

Cette superficie de 25 m² a été choisie dans le souci d'une collecte efficace des données à mesurer car c'est une superficie relativement facile à maîtriser. Il faut noter que la recherche bibliographique ne nous a pas permis de trouver une superficie standard.

Le choix de deux têtes s'explique par le fait qu'il est pratiquement difficile de contenir un seul animal dans le couloir, mais aussi et surtout pour minimiser l'effet individuel. Là aussi les recherches bibliographiques ne nous ont pas donné satisfaction quant au nombre de têtes nécessaires pour ce genre d'étude.

2.2.1.2. Utilisation des placettes et des placeaux

Vingt placettes de 0,25 x 0,25 m ont servi pour estimer la biomasse disponible dans le couloir avant l'entrée des animaux. Les placeaux de 1 m² nous ont permis d'évaluer la biomasse dans ce couloir après la sortie des animaux.

Les placettes de 0,25 x 0,25 m ont été choisies dans le but de ne pas exporter une proportion importante de biomasse disponible dans le couloir au profit des animaux ce qui serait le cas en utilisant les placeaux de 1 m² (les placettes représentent 5 % de la superficie du couloir contre 20 % avec les placeaux).

Cinq placeaux de 1 m² sont disposés dans le couloir. A chacun des 4 angles des placeaux est disposée une placette (voir Figure 1).

Avant l'entrée des animaux dans le couloir, les biomasses des 20 placettes sont fauchées et pesées. Un échantillon représentatif est prélevé pour la détermination de la matière sèche. Les animaux sont ensuite introduits dans le couloir. Quand on aura constaté qu'approximative (de façon subjective) la moitié de la biomasse disponible est apparemment ingérée par les animaux, on arrête la séance d'observation. Il est à rappeler que l'objet de l'étude étant de mesurer la sélectivité des animaux, le fourrage disponible dans le couloir ne doit pas être un facteur limitant, sinon, on ne pourra plus parler de sélectivité si les animaux broutent tout. A la sortie des animaux, la biomasse restante est estimée en fauchant les biomasses

respectives des cinq placeaux.

[*Figure 1: Dispositif expérimental*](#)

2.2.2. Parcours naturel

2.2.2.1. Localisation géographique

Le ranch du Centre de Recherche Agronomique de Niono est situé à quelques 20 à 30 km au Nord-Est de la ville. Il a été délimité en 1960 dans le cadre d'un projet d'embouche (Boudet, 1970) et couvre une superficie de 11 000 ha. Il se trouve à 14deg. 30' N et 5deg. 45' 0 à une altitude de 300 m. C'est dans ce périmètre plus ou moins efficacement protégé depuis une trentaine d'années que se sont déroulées les études.

2.2.2.2. Climat

Etudié par de nombreux chercheurs (Boudet, 1970 ; Cissé, 1975 ; [Penning de Vries & Djitéye, 1982](#) ; Hiernaux 1985) cités par Diarra, 1983 ; la zone d'étude jouit d'un climat Sahélo-soudanien.

Précipitation : Une seule courte saison des pluies de trois à quatre mois (Juin, Juillet, Août, Septembre) et une évaporation intense qui ne devient inférieure à la pluviométrie que pendant deux mois de l'année. La pluviosité y est très variable d'une année à l'autre et d'un point à l'autre au cours d'une même année. La moyenne annuelle est de 550 mm avec un écart type de 121 mm et un coefficient de variation de 22 % (Bille, 1977 ; Djitéye, 1982). La saison de pluie commence normalement en Juin et prend fin en Septembre, suivie d'une saison sèche qui dure 8 mois. Il a été enregistré 280 mm de pluie en 1993 et 666 mm en 1994. C'est sur la strate herbacée de la saison sèche de l'année 1993 qu'a porté l'étude.

Température : La température est élevée toute l'année : les moyennes mensuelles sont supérieures à 24deg.C. Les variations de température sont assez marquées au cours de l'année : la température moyenne mensuelle est minimale en Janvier (25,8deg.C) et maximale en Mai (34,7deg.C).

2.2.2.3. Les sols

Le ranch est entièrement inclus dans la plaine alluviale fossile du fleuve Niger. Une étude pédologique récente effectuée par les chercheurs du projet PPS a révélé l'existence de huit unités de sols qui peuvent être regroupés en trois types simples : sols sablonneux, sols limoneux et sols argileux (Diarra, 1983).

Les sols sablonneux : se présentent sous forme de dunes prononcées avec dépressions interdunaires et des dunes aplaties. L'angle moyen des pentes est de 3 %. Ce sont soit des sables limoneux, soit des limons sableux. La surface du sol est couverte d'une croûte; qui ajouté à la texture fine du sol et la topographie provoquent un important ruissellement. Ainsi 20 à 40 % de la pluviométrie annuelle ruisselle vers les dépressions sablonneuses intermédiaires, les mares ou les dépressions argileuses

(Cissé, 1986).

Les sols limoneux : forment la transition entre le sable des dunes et les dépressions argileuses. La surface est un sol limon-sableux. Le ruissellement est de 20 à 30 % de la pluviométrie (Cissé, 1986).

Les sols argileux : se trouvent dans de grandes dépressions plates. Ils peuvent être couverts par une couche de limon ou de sable limoneux. Lorsque cette couche n'existe pas, le taux d'argile peut être élevé en surface. Les dépressions argileuses reçoivent de l'eau d'écoulement des zones limoneuses et sablonneuses avoisinantes. Les sols peuvent être fortement humides un ou deux mois durant la saison pluvieuse en raison de la concentration des pluies ; l'eau peut même stagner en surface du fait de la faible perméabilité du sol (Cissé, 1986).

2.2.2.4. La végétation

La végétation de la région est décrite tantôt comme une steppe, tantôt comme une savane. Au ranch de Niono, avant la grande sécheresse du début des années 1970, la graminée pérenne *Andropogon gayanus* était plus abondante, de sorte que la végétation répondait à la définition de savane ; mais depuis l'espèce n'existe plus que sous forme de petites plages isolées.

Sous l'effet de sur-pâturage précédent, pendant et suivant la sécheresse, la végétation actuelle a une physionomie de steppe dominée par les espèces annuelles. L'étude faite par Boudet & Leclercq (1970) reconnaissait au ranch trois unités principales de végétation qui se subdivisent en huit groupements végétaux. Les unités sont définies en fonction des espèces dominantes et du substrat :

- erme arbustive à *Pterocarpus lucens* des lits colluvionnés du delta fossile,
- savane panachée à *Andropogon gayanus* des dépressions du manteau sableux,
- erme à *Schoenefeldia gracilis* du manteau sableux à relief aux rides peu accentuées (Cissé, 1986).

Trois unités de végétation se distinguent en fonction de la topographie et du sol :

- groupements végétaux des dunes,
- groupements végétaux des plaines limoneuses,
- groupements végétaux des dépressions argileuses.

Méthode d'échantillonnage de la strate herbacée

L'échantillonnage de la strate herbacée à l'intérieur des couloirs se fait de façon systématique comme illustré par la [Figure 1](#). Les biomasses des cinq groupes de quatre placettes (soit vingt placettes) permettent d'estimer la biomasse avant l'entrée des animaux dans le couloir. A partir des biomasses ainsi récoltées, on déduit la composition floristique à l'intérieur du couloir.

Composition floristique moyenne de la strate herbacée

Le tapis herbacé de la végétation des dunes pendant l'année d'étude a une composition floristique (en pour-cent de la biomasse) dominé par les légumineuses (75 %), ensuite les graminées (24 %) et enfin les autres herbacées (0,4 %) (Tableau 1).

Les graminées se composent en majorité de *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus* et de *Brachiaria xantholeuca* pour respectivement 61 % ; 26 % et 10 %.

Zornia glochidiata compose 99 % des légumineuses. Quant aux autres herbacées, ils ne forment que 0,4 % de la population végétale. Le tapis herbacé est discontinu et hétérogène.

Sur les plaines limoneuses, le tapis herbacé est également discontinu. Les graminées *Schoenefeldia gracilis*, *Brachiaria xantholeuca* et *Cenchrus biflorus* constituent les espèces dominantes pour respectivement 82 % ; 11 % et 5 %.

Là les graminées couvrent 85 % de la population végétale, ensuite les légumineuses (13 %) et enfin autres herbacées (2 %).

Dans les dépressions argileuses, le tapis herbacé est dominé par les graminées (67 %) ; suivent les légumineuses (21 %) et enfin les autres herbacées (11 %). Le tapis herbacé est discontinu, hétérogène. *Schoenefeldia gracilis* compose 85 % de la population des graminées. Parmi les légumineuses, *Cassia tora* représente 75 % de cette famille.

Identification des types de végétation

Le critère d'identification des différents types de végétation se fait sur le terrain par rapport à la topographie. Cette identification, il faut le signaler est faite quelque fois de façon subjective. Si l'identification des dépressions ne pose aucun problème il n'est pas toujours aisé de différencier une dune aplanie d'une plaine limoneuse.

Sont considérées comme dunes, les terres les plus hautes et plaines limoneuses, les zones transitoires entre les dunes et les dépressions. Ce critère est certes insuffisant, mais déterminant dans la diversification de la végétation.

« La répartition spatiale des eaux de pluies joue un rôle capital dans la diversification de l'écosystème sahélien et explique pourquoi la moindre nuance topographique, pédologique ou géomorphologique est soulignée par la végétation naturelle » (Hiernaux, 1984).

Tableau 1. Composition floristique de la strate herbacée dans les couloirs par unité de végétation (% de la biomasse).

Espèces	Dunes (%)	Plaines limoneuses (%)	Dépressions (%)
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	61	82	85
<i>Cenchrus biflorus</i>	26	5	2
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	10	11	8

Aristida mutabilis	2	0,07	0,09
Dactyloctenium aegyptium	0,5	0,02	0,2
Digitaria gayana	0,4	0,5	4,3
Chloris pilosa	0,2	0,05	0,05
Eragrostis tremula	0,1	0,6	0,4
Panicum laetum	-	0,01	0,09
GRAMINEES	24	85	67
Zornia glochidiata	99	86	24
Indigofera sp.	0,6	0,03	0,7
Cassia tora	0,5	14	75
LEGUMINEUSES	75	13	21
Corchorus tridens	55	22	0,3
Tribulus terrestris	30	0,5	-
Borreria sp.	15	75	82
Ipomea sp.	-	2	18
AUTRES HERBACEES	0,4	2	11

2.2.3. Petits matériels

- 20 placettes de 0,25×0,25 m ;
- 5 placeaux de 1×1 m ;
- 2 compteurs ;
- 1 chronomètre.

2.2.4. Animaux

Six taurillons sont retenus pour l'étude dans le couloir parmi un groupe de 18 taurillons choisis au hasard dans le troupeau de la Station de Recherche Zootechnique de Niono. Agés de 3 à 4 ans de race maure ayant un poids vif variant de 160 à 249 kg au début de l'essai, ils ont été répartis en 3 lots. Ils sont soumis au programme de prophylaxie et de déparasitage du troupeau de la Station dont ils sont issus.

2.2.5. Aliments

La strate herbacée du parcours naturel constitue la ressource alimentaire dans laquelle, les animaux choisissent leur ration de base. Les animaux pâturent sur une superficie de 1 500 ha où les trois types de végétation : dunes, plaines limoneuses et dépressions se rencontrent à respectivement 20, 60 et 20 % approximativement : estimation faite à partir de la carte des unités de paysage du ranch de Niono ([Bremas & De Ridder, 1991](#)).

Le tourteau de coton de type « Expeller » (extraction sous pression) utilisé comme supplément provient de l'Huilerie Cotonnière du Mali (HUICOMA) sis à Bamako. Il a été choisi parce que c'est un concentré riche en azote (70 g kg⁻¹ MS) avec une digestibilité assez élevée (65 %) et d'acquisition facile. Pour les besoins en minéraux, des pierres à lécher ont été distribuées aux animaux.

2.2.6. Détermination des niveaux de supplémentation

Le modèle de régulation de l'ingestion volontaire développé par Ketelaars et Tolkamp (1991) a été utilisé. Il permet de prédire l'ingestion de la matière organique d'un fourrage ou d'une ration distribuée ad libitum à partir des seuls paramètres de teneur en azote et de la digestibilité de la matière organique. Ce modèle de prévision de l'ingestion a été établi sur la base de mesures effectuées sur les ovins aux étables. Il est utilisé dans le seul but de déterminer les quantités de tourteau de coton à distribuer aux animaux. Nous avons choisi de donner aux animaux, deux niveaux de supplémentation : un faible (15 % de l'ingestion totale attendue) assurant la couverture des besoins d'entretien des animaux et un niveau plus élevé (60 % de l'ingestion totale attendue) simulant le niveau alimentaire en saison pluvieuse.

$$MOI = 1,4 (-42,8 + 2,3039 * DMO_r - 0,0175 * DMO_{2r} - 1,8872 * N_{2r} + 0,2242 * DMO_r * N_r)$$

où

MOI = Matière Organique Ingérée (g kg⁻¹ PV^{0,75} j⁻¹)

DMO_r = Digestibilité de la Matière Organique de la Ration (%)

N_r = Teneur en azote de la ration (% en MO)

Les valeurs utilisées dans le modèle ont été calculées comme suit:

$$N_r = [\% \text{ tdc} * N_{tdc} + (100 - \% \text{ tdc}) * N_{pn}] * 0,01$$

$$DMO_r = [\% \text{ tdc} * DMO_{tdc} + (100 - \% \text{ tdc}) * DMO_{pn}] * 0,01$$

tdc = tourteau de coton

pn = pâturage naturel

La quantité de matière organique ingérée de chaque aliment est obtenue par:

$$MOI(\text{ration de base}) = MOI(\text{ration totale}) * \% \text{ ration de base}$$

$$MOI(\text{tourteau de coton}) = MOI(\text{ration totale}) * \% \text{ de tourteau de coton}$$

$$MSI(\text{matière sèche ingérée}) = MOI / \% \text{ MO}$$

$$\text{MBI(matière brute ingérée)} = \text{MSI} / \% \text{ MS}$$

Tableau 2. Valeur nutritive des aliments.

Pâturage naturel (saison sèche)*	Tourteau de coton**
N (% MO)= 0,87	6,32
DMO 50	65,07
MS 92	90
MO 91	93,36

Source: (*) Manuel sur les pâturages des pays sahéliens ([Bremner & De Ridder, 1991](#))

(**) Résultats d'analyse du laboratoire de Sotuba : Projet PSS, pas publié.

Les valeurs du Tableau 2 introduites dans le modèle donnent pour le niveau 15 % :

$$\text{DMO(ration)} = 50 * 0,85 + 65,07 * 0,15 = 52 (\%)$$

$$\text{N(ration)} = 0,87 * 0,85 + 6,32 * 0,15 = 1,69 (\% \text{ MO})$$

$$\text{MOI(ration totale)} = 1,4 [-42,8 + 2,3039 * 52 - 0,0175 * (52)^2 - 1,8872 * (1,69)^2 + 0,2242 * 52 * 1,69]$$

$$\text{MOI(ration totale)} = 62 \text{ g MO kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$$

La quantité de tourteau de coton à distribuer sera :

$$\text{MOI(tdc)} = 62 * 0,15 = 9,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$$

$$\text{MSI(tdc)} = 9,3/0,9336 = 9,96 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$$

$$\text{MBI(tdc)} = 9,96/0,9 = 11 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$$

La valeur de la MOID (Matière organique ingérée digestible) est égale à 32 g kg⁻¹ PV^{0,75} (62 * 0,52) ; ce qui correspond aux besoins théoriques d'entretien des bovins en stabulation (ARC, 1980).

Avec un apport de 60 % de tdc, le taux d'azote (41 g kg⁻¹ MS) et la digestibilité de la matière organique de la ration (59 %) avoisinent les valeurs correspondantes du pâturage naturel en période de croissance (hivernage). La matière organique ingérée totale estimée est égale à 77 g kg⁻¹ PV^{0,75} ce qui revient à (77*0,60) soit 46 g MO de tourteau de coton équivalent à 54 g MB. La quantité de tourteau de coton quotidiennement distribuée est donc égale à 54 g de matière brute kg⁻¹ PV^{0,75}.

Le tourteau de coton est distribué aux animaux le soir après leur retour de pâturage.

2.2.7. Durée de l'étude

L'essai s'est déroulé de Février à Juin 1994, correspondant à une période où la strate herbacée des parcours naturels a une valeur alimentaire médiocre (paille). C'est la période indiquée pour la supplémentation.

Avec une périodicité mensuelle, les mesures suivantes ont été effectuées par lot (supplémentation) et par unité de végétation (biomasse disponible, composition floristique).

2.2.8. Mesures

2.2.8.1. Biomasse avant pâture des animaux

Avant de faire pâturer les animaux dans le couloir, une première estimation de la biomasse disponible est faite en fauchant les biomasses à l'intérieur des vingt placettes jusqu'au ras du sol.

2.2.8.2. Comportement

Par comportement, nous entendons les différentes activités de l'animal pendant les heures d'observations dépendantes de la biomasse disponible (généralement 2 heures = 8h - 10h) qui sont :

- pâture : activité qui consiste à ingérer l'aliment, lécher le sol, effectuer des petits déplacements tête baissée pour brouter et
- le repos.

Les deux animaux sont suivis alternativement pendant 5 minutes au cours desquelles sont chronométrés les temps consacrés aux différentes activités (pâture, repos). Cette opération prend fin quand on aura constaté que la moitié de la biomasse disponible dans le couloir a été apparemment pâturée par les animaux (jugement subjectif). Rappelons que l'objectif est de mesurer la sélectivité des animaux. Pour ce faire le disponible fourrager ne doit pas être un facteur limitant.

2.2.8.3. Décompte des coups de dent des animaux

Au cours de l'activité pâture, on procède au décompte du nombre de coups de dent par animal. Par « coup de dent » on entend la cueillette de fourrage accompagnée par un léger mouvement de recul de la tête de l'animal (Free *et al.*, 1971 ; Griego, 1975 d'après Bourbouze, 1980). Chez le bovin, la langue est utilisée pour rassembler et enfouir une quantité végétale importante dans la cavité buccale, en un mouvement d'entraînement circulaire (dans le but d'augmenter l'aire d'impact du prélèvement). La végétation, pincée entre les incisives inférieures et le bourrelet gingival supérieur est ensuite sectionnée par un retrait latéral ou frontal de la tête.

Deux observateurs, chacun muni de son compteur procède au décompte des coups de chacun des deux animaux alternativement.

Une troisième personne munie d'un chronomètre, détermine le temps consacré à chacune des activités de

l'animal.

2.2.8.4. Biomasse après pâture

A la sortie des animaux, la biomasse restante dans le couloir est estimée par les biomasses respectives des cinq placeaux de 1 m² qui avaient été préalablement disposés dans le couloir.

2.2.8.5. Ingestion apparente des animaux

La différence des biomasses récoltées avant la pâture des animaux et après la pâture donne une certaine quantité, soit la biomasse apparemment ingérée. Cette biomasse exprimée en mg MO/al/minute de présence dans le couloir donne le niveau de l'ingestion apparente par animal.

2.2.8.6. Sélectivité des animaux

Sélectivité par rapport aux espèces herbacées (Plantes)

Les deux biomasses (avant et après pâture) sont séparées chacune en différentes espèces herbacées qui les composent respectivement.

Sélectivité par rapport aux parties de plantes

Les différentes espèces précédemment rencontrées dans les deux biomasses sont à leur tour séparées en leurs différentes parties (tiges, feuilles, inflorescences).

La préférence alimentaire d'une espèce donnée ou d'une certaine partie de plantes est calculée à partir d'un indice donné par la formule suivante (Duncan, 1983 adapté) par Heitkönig (1994).

$$IP = \text{Log}\left(\frac{\% \text{ menu}}{\% \text{ disponible}} + 1\right) - \text{Log } 2$$

avec

IP= indice de préférence alimentaire des animaux. Log= Logarithme népérien

% menu= % de l'espèce donnée qui a été apparemment ingérée

% disponible= % de l'espèce donnée dans la biomasse avant pâture

IP < 0 = espèce rejetée

IP = 0= espèce non sélectionnée

IP > 0 = espèce sélectionnée.

2.2.8.7. Echantillonnage

Des échantillons de feuilles et de tiges des différentes espèces rencontrées avant et après pâture par lot, par unité de végétation et par mois sont prélevés pour des fins d'analyses chimiques. Ils ont été séchés à l'étuve à 70deg.C pesés puis broyés à la grille d'1 mm.

2.2.8.8. Analyses chimiques

Elles ont eu lieu au laboratoire de Nutrition Animale pour la détermination du taux de MS, MO et au laboratoire des sols à Sotuba pour l'azote.

2.2.8.9. Analyses statistiques

Les données ont été analysées avec le logiciel statistique DBSTAT (Brouwer, 1992). La technique de l'analyse de la variance a été utilisée pour tester l'effet des facteurs supplémentation et formation sur les différentes variables dépendantes du modèle.

Le test de T est la méthode statistique utilisée pour la comparaison des moyennes au seuil de 5 %. La régression linéaire de la forme $y=a+bx$ a été utilisée pour savoir s'il existe une corrélation entre la disponibilité fourragère et les autres variables (temps de pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture, poids du coup de dent et ingestion apparente des animaux).

2.2.9. Analyses

2.2.9.1. Estimation de la biomasse avant l'entrée des animaux dans le couloir.

Les biomasses des placettes furent regroupées par groupe de quatre placettes. On aura donc cinq groupes de quatre placettes correspondants aux cinq placeaux. Ces biomasses de cinq groupes de placettes sont ramenées au m^2 en divisant la somme des biomasses des quatre placettes par $0,25 m^2$ (superficie des quatre placettes).

La somme des biomasses des cinq groupes de placettes ($5 m^2$) est multipliée par cinq pour avoir la biomasse disponible dans le couloir ($25 m^2$).

2.2.9.2. Estimation de la biomasse après la sortie des animaux

Les biomasses des cinq placeaux à $1 m^2$ sont fauchées et pesées. Leur somme est multipliée par cinq pour avoir la biomasse restante dans le couloir à la sortie des animaux. La différence entre la biomasse à l'entrée des animaux et la biomasse à la sortie des animaux donne la biomasse « disparue », biomasse apparemment ingérée par le couple d'animaux.

Les biomasses à l'entrée des animaux et à la sortie des animaux sont exprimées en g de matière organique (MO) en multipliant la biomasse brute (g) par la teneur en matière sèche (MS) et la teneur en matière organique

Biomasse (g MO) = biomasse brute (g) * % MS * % MO.

2.2.9.3. Estimation de l'ingestion apparente des animaux

L'ingestion volontaire au pâturage est soumise à l'influence de divers facteurs relevant tant de la gestion des troupeaux que de l'environnement : structure des pâturages (biomasse, composition de la végétation, qualité des fourrages), disponibilité en eau, distance quotidiennement parcourue, température ambiante... (Dicko & Sangaré, 1980). Dans le cas précis de notre étude les facteurs influençant cette ingestion qui ont fait l'objet de mesure sont : la disponibilité fourragère, le temps de pâture, le nombre de coups de dent, le poids du coup de dent des animaux, le poids vif des animaux et la quantité de supplément ingérée. Les animaux n'ont pas le même poids, ce qui est une source de variation. Le temps de présence dans le couloir varie selon la disponibilité, le nombre de coups de dent. Il faut donc standardiser les variables utilisées pour tester l'effet de disponibilité et supplémentation sur l'ingestion :

Le temps de pâture :

La proportion du temps de pâture de chaque animal est calculée en divisant le temps de pâture par le temps de présence dans le couloir :

Proportion temps de pâture (PROTPAT) = temps de pâture / temps de présence dans le couloir.

Le temps de pâture standardisé est obtenu en multipliant le temps de pâture moyen de tous les animaux durant toute la période d'étude par la proportion du temps de pâture.

Temps pâture standardisé (TPSTA) = temps pâture moyen * PROTPAT.

Le nombre de coups de dent :

Le nombre de coups de dent moyen (NBCDM) est égal au nombre total de coups de dent des deux animaux divisé par deux. On aura ainsi le nombre de coups de dent par animal par temps de pâture.

Le nombre de coups de dent standardisé est égal au nombre de coups de dent par temps de pâture par animal multiplié par le temps de pâture standardisé.

Nombre de coups de dent standardisé (CDSTA) = TPSTA * NBCDM / temps de pâture individuel.

Le poids vif des animaux :

Le poids métabolique est la transformation des poids vifs des animaux : $PV^{0,75}$

On calcule ensuite le poids moyen du coup de dent par animal. Il est égal à la biomasse apparemment ingérée par les deux animaux (biomasse avant pâture moins biomasse après pâture) divisée par le nombre total de coups de dent des 2 animaux.

En définitive, l'ingestion apparente par animal par temps de pâture moyen est calculé comme suit :

Ingestion(apparente) = (cdsta(nombre de coups de dent standardisés) * pmcd (poids moyen du coup de dent)) / $PV^{0,75}$

Ingestion = (cdsta * pmcd) / $PV^{0,75}$ (mg MO kg⁻¹ $PV^{0,75}$ /minute).

2.2.9.4. Sélectivité des animaux par rapport aux espèces herbacées

Rappelons que les deux biomasses sont triées respectivement en différentes espèces qui les composent. Le poids total de chacune des espèces est mesurée ; on en déduit la contribution de chaque espèce à la biomasse. La différence entre les deux biomasses constitue la biomasse apparemment ingérée par les animaux. Connaissant la contribution de chacune des espèces à la biomasse avant et après pâture on peut calculer la contribution de chaque espèce dans le menu (biomasse apparemment ingérée).

Exemple :

	Avant pâture	Après pâture
Biomasse disponible (MO)	600 g	300 g
Contribution de l'espèce <i>Zornia glochidiata</i>	30 %	20 %
Biomasse de l'espèce <i>Zornia glochidiata</i>	$(600 \times 30)/100 = 180 \text{ g}$	$(300 \times 20)/100 = 60 \text{ g}$
Biomasse apparemment ingérée	$600 \text{ g} - 300 \text{ g} = 300 \text{ g}$	
Quantité de <i>Zornia glochidiata</i> apparemment ingérée	$180 \text{ g} - 60 \text{ g} = 120 \text{ g}$	
Contribution de <i>Zornia glochidiata</i> dans le menu	$120 \text{ g} / 300 \text{ g} = 40 \%$	

Les différents indices de préférence par espèce herbacée sont ensuite calculés en appliquant la formule suivante:

$$IP = \text{Log}\left(\frac{\% \text{ menu}}{\% \text{ disponible}} + 1\right) - \text{Log } 2$$

Dans le cas de l'exemple précédent $IP(\text{Zornia}) =$

$$IP = \text{Log}\left(\frac{40}{30} + 1\right) - \text{Log } 2 = 0,15$$

L'analyse a porté sur les différents indices de préférence calculés par lot.

Le piétinement des espèces herbacées annuelles à l'état nécrotique peut entraîner leur brisure, ce qui est de nature à influencer les résultats sur les paramètres mesurés (voir tableau 4).

2.2.9.5. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes

Le travail au départ voulait une précision qui allait jusqu'à déterminer une sélection sur les parties de plantes. Dans l'analyse des données, nous nous sommes rendus compte que la grande hétérogénéité dans la composition floristique des groupements végétaux a fait que :

- certaines espèces herbacées sont recensées après pâture des animaux, mais qui ne figuraient pas avant l'entrée des animaux dans le couloir donnant ainsi des ingestions apparentes négatives pour ces dites espèces ;
- les bovins sont reconnus moins « sélectionneurs » par rapport aux petits ruminants vu leur appareil buccal mal adapté. Il est pratiquement difficile pour un bovin d'ingérer séparément feuilles et tiges des espèces herbacées annuelles vu la grande dimension de leur appareil buccal et surtout la structure fine des feuilles de ces herbacées.

Ces considérations nous ont amené à regrouper les différentes espèces herbacées en trois groupes : graminées, légumineuses et autres herbacées ; les premiers étant potentiellement riches en énergie, les secondes en azote et le dernier un groupe intermédiaire.

2.2.9.6. Facteurs pouvant influencer les résultats

L'hétérogénéité de la composition floristique du tapis herbacé

L'échantillonnage systématique est la méthode utilisée pour quantifier les biomasses. Deux matériels différents de mesure ont été utilisés : les placettes de 0,0625 m² (0,25 m 0,25 m) et des placeaux de 1 m². Ce choix a été guidé par le souci de ne pas exporter du couloir, une fraction importante du disponible fourrager sur une superficie de 25 m² pour deux animaux. L'utilisation des placettes emporte la biomasse de 5 % de la superficie du couloir contre 20 % en utilisant les placeaux de 1 m².

Les biomasses des placettes aux quatre angles de chacun des placeaux sont supposées représentatives de la biomasse à l'intérieur des placeaux correspondants.

Un test visant à vérifier cette hypothèse a été conduit. Dans trois couloirs (1, 2, 3) installés sur dunes, des biomasses ont été récoltées à l'aide des placettes : biomasse avant pâture (biomasse 1) et ensuite à l'aide des placeaux : biomasse après pâture (biomasse 2).

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les moyennes des biomasses récoltées dans les placettes et celles récoltées à l'intérieur des placeaux pour chacun des couloirs (Tableau 3).

On constate cependant une grande variation (CV = 31 %) entre les biomasses. Cette grande variabilité est certainement liée à l'hétérogénéité dans le recouvrement et la composition floristique du tapis herbacé.

Le poids de la biomasse aérienne des plantes herbacées varie d'une espèce à une autre, et pour une espèce donnée d'un endroit à un autre. Les espèces herbacées n'ayant pas la même fréquence et leur

agencement ne se fait pas dans un ordre défini. Le recouvrement n'étant pas par ailleurs toujours continu, des plages nues s'observent.

Après le dépouillement des premières données récoltées de Février à Avril nous avons constaté pour les espèces individuelles ou les groupes d'espèces (généralement celles qui ne sont pas assez représentées dans la biomasse), qu'après pâture des animaux certaines espèces ont de plus de biomasse avant la pâture, ce qui est contraire à la base de l'essai. Mais globalement, la biomasse avant pâture est supérieure à la biomasse récoltée après pâture des animaux, ce qui nous permis de mesurer l'ingestion apparente. Nous avons recensé 20 pour cent de cas. Ces cas sont d'autant plus fréquents que le recouvrement à l'intérieur du couloir est discontinu. Pour réduire cette importante variabilité, nous avons installé les couloirs dans des endroits où le recouvrement était aussi uniforme que possible avec une bonne distribution des espèces au sein du tapis herbacé pendant les mois de Mai et de Juin. Cette grande hétérogénéité nous a amené à regrouper les espèces herbacées en trois groupes : graminées, légumineuses, autres herbacées. Après ce regroupement, les cas où il y a plus de biomasse d'un groupe donné après pâture des animaux par rapport à la biomasse de départ étaient réduits à 5 %. Nous avons optés pour l'élimination de ces quelques cas.

La différence entre la biomasse avant l'entrée des animaux et après pâture des animaux dans le couloir a permis d'estimer l'ingestion apparente et partant l'indice de préférence de tel ou tel groupe d'herbacée. Les espèces herbacées qui sont représentées dans la biomasse avant et qui ne figurent pas à l'échantillonnage après pâture des animaux sont considérées comme ingérées, ce qui n'est pas évident, car l'hétérogénéité est telle que des espèces rares échappent à l'échantillonnage avant pâture et peuvent apparaître au moment du second échantillonnage, après pâture et vice-versa, sans qu'elles ne soient l'objet de pâture.

Il faut signaler d'autres facteurs comme le vent et les termites qui peuvent également influencer les résultats. Dans notre cas, leur effet est négligeable car les mesures sont effectuées dans un intervalle de deux heures.

Tableau 3. Influence du matériel de mesure sur la quantité de biomasse mesurée (g MO / m²). n = 5 dans tous les cas.

Couloirs	Biomasse 1 (placettes)	Biomasse 2 (placeaux)	Moyenne
1	228 a (97)	237 a (61)	233 a (71)
2	253 a (72)	229 a (87)	241 a (77)
3	197 a (31)	199 a (34)	198 a (31)
Moyenne	226 a (71)	221 a (62)	224 a (66)
Effet biomasse = ns			
Effet couloir = ns			
CV (%) = 31			

ETR (ddl = 29) = 69

Biomasse 1 : biomasse avant pâture

Biomasse 2 : biomasse après pâture

Dispositif aléatoire en trois répétitions. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test aussi bien par colonne que par ligne. Les valeurs entre parenthèses sont les écarts types.

Plan d'échantillonnage

Quand les animaux ne pâturent pas uniformément de façon à couvrir toute la superficie du couloir par exemple, il se produit :

- une sous-estimation de l'ingestion apparente au cas où les biomasses respectives des placeaux ne sont pas ou peu touchées par la pâture. La pâture se faisant sur les espaces entre placeaux en grande partie ;
- une sur-estimation dans les cas contraire (la pâture a porté plus sur les biomasses des placeaux par rapport à l'espace non couvert par ces derniers).

Il y a une égale probabilité pour les animaux de pâture dans les placeaux et sur les espaces entre les placeaux. Les animaux, à la recherche d'espèces herbacées préférées couvriront par conséquence uniformément la superficie du couloir.

Piétinement des animaux

Un facteur important pouvant influencer les résultats est l'effet de piétinement des animaux. En effet les herbacées, surtout annuelles à l'état nécrotique risquent d'être brisées par le piétinement des animaux.

Les parties fines (feuilles et inflorescences) sont rendues plus fines et le plus souvent enfoncées sous la terre suivant la texture des terrains. Ces parties ne sont pas récupérables à l'échantillonnage et sont considérées de ce fait comme ingérées conduisant à une sur-estimation de l'ingestion apparente.

Les animaux dans le couloir effectuent de petits déplacements au cours desquels ils entraînent quelques fois (par leurs pattes) de la biomasse d'un endroit à un autre : soit d'un placeau à un autre, soit de l'espace non couvert par les placeaux à un placeau et vice versa. Ce qui est de nature à surestimer ou à sous-estimer selon le cas, la biomasse après pâture, donc l'ingestion apparente. Ceci se faisant au hasard, on peut penser qu'il y a un phénomène de compensation.

Sous l'effet du piétinement, il peut arriver que la distinction entre les espèce graminéennes à l'état nécrotique surtout lorsqu'il s'agit des feuilles peut porter à confusion.

Pour tester si le piétinement a ou non une influence sur les résultats, un test a été mis en place. Il a consisté à faire séjourner les animaux dans trois couloirs (1, 2 et 3) pendant environ deux heures. Les animaux étaient munis d'une muselière leur empêchant ainsi de pâture. Le test a été mené sur plaines limoneuses avec trois répétitions.

Les résultats de l'analyse statistique portés au Tableau 4 montrent qu'il n'y a pas de différence

significative entre les biomasses des tiges et des feuilles avant et après pâture des animaux pour les couloirs 1 et 3. Il y a une différence significative entre les feuilles dans le couloir 2.

Tableau 4. Influence du piétinement des animaux sur les biomasses mesurées dans les couloirs (g MO / m²).

Couloirs	Tiges		Feuilles	
	Biomasse 1	Biomasse 2	Biomasse 1	Biomasse 2
1	43,4 a (54) n = 20	45,6 a (51) n = 15	43,0 a (55) n = 13	41,1 a (47) n = 10
2	19,8 a (30) n = 24	38,3 a (40) n = 14	19,5 a (30) n = 17	49,5 b (46) n = 9
3	21,7 a (31) n = 25	31,3 a (44) n = 17	29,2 a (40) n = 16	41,0 a (50) n = 10

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test par couloir et pour la même organe.

Les valeurs entre parenthèses sont les écart-types.

Biomasse 1 : biomasse avant pâture

Biomasse 2 : biomasse après pâture

n : nombre d'unités d'échantillonnage

On peut constater des variations très élevées traduisant l'hétérogénéité. L'écart-type est supérieur à la moyenne dans presque tous les cas.

Les tiges et les feuilles de la biomasse 2 sont plus ou moins 40 % plus grandes que les tiges et les feuilles de la biomasse 1. Est ce dû à l'hétérogénéité ou à l'effet du piétinement des animaux ? Il est difficile de se prononcer sur tel ou tel effet, les deux facteurs peuvent tous influencer les résultats attendus ; mais il semble que l'effet du piétinement serait plus important que celui de l'échantillonnage.

2.3. Résultats

2.3.1. Disponibilité fourragère

La [Figure 2](#) montre les variations des disponibilités fourragères à l'intérieur des couloirs de Février à Juin par lot sur les différentes unités de végétation.

La [Figure 3](#) montre la variation moyenne du disponible fourrager. On constate une grande variation (CV = 30 %) de la biomasse disponible entre les formations d'une part et les différents mois d'autre part (Tableau 5). L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les biomasses des trois formations. Il n'y a pas de différence significative entre les biomasses des mois de Février, Mars et Avril, d'une part et les mois de Mai et Juin d'autre part. Les biomasses des deux derniers mois sont différentes de celles des trois premiers mois. La biomasse moyenne des mois de Mai et Juin (4 630 g MO/25 m²) est supérieure à la biomasse moyenne des mois de Février, Mars et Avril (2 659 g MO/25 m²).

m²).

Tableau 5. Variations de la disponibilité fourragère sur les différentes formations végétales (g MO/25 m²).

Formation \mois	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Février	3 176 (373) n = 3	2 186 (559) n = 3	2 461 (186) n = 3	2 607 a (564) n = 9
Mars	2 465 (618) n = 3	2 911 (704) n = 3	4 282 (486) n = 3	3 220 a (975) n = 9
Avril	2 525 (423) n = 3	2 120 (331) n = 3	1 803 (140) n = 3	2 149 a (419) n = 9
Mai	2 942 (154) n = 3	6 225 (1 488) n = 3	5 072 (486) n = 3	4 746 b (1 628) n = 9
Juin	-	5 038 (1 214) n = 3	3 986 (773) n = 3	4 512 b (1 077) n = 6
Moyenne	2 777 a (475) n = 12	3 696 a (1 888) n = 15	3 520 a (1 301) n = 15	3 371 (1 417) n = 42
Effet formation = ns				
Effet mois = *				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 41) = 1 006				
CV (%) = 30 %				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.

* = significatif

ns = non significatif

Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Figure 2: Variations du disponible fourrager dans les couloirs sur dunes (a) plaines limoneuses (b) et dépressions (c).

Figure 3: Variations moyennes du disponible fourrage dans les couloirs par mois.

2.3.2. Corrélations entre disponibilité fourragère, temps de pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture, poids du coup de dent et ingestion apparente des animaux

Il existe une corrélation significative entre la disponibilité fourragère et le nombre de coups de dent,

disponibilité fourragère et intensité de pâture , disponibilité fourragère et ingestion apparente des animaux. Par contre il n'existe pas de corrélation entre disponibilité fourragère et les variables temps de pâture et poids du coup de dent des animaux (Tableau 6) et Figures 4 et 5.

Tableau 6. Analyse de régression des paramètres temps de pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture et ingestion apparente des animaux en fonction de la disponibilité fourragère

Variables expliquées	Nombre	Constante	Coeff. B	Signif T	R. carré
Temps de pâture	84	26,27	0,002	0,0827	0,04
Nombre de coups de dent	84	525,88	0,105	0,0007	0,13
Intensité de pâture	84	23,37	0,001	0,0449	0,05
Poids du coup de dent	84	0,789	2,666	0,4978	0,01
Ingestion apparente	84	74,69	0,055	0,0000	0,33

Figure 4: Corrélations entre les variables temps de pâture, nombre de coups de dent et intensité de pâture des animaux en fonction de la disponibilité fourragère.

Lot 1 (témoin)
 Lot 2 (15% tdc)
 Lot 3 (60% tdc)

Figure 5: Corrélations entre les variables poids moyen du coup de dent et ingestion apparente des animaux en fonction de la disponibilité fourragère.

2.3.3. Qualité moyenne des principales espèces herbacées appréciées

La qualité des espèces herbacées, exprimée en g d'azote kg⁻¹ MS figure au Tableau 7. La valeur azotée de ces différentes espèces, rapportée à leur contribution respective à la biomasse donne la qualité moyenne du tapis herbacé dans les couloirs sur les différentes formations. Ainsi la moyenne pondérée de la qualité des espèces herbacées donne respectivement les valeurs de 11 ; 7 et 4 g N kg⁻¹ MS pour la strate herbacée dans les couloirs sur dunes, plaines limoneuses et dans les dépressions. La qualité moyenne des fourrages décroît des dunes aux dépressions.

Les autres herbacées (*Indigofera sp.*, *Corchorus tridens*, *Borreria sp.* et *Ipomea sp.*) n'ont pu être analysées faute de quantité suffisante pour l'analyse.

Tableau 7. Teneur en azote (g kg⁻¹ MS) des tiges et des feuilles des principales espèces herbacées appréciées pendant les mois de Mars et Avril 1994 (résultats d'analyse du laboratoire de Sotuba).

Formations végétales	Dunes		Plaines limoneuses		Dépressions	
Espèces herbacées	Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	5,6	6,9	5,0	5,9	3,2	3,5
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	4,5	5,9	7,9	8,2	3,5	5,0
<i>Cenchrus biflorus</i>	4,5	5	5,5	6,5	-	-
<i>Zornia glochidiata</i>	13	-	9	-	4	-

2.3.4. Activité pâture des animaux

Le temps consacré à l'activité pâture des animaux est influencé par les types de formation et la supplémentation ([Figure 6](#)). On observe une variation du temps consacré à l'activité pâture suivant les mois (Tableau 8). Il n'y a pas de différence significative entre les mois d'Avril, Mai et de Juin pendant lesquels les animaux ont en moyenne consacré le même temps à l'activité pâture. Les temps consacrés à la même activité pendant les mois de Février et de Mars sont respectivement 21 minutes et 30 minutes inférieurs aux trois derniers mois.

Les animaux mettent en moyenne le même temps de pâture sur les dunes que les plaines limoneuses (Tableau 9).

Contrairement aux précédentes unités de végétation, les animaux mettent plus de temps à pâturer dans les dépressions.

Le lot non supplémenté diffère des lots supplémentés quant au temps consacré à l'activité pâture. Les deux lots supplémentés ont consacré le même temps à l'activité pâture d'après l'analyse de variance (Tableau 9).

La supplémentation a provoqué une réduction du temps consacré à l'activité pâture (18 % pour le lot faiblement supplémenté et 23 % pour le lot fortement supplémenté). L'augmentation du niveau d'alimentation n'a pas influencé le temps consacré à la pâture, mais la tendance est à la baisse.

Tableau 8. Variations du temps consacré à l'activité pâture suivant les mois (minutes).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Temps de pâture	21 a (8) n = 18	30 bf (14) n = 18	38 cgh (14) n = 18	36 dfhi (10) n = 18	35 efhi (8) n = 12

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Figure 6: Variations du temps de pâture, nombre de coups de dent et intensité de pâture des animaux en

fonction des types de formation et de la supplémentation.

Tableau 9. Variations du temps de pâture en fonction des types de formation et de la supplémentation (minutes).

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	37 (16) n = 8	31 (11) n = 10	45 (9) n = 10	37 a (13) n = 28
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	25 (10) n = 8	32 (10) n = 10	34 (10) n = 10	30 b (11) n = 28
Lot fortement supplémenté (lot 3)	28 (9) n = 8	26 (9) n = 10	32 (19) n = 10	29 b (19) n = 28
Moyenne	30 a (12) n = 24	29 a (10) n = 30	37 b (14) n = 30	32 (13) n = 84
Effet formation= *				
Effet supplémentation= *				
Interaction= ns				
ETR (ddl = 83)= 12				
CV (%) = 38 %				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

2.3.5. Nombre de coups de dent des animaux

On observe une variation du nombre de coups de dent au cours des mois. Les nombres de coups de dent des mois de Février, Mars et Avril ne sont pas significativement différents avec une moyenne de 743. Cette moyenne est inférieure à celle des mois de Mai et Juin (1 110) pour lesquels il n'y a pas de différence significative (Tableau 10).

Tableau 10. Variations du nombre de coups de dent moyen des animaux suivant les mois.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Nombre de coups de dent	635 a (341) n = 18	756 a (420) n = 18	839 a (318) n = 18	1 066 b (411) n = 18	1 153 b (300) n = 12

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Le nombre de coups de dent est influencé aussi bien par les formations végétales que par la

supplémentation (Figure 6). Il n'y a pas de différence significative entre le nombre de coups de dent selon que les animaux se trouvent sur dunes (766) ou sur plaines limoneuses (870). Par contre il varie de la dune à la dépression (1 033) d'une part et de la plaine limoneuse à la dépression d'autre part (Tableau 11).

Le nombre de coups de dent est de 1 059 ; 941 et 670 pour respectivement les lots 1, 2, et 3. L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre le lot témoin et le lot faiblement supplémentation ; le lot témoin diffère du lot fortement supplémentation, et les deux lots supplémentés diffèrent entre eux (Tableau 11).

L'apport d'une faible quantité de tourteau de coton dans la ration a provoqué une réduction de 12 % du nombre de coups de dent (non significatif). Ce dit paramètre a diminué avec un apport élevé de tourteau de coton de 37 %. L'augmentation de la proportion de tourteau de coton dans la ration a fait diminuer le nombre de coups de dent de 29 %.

Tableau 11. Variations du nombre de coups de dent des animaux en fonction des types de formation et de la supplémentation.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	934 (448) n = 8	889 (404) n = 10	1 353 (123) n = 10	1 059 a (406) n = 28
Lot faiblement supplémentation (lot 2)	752 (432) n = 8	1 032 (447) n = 10	1 038 (387) n = 10	941 a (438) n = 28
Lot fortement supplémentation (lot 3)	612 (226) n = 8	688 (299) n = 10	709 (284) n = 10	670 b (273) n = 28
Moyenne	766 a (388) n = 24	870 a (401) n = 30	1 033 b (384) n = 30	890 (409) n = 84
Effet formation = * Effet supplémentation = * Interaction = ns ETR (ddl = 83) = 312 CV (%) = 35 %				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

2.3.6. Intensité de pâture des animaux

L'intensité de pâture (nombre de coups de dent/minute de pâture) varie d'un mois à l'autre. L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les mois de Février, Mai et Juin avec une moyenne (30) supérieure à celle des mois de Mars et Avril (24) ; mois pendant lesquels il n'y a pas de

différence significative entre les intensités de pâture (Tableau 12).

La supplémentation aussi bien que les différentes formations végétales ont une influence sur l'intensité de pâture des animaux ([Figure 6](#)). Ainsi elle varie suivant que les animaux se trouvent sur dunes, plaines limoneuses ou dans les dépressions. Il y a une différence significative entre l'intensité de pâture sur dunes (25 cdd/mn) et plaines limoneuses (29 cd/mn) d'une part ; dunes et dépressions (29 cdd/mn) d'autre part.

Tableau 12. Variations de l'intensité de pâture (nombre de coups de dent/minute) des animaux suivant les mois.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Intensité de pâture	29 a (8) n = 18	24 bc (8) n = 18	23 bce (6) n = 18	29 adfg (6) n = 18	32 adfg (4) n = 12

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Par contre elle ne varie pas des plaines limoneuses aux dépressions (Tableau 13).

Un apport modéré de supplément n'entraîne pas un changement d'intensité de pâture des animaux d'après l'analyse statistique. Elle est de 28 cdd/minute pour le lot non supplémenté et 29 cdd/minute pour le lot faiblement supplémenté. Le niveau de supplémentation plus élevé entraîne une baisse de l'intensité de pâture (24 cdd/minute) (Tableau 13).

Tableau 13. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'intensité de pâture des animaux (cdd/minute de pâture).

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	25 (4) n = 8	28 (5) n = 10	31 (6) n = 10	28 a (6) n = 28
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	28 (11) n = 8	31 (8) n = 10	30 (8) n = 10	30 a (9) n = 28
Lot fortement supplémenté (lot 3)	21 (3) n = 8	26 (5) n = 10	25 (9) n = 10	24 b (6) n = 28
Moyenne	25 a (7) n = 24	29 b (6) n = 30	29 b (8) n = 30	27 (7) n = 84

Effet formation= *
 Effet supplémentation= *
 Interaction= ns
 ETR (ddl = 83)= 6
 CV (%) = 22 %

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
 Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Tableau 14. Variations du poids du coup de dent des animaux suivant les mois (g MO).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Poids coup de dent	1,08 a (0,75) n = 18	1,11 ad (0,55) n = 18	0,70 beg (0,29) n = 18	0,71 cfgh (0,22) n = 18	0,75 adgh (0,30) n = 12

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
 Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

2.3.7. Poids du coup de dent des animaux

Le poids du coups de dent varie suivant les mois. Il est en moyenne de 1,03 g MO pour les mois Février, Mars et Juin (pas de différence significative). Cette moyenne est supérieure à celle des mois d'Avril et Mai (0,70 g MO) pour lesquels il n'y a pas de différence significative (Tableau 14).

Le poids moyen du coup de dent varie suivant que les animaux se trouvent sur dunes, plaines limoneuses ou dépressions. Il y a une différence significative entre le poids du coup de dent pour toutes les unités de végétation. Le poids diminue progressivement des dunes aux dépressions (Tableau 15).

L'analyse de la variance montre que la supplémentation n'a pas d'effet sur le poids du coup de dent des animaux (Tableau 15) et [Figure 7](#) ; mais au seuil de 5 % il y a une différence entre le lot témoin et celui fortement supplémenté.

Il y a une augmentation du poids du coup de dent avec une quantité élevée de supplément (23 %) contre une augmentation non significative de 9 % avec un apport faible. L'augmentation de la proportion de tourteau de coton a entraîné une hausse du poids du coup de dent de 14 % (non significatif).

Tableau 15. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le poids du coup de dent des animaux (g MO).

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	1,00 (0,76) n = 8	0,92 (0,38) n = 10	0,51 (0,16) n = 10	0,80 a (0,51) n = 28

Lot faiblement supplémenté (lot 2)	1,17 (0,73) n = 8	0,85 (0,27) n = 10	0,61 (0,20) n = 10	0,86 a (0,48) n = 28
Lot fortement supplémenté (lot 3)	1,36 (0,56) n = 8	0,93 (0,57) n = 10	0,74 (0,27) n = 10	0,97 b (0,52) n = 28
Moyenne	1,18 a (0,67) n = 24	0,90 b (0,41) n = 30	0,62 c (0,23) n = 30	0,89 (0,50) n = 84
Effet formation= *				
Effet supplémentation= *				
Interaction= ns				
ETR (ddl = 83)= 0,36				
CV (%) = 40 %				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

2.3.8. Ingestion apparente des animaux

Elle a varié suivant les mois. L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les mois de Février, Mars, Mai et Juin (Tableau 16) avec une moyenne de 305 mg MO kg P^{-0,75}/minute supérieure à celle du mois d'avril (198 mg MO kg P^{-0,75} minute).

Tableau 16. Variations de l'ingestion apparente des animaux suivant les mois (mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute)

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Ingestion apparente	299 a (283) n = 18	232 ac (78) n = 18	198 bce (97) n = 18	326 adf (161) n = 18	362 adf (124) n = 12

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

La supplémentation et les types de végétation influencent le niveau de l'ingestion apparente des animaux (Figure 7). L'ingestion apparente des animaux dans les dépressions (228 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute) est inférieure à celle sur dunes et plaines limoneuses (325 et 308 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75} /minute respectivement). Entre ces deux dernières formations il n'y a pas de différence significative (Tableau 17).

Tableau 17. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'ingestion apparente des

animaux (mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute).

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	444 (351) n = 8	374 (146) n = 10	285 (150) n = 10	368 a (224) n = 28
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	268 (80) n = 8	341 (175) n = 10	230 (128) n = 10	280 a (141) n = 28
Lot fortement supplémenté (lot 3)	263 (86) n = 8	208 (128) n = 10	168 (91) n = 10	213 a (104) n = 28
Moyenne	325 a (223) n = 24	308 a (136) n = 30	228 b (131) n = 30	287 (174) n = 84
Effet formation = *				
Effet supplémentation = ns				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 83) = 141				
CV (%) = 49 %				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Figure 7: Variations du poids du coup de dent (a) et de l'ingestion apparente des animaux (b) en fonction des types de formation et de la supplémentation

Le lot non supplémenté a un niveau d'ingestion apparente peu supérieur à celui des lots supplémentés (368 ; 280 et 213 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute pour respectivement les lots 1, 2 et 3 (Tableau 17)).

La supplémentation a fait baisser le niveau d'ingestion ; une augmentation de la proportion de tourteau de coton dans la ration n'a pas eu d'influence sur le niveau d'ingestion du menu d'après les analyses statistiques bien que la tendance est à la baisse.

2.3.9. Sélectivité des animaux

La supplémentation et les types de formation ont une influence sur le comportement sélectif des animaux.

2.3.9.1. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées

Graminées :

Les graminées sont rejetées sur dunes et dans les dépressions. Elles ne sont pas sélectionnées sur les

plaines limoneuses.

Le lot témoin et le lot faiblement supplémenté rejettent les graminées par opposition au lot fortement supplémenté (Tableau 18).

Tableau 18. Influence des types de formation et de la supplémentation sur la sélection des graminées par les animaux.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	-0,180 (0,104) n = 4	0,004 (0,011) n = 5	-0,004 (0,054) n = 5	-0,060 a (0,103) n = 14
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	-0,105 (0,407) n = 4	-0,004 (0,009) n = 5	-0,026 (0,038) n = 5	-0,045 a (0,201) n = 14
Lot fortement supplémenté (lot 3)	0,095 (0,103) n = 4	0,000 (0,021) n = 5	0,024 (0,129) n = 5	0,040 b (0,097) n = 14
Moyenne	-0,06 (0,256)a n = 12	0,000 (0,014)a n = 15	-0,002 (0,080)a n = 15	-0,019 (0,144) n = 42
Effet formation = ns				
Effet supplémentation = *				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 41)= 0,14				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Légumineuses :

Sur dunes, cette famille est rejetée par le lot fortement supplémenté, alors qu'elle est sélectionnée sur plaines limoneuses et dans les dépressions, mais l'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les formations.

Les lots supplémentés aussi bien que le lot non supplémenté sélectionnent les légumineuses (Tableau 19).

Tableau 19. Influence des types de formation et de la supplémentation sur la sélection des légumineuses par les animaux.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	0,120 (0,083) n = 4	-0,038 (0,104) n = 5	-0,002 (0,201) n = 5	0,020 a (0,148) n = 14
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	-0,043 (0,189) n = 4	0,044 (0,116) n = 5	0,140 (0,145) n = 5	0,047 a (0,157) n = 14
Lot fortement supplémenté (lot 3)	-0,115 (0,173) n = 4	0,092 (0,213) n = 5	0,100 (0,207) n = 5	0,036 a (0,209) n = 14
Moyenne	-0,013 (0,174)a n = 12	0,033 (0,152)a n = 15	0,08 (0,183)a n = 15	0,036 (0,170) n = 42
Effet formation = ns				
Effet supplémentation = ns				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 41) = 0,169				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

Autres espèces herbacées :

Composées de *Corchorus tridens*, *Borreria sp.* et *Ipomea sp.* sont sélectionnées dans le tapis herbacé à l'intérieur des couloirs sur toutes les formations végétales. Elles sont sélectionnées par les animaux supplémentés et non supplémentés (Tableau 20).

Tableau 20. Influence des types de formation et de la supplémentation sur la sélection des autres herbacées par les animaux.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	-0,023 (0,121) n = 4	0,026 (0,040) n = 5	0,222 (0,395) n = 5	0,075 a (0,253) n = 14
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	0,155 (0,310) n = 4	0,140 (0,181) n = 5	0,112 (0,240) n = 5	0,042 a (0,262) n = 14
Lot fortement supplémenté (lot 3)	0,230 (0,460) n = 4	0,006 (0,216) n = 5	0,260 (0,930) n = 5	0,165 a (0,587) n = 14
Moyenne	0,12 (0,316) a n = 12	0,04 (0,170) a n = 15	0,20 (0,559) a n = 15	0,09 (0,392) n = 42
Effet formation = ns				

Effet supplémentation = ns

Interaction = ns

ETR (ddl = 41) = 0,412

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts types.

* = Significatif ;

ns = non significatif ;

2.3.9.2. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes (tiges et feuilles)

Graminées :

Un faible niveau de supplémentation n'influence pas le comportement sélectif des animaux par rapport aux tiges de graminées. Le lot témoin et le lot faiblement supplémenté rejettent les tiges, tandis que le lot fortement supplémenté les sélectionne (Tableau 21).

Tableau 21. Influence de la supplémentation et des types de formation sur la sélectivité des animaux par rapport aux tiges de graminées.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
Lot témoin (lot 1)	-0,22	0,06	-0,02	-0,05 a
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	0,03	-0,01	-0,13	-0,05 a
Lot fortement supplémenté (lot 3)	0,12	0,32	0,36	0,29 b
Moyenne	-0,04 a	0,12 a	0,05 a	0,05
Effet formation = ns				
Effet supplémentation = *				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 38) = 3,86				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.

* = Significatif ;

ns = non significatif.

Tableau 22. Influence de la supplémentation et des types de formation sur la sélectivité des animaux par rapport aux feuilles de graminées.

Formation \ Niveau supplémentation	Dunes	Plaines limoneuses	Dépressions	Moyenne
------------------------------------	-------	--------------------	-------------	---------

Lot témoin (lot 1)	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Lot faiblement supplémenté (lot 2)	0,00	0,00	0,00	0,00 a
Lot fortement supplémenté (lot 3)	0,01	0,00	0,00	0,00 a
Moyenne	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00
Effet formation = ns				
Effet supplémentation = ns				
Interaction = ns				
ETR (ddl = 41) = 0,000				

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.
ns = non significatif ;

Les feuilles de graminées ne sont pas sélectionnées par les lots supplémentés aussi bien que le lot témoin sur chacune des formations végétales (Tableau 22).

2.4. Discussions

2.4.1. Disponibilité fourragère

L'évolution mensuelle de Février à Juin montre que la biomasse moyenne disponible dans les couloirs pendant les mois de Mai et Juin est supérieure à celle des mois de Février, Mars et Avril. Cette augmentation du disponible fourrager est la conséquence du choix raisonné des sites des couloirs pendant ces mois-ci. En effet, le dépouillement des résultats des mois de Février, Mars et Avril, nous a permis de constater la grande hétérogénéité du tapis herbacé et du taux de recouvrement ; facteurs entre autres qui influencent fortement la variabilité des paramètres à mesurer : l'hétérogénéité de la composition floristique est d'autant plus grande qu'il y a de plages nues dans le couloir suivant notre dispositif d'échantillonnage. Pour peu que le tapis herbacé soit plus microhétérogène ou discontinu, le coefficient de variation de cette hétérogénéité s'élève couramment à 40 % et jusqu'à 60 % (Hiernaux *et al.*, 1989).

Le choix des sites à recouvrement continu dans le but de réduire la grande variabilité, a conduit à des biomasses relativement élevées pendant les mois de Mai et de Juin. Des observations n'ont pu être effectuées sur dunes en Juin faute de disponibilité fourragère.

Les biomasses des couloirs des différentes formations végétales influenceront le comportement des animaux suivant leur disponibilité fourragère respective et/ou leur composition floristique et/ou la structure et/ou la qualité des espèces herbacées qui les peuplent. Le facteur supplémentation agira sur le

comportement des animaux par la quantité ingérée et sa teneur élevée en azote.

2.4.2. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le temps consacré par les animaux à l'activité pâture

La disponibilité fourragère, le type de formation et la supplémentation ont tous un effet sur le temps de pâture des animaux. Les variations de la quantité et de la qualité des fourrages des différentes formations et l'influence de la supplémentation ne sont pas les seuls facteurs qui influencent le temps consacré à l'activité pâture des animaux (l'écart type de l'analyse de la variance est de 0,50). Comme autres facteurs pouvant influencer cette activité il faut citer la température, l'hygrométrie (Guerin, 1987). Diallo (1978) n'a cependant pas observé de rapport significatif entre les variations de température et les comportements de l'animal pendant les périodes de 24 heures au cours de l'année.

Il n'existe pas de corrélation entre la disponibilité fourragère et le temps de pâture des animaux. Face à du fourrage de qualité médiocre, les animaux, à la recherche de meilleures parties mettront du temps à pâturer indépendamment de la quantité du fourrage disponible tant que ce dernier ne devient pas un facteur limitant. Ce résultat corrobore celui de Diallo (1978) qui n'a pas observé de corrélation nette entre le temps de pâture des animaux et la disponibilité de nourriture de bonne qualité (taux de protéine supérieure à 7,4 %).

Dicko (1980) a observé une augmentation du temps de pâture d'une heure environ avec la diminution de la digestibilité et l'appétibilité du fourrage bien que le disponible fourrager soit encore très important (Novembre - Février).

Le même temps est consacré à l'activité pâture sur dunes et plaines limoneuses, augmente quand les animaux se trouvent dans les dépressions. Les animaux à la recherche des meilleures parties (plus fines, plus digestibles) consacrent en conséquence plus de temps à l'activité pâture. En effet, dans les dépressions à concentration des écoulements, les herbacées en fin de période de croissance ont une qualité inférieure à celle des herbacées des dunes à infiltration homogène et à celle des herbacées des plaines limoneuses à ruissellement ([Bremner & De Ridder, 1991](#)). Les plantes dans les dépressions ont eu un développement normal à la faveur d'une disponibilité plus élevée en eau entraînant une structure plus lignifiée des différents organes et à une dilution de l'azote conduisant à une teneur faible en ce nutriment. Ce changement de comportement des animaux trouverait probablement son explication à la qualité médiocre des herbacées des dépressions par rapport aux dunes et aux plaines limoneuses bien que les résultats ne montrent pas une sélection particulière sur les feuilles de graminées dans les différentes formations. Ce temps de pâture élevé dans les dépressions s'expliquerait par une augmentation du temps de mastication réduisant ainsi le temps de pâture quand les fourrages sont plus lignifiés comme c'est le cas dans ces unités de végétation.

Ces résultats montrent un changement de comportement des animaux en fonction des types de formation comme supposé dans les hypothèses.

La supplémentation a provoqué une réduction du temps consacré à l'activité pâture du lot fortement supplémenté (29 minutes) par rapport au lot témoin (37 minutes). Les niveaux d'ingestion totale sont couverts à divers degrés par les différents niveaux de supplémentation. Les animaux, cherchant à satisfaire leurs besoins respectifs mettront différemment le temps consacré à la pâture proportionnellement au degré de couverture de leurs besoins par les niveaux de supplémentation. Ces résultats rejoignent ceux observés par Maïga (1989), Barton *et al.* (1992), Hess *et al.* (1992a), Krysl (1992) et Van Nierop (1993) : une réduction du temps de pâture des animaux recevant une supplémentation azotée ; et contraires à ceux de Falvey (1977) qui n'a pas observé de différence entre le temps de pâture des animaux supplémentés et non supplémentés ; cités par H.M.van de Poll (1994).

2.4.3. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le nombre de coups de dent des animaux

Le nombre de coups de dent est influencé par les variations de la disponibilité fourragère suivant les mois. On peut remarquer qu'aux faibles biomasses des mois de Février, Mars et Avril correspondent les moindres nombre de coups de dent pendant les mêmes mois. Aux biomasses plus élevées des mois de Mai et Juin correspondent des nombres plus élevés de coups de dent. Il existe une corrélation significative entre le nombre de coups de dent et la disponibilité fourragère. En effet, le nombre de coups de dent est fonction de la répartition et de la structure des feuilles dans la biomasse. Un pâturage avec les grandes feuilles des espèces est pâture avec moins de coups de dent par rapport à un pâturage avec espèces portant de petites feuilles : nombreux sont les coups de dent et la biomasse par coup de dent réduite.

Des facteurs non mesurés et/ou non contrôlés autres que la disponibilité fourragère, et la supplémentation agissent sur le nombre de coups de dent comme le port de plante (Stobbs, 1973a). L'écart type de l'analyse de la variance est : $r^2 = 0,56$.

Il y a une tendance d'augmentation du nombre des coups de dent des dunes (766) aux dépressions (1033). Un tel changement de comportement s'expliquerait par une variation de la structure et de la qualité moyenne des herbages suivant les unités de végétation. Plus la qualité des fourrages diminue, plus les animaux cherchant les meilleures parties auront des nombres de coups de dent plus élevés pour avoir une bouchée et réciproquement. Comme supposé dans les hypothèses, les résultats montrent un changement de comportement des animaux en fonction des types de végétation.

Il y a une tendance à la baisse du nombre de coups de dent du lot non supplémenté (1059) au lot fortement supplémenté (670).

Tout comme pour le temps consacré à l'activité pâture, la satisfaction à des degrés différents des besoins des animaux par la supplémentation avec le tourteau de coton, explique cette différence de comportement entre les lots.

2.4.4. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'intensité de pâture

des animaux

L'intensité de pâture des animaux est influencée par les variations de la disponibilité fourragère. Il existe une corrélation significative entre la disponibilité fourragère et l'intensité de pâture des animaux.

L'intensité de pâture des animaux augmente des dunes (25 ccd/minute) aux dépressions (29 cdd/minute). Ceci trouverait son explication non seulement dans la qualité des herbacées des différentes unités de végétation, mais aussi et surtout dans la composition floristique et principalement la structure des plantes. Les graminées ont les plus fortes teneurs en constituants pariétaux (NDF) particulièrement en hémicellulose, mais comparées à celles des autres familles, les teneurs en lignine sont peu élevées (Guerin, 1987). En effet, les dunes sont composées à 75 % de *Zornia glochidiata*, espèce ayant une structure moins fibreuse que le *Schoenefeldia gracilis*, qui couvre respectivement les plaines et les dépressions à 70 % (=82 % de 85 %) et 57 % (=85 % de 67 %). L'intensité de pâture diminue en présence de plantes plus fibreuses, car l'animal mettra plus de temps à mâcher la bouchée contrairement à une plante moins fibreuse. Ce résultat de changement de comportement des animaux en fonction des types de formation supporte l'hypothèse.

La supplémentation avec une faible quantité de tourteau de coton n'a pas eu de conséquence sur l'intensité de pâture des animaux. Avec un apport élevé de la quantité de tourteau de coton, l'intensité de pâture a chuté de 14 %. L'augmentation de la proportion de tourteau a provoqué une réduction de 20 % de l'intensité de pâture. La satisfaction en partie des besoins des animaux par l'apport de supplément qui est supposé couvrir l'ingestion des animaux à 15 % et 60 % respectivement pour le lot faiblement et le lot fortement supplémenté expliquerait la différence observée entre les lots.

Ces résultats corroborent ceux de Van Nierop (1993) qui a également observé une réduction de l'intensité de pâture de 14 % du lot fortement supplémenté (41 cdd/min) par rapport au lot témoin (48 cdd/min).

2.4.5. Influence des types de formation et de la supplémentation sur le poids du coup de dent des animaux

La disponibilité fourragère, la composition floristique, la supplémentation ne sont pas les seuls facteurs qui influencent le poids du coup de dent (l'écart type de l'analyse de la variance : $r^2 = 0,61$). Il n'y a pas une corrélation linéaire entre le poids du coup de dent et la disponibilité fourragère. Ce paramètre est le plus influencé par les unités de végétation par rapport au nombre de coups de dent et à l'intensité de pâture.

Le poids du coup de dent diminue progressivement des dunes (1,18 g MO) ; plaines limoneuses (0,90 g MO) aux dépressions (0,62 g MO). Ce qui s'expliquerait par la diminution des dunes aux dépressions de la qualité moyenne des herbacées et la structure moins fibreuse de *Zornia glochidiata* sur dunes par rapport à une structure plus fibreuse de *Schoenefeldia gracilis* sur plaines limoneuses et dans les dépressions. Les animaux en cherchant à prélever les meilleures parties auront des coups de dent de plus

en plus légers au fur et à mesure qu'ils seront en face des herbacées de mauvaise qualité.

Ces résultats rejoignent ceux de Stobbs (1973a et 1973b) cité par Guerin (1987) qui a montré que la taille des bouchées variait en fonction de la disponibilité en fourrage, de sa qualité et de la forme des touffes d'herbe. Selon le même auteur, le poids unitaire de la bouchée est très variable : même pour une prairie monospécifique, il peut varier de 100 p. 100 en fonction du port de la plante. Ces résultats montrent une influence des types de formation sur le comportement des animaux et soutiennent de ce fait l'hypothèse.

La tendance est à la hausse du poids du coup de dent du lot non supplémenté au lot fortement supplémenté (0,81 ; 0,88 et 1,00 g MO).

La supplémentation avec le tourteau de coton couvre en partie (62 %) les besoins azotés du lot faiblement supplémenté (les besoins en matières azotées digestibles d'un bovin de 200 kg de PV avec un gain moyen quotidien de 250 g j⁻¹ sont de 300 g j⁻¹ (Rivière, 1977).

Le lot faiblement supplémenté recevant en moyenne 500 g de matière brute de tourteau de coton par jour, aura donc 500 g * teneur en matière sèche * teneur en MAD soit :
 $500 * 0,90 * 0,41 = 185 \text{ g MAD j}^{-1}$, ce qui correspond à $185/300*100 = 62 \%$ de ses besoins en MAD.
 avec 0,90 : teneur en MS du tourteau de coton (Rivière, 1977)
 0,41 : teneur du tourteau de coton en MAD (Rivière, 1977)

Le lot fortement supplémenté qui reçoit en moyenne 2 500 g de tourteau de coton par jour verra ses besoins azotés largement couverts.

Le lot témoin ne recevant pas de supplémentation a des besoins azotés plus élevés que le lot faiblement supplémenté qui a ses besoins couverts à 60 % et le lot fortement supplémenté qui a ses besoins azotés largement couverts. Les lots supplémentés en broutant indistinctement les parties de plantes auront par conséquent un comportement sélectif moins rigoureux par rapport au lot témoin. Ils auront donc un poids du coup de dent supérieur à celui des animaux non supplémentés. On peut donc conclure que la supplémentation azotée provoque une réduction de la sélectivité des animaux.

Ces résultats sont comparables à ceux observés par Van Nierop (1993) : augmentation du poids du coup de dent des animaux fortement supplémentés par rapport aux témoins et confirment l'hypothèse de départ selon laquelle les animaux supplémentés avec une source alimentaire azotée deviennent moins sélectifs que ceux non supplémentés.

2.4.6. Influence des types de formation et de la supplémentation sur l'ingestion apparente des animaux

Au début de l'étude, les animaux supplémentés (lots 2 et 3) ingéraient en totalité leur ration de supplément. Mais vers la fin de l'essai (Juin) nous avons enregistré des refus de tourteau de coton avec le

lot fortement supplémenté.

La disponibilité fourragère, la composition floristique et la supplémentation ne sont pas les seuls facteurs dont dépend l'ingestion apparente des animaux au pâturage (l'écart type de l'analyse de la variance : $r^2 = 0,51$). Une corrélation significative faible ($r^2=0,33$) existe entre la disponibilité fourragère et l'ingestion apparente des animaux. Autres facteurs par exemple la température, hygrométrie etc... (Guerin 1987) peuvent avoir une influence sur l'ingestion apparente des animaux sur pâturage.

L'ingestion apparente diminue progressivement des dunes (325 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute) aux dépressions (228 mg MO kg⁻¹ PV^{0,75}/minute). Je suggère comme pour les autres paramètres qui ont servi à évaluer cette ingestion apparente que la différence de qualité des herbacées des types de formation est à l'origine de la différence des niveaux d'ingestion apparente des animaux. Les deux premières formations (dunes et plaines limoneuses) ont respectivement une teneur moyenne en azote de 11 g et 7 g kg⁻¹ MS contre 4 g dans les dépressions. L'ingestibilité des fourrages tropicaux étant liée à leur teneur en matière azotée totale, l'ingestion sera donc inférieure dans les dépressions par rapport aux deux autres formations.

Van Nierop, en étudiant le comportement quantitatif des différentes activités de l'animal au cours de la journée (de 8 h à 18 h) avec un lot témoin et un lot fortement supplémenté avec une source azotée (tourteau de coton) rapporte qu'en moyenne les animaux consacrent 109 secondes toutes les cinq minutes à l'activité pâture pour le lot témoin et 76 secondes/5 minutes pour le lot fortement supplémenté.

En extrapolant nos résultats à ces temps de pâture, on aura pour le lot témoin :

- temps de pâture (minutes) :

= (10 heures*60 minutes*109 secondes/5)/60 secondes soit 218 minutes.

- ingestion apparente sur dunes (pour une Unité Bétail Tropicale):

= 325 mg*218 minutes*2500,75/1.000.000 soit 4,46 kg MO ou encore 4,46/0,80 (teneur en MO) soit 5,58 kg MS

Les niveaux d'ingestion apparente sur plaines limoneuses et dans les dépressions sont respectivement de 4,22 kg MO (5,27 kg MS) et 3,13 kg MO (3,9 kg MS) pour un animal de 250 kg de poids vif. Ces valeurs de consommation apparente sous-estiment l'ingestion volontaire couramment admise dans la littérature (6,25 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹) de 16 % sur dunes 50 % sur plaines limoneuses et 38 % dans les dépressions. Les valeurs de consommation apparente sont également inférieures à l'ingestion volontaire de 80 à 100 g MO kg⁻¹ PV^{0,75} j⁻¹ soit 5 à 6 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ rapportés par Oyenuga and Olubajo (1975), Dicko et Sangaré (1980), Dicko et Sangaré (1985), Burns *et al.* (1991) cités par Schlecht *et al.* (1993). Nos résultats sur plaines limoneuses et dans les dépressions corroborent ceux observés par Guerin (1987) sur pâturage naturel au Sénégal en saison sèche : 3,5 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹. Cependant des valeurs de consommation apparente plus élevées ont été observées par Diarra (1983) sur différentes formations végétales au ranch en saison sèche : 12,3 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ sur tapis herbacé à *Loudetia togoensis*, *Diheteropon hagerupii*, *Pennisetum pedicellatum* et 14,15 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ sur tapis herbacé dominé par *Schoenefeldia gracilis*, *Zornia glochidiata* et *Cenchrus biflorus*.

Ces variations de niveaux d'ingestion volontaire des animaux sur pâturage naturel en saison sèche sont probablement liées aux techniques de mesure de l'ingestion et aussi à la valeur des différents pâturages utilisés pour les essais respectifs.

Les résultats soutiennent l'hypothèse car l'ingestion apparente des animaux varie en fonction des types de formation.

Une étude quantitative du comportement alimentaire d'animaux supplémentés avec une source alimentaire riche en azote (tourteau de coton) menée par l'Equipe Exploitation Fourragère du Projet PSS (non publié) rapporte un temps de pâture moyen de 265 minutes, 235 minutes et 175 minutes pour respectivement les lots témoin, faiblement supplémenté (15 %) et fortement supplémenté (60 %) pendant la journée (8 h à 17 h). Une extrapolation de nos niveaux d'ingestion apparente à ces temps de pâture donne pour le lot témoin en 265 minutes de pâture 6,13 kg MO UBT⁻¹ j⁻¹ (7,7 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹) qui surestime le niveau de l'ingestion volontaire (6,25 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹) d'environ 12 %. L'ingestion apparente est de 5,04 kg MO UBT⁻¹ j⁻¹ (6,3 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹) avec un temps de pâture de 218 minutes rapporté par Van Nierop (1993). Cette valeur correspond à la quantité couramment admise par la littérature. Ces niveaux d'ingestion sont semblables à celui de 6,18 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ rapporté par Dicko (1981) et à ceux variant de 5 à 7 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ rapportés par Schelcht (1993). Des niveaux d'ingestion supérieurs à nos valeurs ont été enregistrés notamment aux Etats-Unis où Hyder *et al.* utilisant avec des taurillons Hereford la méthode d'estimation de l'ingestion par la quantité d'eau consommée, trouvent 7,15 à 12 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ (1966) et 9 à 12,25 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ (1968). Conner *et al.* (1963) dans le Nevada rapportent des valeurs d'ingestion de 4,5 à 12 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹ (cités par Dicko).

Les niveaux d'ingestion apparente pour les lots supplémentés sont de 4,14 kg MO UBT⁻¹ j⁻¹ (5,17 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹) pour le lot faiblement supplémenté et de 2,34 kg MO UBT⁻¹ j⁻¹ (2,9 kg MS UBT⁻¹ j⁻¹). La supplémentation a entraîné une réduction du niveau d'ingestion de 32 % pour le lot 2 et de 62 % pour le lot 3. L'augmentation de la proportion de tourteau de coton a occasionné une baisse de l'ingestion de 43 % (non significatif). Les quantités de tourteau de coton distribuées couvrent théoriquement 15 % et 60 %, l'ingestion des animaux faiblement supplémentés et fortement supplémentés respectivement. Leurs besoins étant plus ou moins couverts, ils réagiront différemment face à la ration de base.

Ce résultat ne soutient pas l'hypothèse car, l'amélioration de l'ingestion de la ration de base sélectionnée dans le tapis herbacé par un apport faible de supplément azoté n'a pas été observé : le supplément s'est substitué à la ration de base. Ce niveau de 15 % a probablement atteint le seuil de substitution ; ou le menu sélectionné par les animaux est de bonne qualité pour que le supplément ne se substitue pas à la ration de base ; car l'augmentation des quantités ingérées due à la supplémentation azotée est d'autant plus importante que la teneur en matière azotée totale du fourrage initiale est faible selon Chenost (1987).

Ces résultats rejoignent ceux rapportés par Rittenhouse *et al.* (1970), Judkins *et al.* (1985), Judkins *et al.*

(1987), Krysl *et al.* (1992a), Maïga (1989), Barton *et al.* (1992), Hess *et al.* (1992a) et Hess *et al.* (1992b). Nos résultats sont contraires à ceux de Kartchner (1981), Caton *et al.* (1988) et Hess *et al.* (1992b) qui ont plutôt observé une amélioration de l'ingestion sur pâturage. En effet certains auteurs rapportent non seulement une augmentation de l'ingestion totale, mais aussi de l'ingestion sur pâturage naturel ou de la ration de base avec une quantité modérée de supplément azoté (McMeniman *et al.* 1988, Malher, 1991). Cette différence s'expliquerait par les quantité et qualité des suppléments distribués, mais aussi la qualité moyenne des fourrages des pâturages utilisés.

2.4.7. Sélectivité des animaux

2.4.7.1. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées

Graminées : Les indices négatifs des graminées du tapis herbacé à l'intérieur des couloirs sur dunes et dans les dépressions montrent que les graminées de ces tapis herbacés sont rejetées par les animaux. Elles ne sont pas sélectionnées sur les plaines limoneuses. Sur dunes, les graminées représentent 24 % de la biomasse contre 75 % d'une espèce très appréciée par les animaux : *Zornia glochidiata*. Les graminées se verront rejetées par les animaux au profit de *Zornia glochidiata*.

Dans les dépressions, *Schoenefeldia gracilis* et *Brachiaria xantholeuca* représentent 67 % du tapis herbacé. Comme légumineuses, *Cassia tora* (espèce peu appetée) ; *Zornia glochidiata* ; *Borreria sp.* et *Ipomea sp.* constituent l'essentiel des autres herbacées. *Borreria* à l'état nécrotique renferme 8 g N kg⁻¹ MS ([Bremen & De Ridder, 1991](#)). Le groupe des autres herbacées et la légumineuse *Zornia glochidiata* seront sélectionnées par rapport aux graminées de moindre qualité. Ce résultat soutient l'hypothèse car, il y a une différence de sélection des graminées suivant les types de formation.

Les graminées sont rejetées par les lots non supplémenté et faiblement supplémenté. Le lot fortement supplémenté les sélectionne. La supplémentation couvre 62 % des besoins azotés du lot faiblement supplémenté et largement ceux du lot fortement supplémenté. Le lot non supplémenté et le lot faiblement supplémenté ayant les besoins non couverts sélectionnent les espèces herbacées moins fibreuses et riches en éléments nutritifs et les parties de plantes plus riches et plus digestibles.

Ce résultat supporte l'hypothèse car, le lot fortement supplémenté ayant ses besoins azotés couverts cherche à équilibrer le rapport protéine/énergie en sélectionnant les graminées qui sont plus énergétiques par rapport aux légumineuses contrairement aux animaux non supplémentés.

Légumineuses : Les légumineuses du tapis herbacé à l'intérieur des couloirs sur dunes ont un indice négatif c'est à dire rejetées. Etant donné que les deux lots supplémentés rejettent les légumineuses par opposition au témoin, la moyenne entre les trois lots donne un indice négatif ; ce qui ne veut pas dire que les légumineuses sont totalement rejetées, mais que l'effet rejet de ces espèces par les lots supplémentés masque la sélection du lot témoin. En effet, sur dunes, les légumineuses représentent 75 % du tapis herbacé. *Zornia glochidiata* qui est réputée une espèce très appréciée des animaux représente 99 % des légumineuses.

Sur plaines limoneuses et dans les dépressions, elles font l'objet d'une sélection. C'est surtout *Zornia glochidiata* qui est l'espèce sélectionnée auprès de *Cassia tora* alors que cette dernière se révèle une espèce peu appetée (De Ridder et Breman, 1991). Il y a une différence de sélection des légumineuses selon les types de formation comme suggéré par l'hypothèse.

Le lot non supplémenté aussi bien que les lots supplémentés sélectionnent les légumineuses. La supplémentation n'a pas apparemment influencé le comportement sélectif des animaux par rapport aux légumineuses. Ce résultat contraste quelque peu avec l'hypothèse, car le lot fortement supplémenté a lui aussi sélectionné les légumineuses. La sélection des graminées par les animaux du lot fortement supplémenté est la stratégie utilisée pour équilibrer leur rapport protéine/énergie. Ce même résultat pourrait s'obtenir en ne sélectionnant pas les légumineuses. Il semble donc que les animaux sont bien capables d'équilibrer leur rapport protéine/énergie en augmentant le taux d'énergie dans leur menu en sélectionnant plus de graminées, mais qu'ils ne sont pas capables ou bien pas disposés à diminuer le taux d'azote de leur menu en ne sélectionnant pas les graminées.

Autres espèces herbacées : Composées en majorité de *Borreria sp.* sur tous les types de formation à côté de *Corchorus tridens* (espèce non appetée à l'état nécrotique) sur dunes et plaines limoneuses ; cette espèce est sélectionnée dans le tapis herbacé des couloirs sur toutes les formations. *Borreria sp.* qui est l'espèce dominante et bien appetée a un taux d'azote relativement élevé : 8 g kg⁻¹ MS ([Breman & De Ridder, 1991](#)).

La supplémentation n'a pas influencé le comportement sélectif des animaux par rapport aux autres espèces herbacées, tous les sélectionnent.

2.4.7.2. Sélectivité des animaux par rapport aux parties de plantes

Le groupe des graminées est le seul qui portait des feuilles pendant la période de l'étude.

Les tiges de graminées du tapis herbacé des couloirs sur dunes sont rejetées. Elles sont sélectionnées sur plaines limoneuses et dans les dépressions. Face au *Zornia glochidiata*, espèce dominante du tapis herbacé sur dunes et très appetée, le *Schoenefeldia gracilis* est moins recherché par les animaux.

Le lot fortement supplémenté sélectionne les tiges de graminées contrairement au lot non supplémenté et au lot faiblement supplémenté et ceci, pour équilibrer le rapport protéine/énergie.

Les feuilles de graminées du tapis herbacé à l'intérieur des couloirs ne sont pas sélectionnées aussi bien sur dunes, plaines limoneuses que dans les dépressions. Il n'y a donc pas une différence de sélection des feuilles des graminées par les animaux en fonction des types de formation comme suggéré par l'hypothèse.

Les feuilles de graminées du tapis herbacé des couloirs ne sont sélectionnées ni par le lot témoin ni par

les lots supplémentés ; la supplémentation n'influence pas le comportement sélectif des animaux par rapport aux feuilles de graminées.

Il est très difficile d'étudier une différence de sélection entre tiges et feuilles des herbacées annuelles. En effet, la sélection des organes sur les espèces annuelles est difficile au moment de l'exécution par l'animal (bovin) mais aussi pour les espèces herbacées piétinées. Les indices de sélectivité se rapportant aux organes sont à considérer avec réserve.

Ce résultat ne supporte pas l'hypothèse qui suggère une sélection plus poussée des animaux non supplémentés vers les parties les plus fines et plus digestibles.

Au regard des résultats observés, on retient que la supplémentation a abaissé la sélectivité des animaux (le poids du coup de dent augmente avec le niveau de supplémentation) ; les animaux non supplémentés avec un poids de coup de dent moins élevé par rapport aux animaux supplémentés, mais aussi recherchent les groupes d'espèces herbacées relativement riches en azote (légumineuses).

Le dispositif nous ayant permis d'aboutir à ces résultats supporte donc la suggestion d'Owen-Smith (1982) selon laquelle le facteur limitant est protéique pour les herbiphiles.

Pris dans son ensemble, nos résultats de sélectivité des animaux contredisent ceux rapportés par Judkins *et al.* (1985), Caton *et al.* (1988), Maïga (1989), Schlecht (1992) et Moss et Murray (1992) qui n'ont pas observé de différence de sélectivité entre les animaux non supplémentés et ceux recevant une supplémentation azotée.

2.5. Conclusions

Les variations de la quantité de biomasse disponible entraînent les variations des paramètres temps consacré à l'activité pâture, nombre de coups de dent, intensité de pâture, le poids moyen du coup de dent et l'ingestion apparente des animaux.

- Ces paramètres sont également influencés par la composition floristique et la qualité des fourrages à l'intérieur des couloirs sur les différentes formations végétales. C'est ainsi que le nombre de coups de dent des animaux varie en sens inverse de la qualité des fourrages ; tandis que le poids du coup de dent varie dans le même sens que la qualité du fourrage ; de même que l'ingestion apparente des animaux.
- La composition floristique du tapis herbacé des couloirs influence le comportement sélectif des animaux.
- La supplémentation, en provoquant une augmentation du poids du coup de dent des animaux conduit à un abaissement de leur sélectivité. Les animaux fortement supplémentés sélectionnent les graminées pour équilibrer leur rapport protéine/énergie contrairement aux deux autres lots qui les rejettent.
- La supplémentation n'influence pas le comportement sélectif des animaux par rapport aux légumineuses et autres herbacées ; ils recherchent toujours les groupes herbacées ayant une teneur en éléments nutritifs relativement élevée.
- La supplémentation azotée provoque une réduction de l'ingestion de fourrage des animaux.

3. Selectivité des bovins sur la strate herbacée pendant la période de croissance végétative d'un parcours amélioré

3.1. Introduction

L'introduction de légumineuses offre une perspective meilleure visant à une valorisation des parcours naturels. Cette amélioration peut se faire par :

- l'amélioration directe à travers l'installation en leur sein d'une légumineuse ;
- l'amélioration indirecte par une combinaison de leur exploitation avec l'accès à une monoculture de légumineuse (banque fourragère).

Le projet « Production Primaire au Sahel (PPS) » s'est penché sur la question du potentiel des légumineuses pour l'amélioration des parcours naturels ([Penning De Vries et Djitèye, 1991](#)). Selon ces auteurs, la pauvreté en phosphore des sols de la région est un facteur limitant à l'efficacité de cette option sans utilisation des engrais phosphatés. Les engrais phosphatés étant chers cependant.

La stimulation des légumineuses ne pouvant guère être envisagée sous les conditions climatiques locales du fait des différences typiques de germination et du pouvoir de compétition entre légumineuses et graminées ; cette voie n'offrait que bien peu de perspectives (Bremner, 1990). Ainsi l'utilisation des cultures fourragères légumineuses a été suggérée pour une pluviosité de plus de 500 mm/an-1.

Les expériences du PPS s'opposant à l'amélioration des parcours du Ranch, une banque fourragère de *Stylosanthes hamata* variété verano y a été installée dès le démarrage du projet PSS en supposant qu'il serait plus facile de maintenir une banque fourragère à la pluviosité moyenne de 500 mm/an-1. Le choix de cette variété s'explique par sa plus grande résistance à la sécheresse, aux maladies, son aptitude à s'associer aux graminées et sa résistance aux feux de brousse. Elle se comporte en plante annuelle (Toutain *et al.*, 1992).

L'étude : « Recherche d'un modèle d'exploitation de *Stylosanthes hamata* en culture pure et en pâturage amélioré » initié par le Projet P.S.S est en cours depuis 1991.

L'essai sur pâturage amélioré a été mené sur une ancienne jachère enrichie avec *Stylosanthes hamata* à Cinzana sous une pluviométrie de 750 mm/an-1 ; celui en culture pure (banque fourragère) est mené au ranch de Niono sous une pluviométrie de 500 mm an⁻¹.

L'objectif de cette étude est comme l'indique son titre, la recherche d'un modèle d'exploitation permettant la pérennité de l'introduction du *Stylosanthes hamata* et sa rentabilité sur la production secondaire à travers les ruminants domestiques.

Les herbacés tropicaux ont une vitesse de croissance rapide en début d'hivernage et peuvent étouffer les

jeunes plants de *Stylosanthes hamata*, cela pouvant avoir comme conséquence la mauvaise installation de la légumineuse et sa disparition dans le temps (Otsyina *et al.*, 1987 ; P.N. de Leeuw *et al.*, 1977).

Pour favoriser la compétitivité du *Stylosanthes hamata*, il faut anéantir la croissance rapide des herbacés pendant la période d'installation de la végétation. L'alternative pour arriver à cette fin est soit :

- le désherbage : les mauvaises herbes sont enlevées à la main. La méthode est efficace mais demande plus de main-d'oeuvre, ce qui fait souvent défaut surtout en cette période de l'année (la main-d'oeuvre étant occupée par les travaux champêtres) ; ou
- la pâture précoce : les herbacés en pleine croissance de bonne qualité sont plus appréciés que le *Stylosanthes hamata*. Une pâture en cette période peut augmenter la proportion de *Stylosanthes hamata* dans la biomasse totale en fin de saison (Ajileye *et al.*, 1992 ; Otsyina *et al.*, 1987 ; P.N. de Leeuw, 1977).

Ainsi, la banque fourragère a été soumise au désherbage manuel les deux premières années qui ont suivi son installation. La troisième année (1994) au moment de l'installation de la végétation, la banque fourragère fut envahie par les espèces herbacées comme *Brachiaria xantholeuca*, *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Tribulus terrestris* etc., et ne répondait donc plus aux critères de banque fourragère, mais plutôt à un pâturage amélioré.

La pâture précoce est l'option technique qui a été choisie cette année et fait l'objet de cette présente étude qui a comme objectifs :

- réduire la sévère compétitivité des herbacées au moment de leur croissance par rapport à *Stylosanthes hamata*,
- déterminer la sélection des groupes d'espèces herbacées (graminées, légumineuses et autres herbacées) et de *Stylosanthes hamata* par les bovins.

Il faut noter que c'est seulement le second objectif de cette étude qui est traité dans les pages qui suivent ; le premier fait l'objet d'un chapitre traité par D. Coulibaly (en préparation).

3.2. Matériels et méthodes

3.2.1. Banque fourragère (historique)

Elle a été installée en 1991 au Ranch de Niono et couvre une superficie de 1,5 ha situé sur les complexes sablonneux, caractérisés par les anciennes dunes très aplaties ou presque plates.

Le semis a été fait en ligne continue avec une densité de 5 kg à l'ha (interligne 50 cm). La dose d'entretien de 50 kg ha⁻¹ de TSP fut appliquée aussi bien en 1991, 1992, 1993 et 1994.

Le premier objectif de cet essai est d'étudier l'effet de deux modes d'exploitation. C'est ainsi que la banque fourragère a été divisée en deux parcelles de 0,75 ha chacune correspondant respectivement aux deux modes d'exploitation : la première avant et pendant la fructification (PI), la seconde après la

fructification (PII).

Le deuxième objectif est de voir l'impact de trois niveaux de supplémentation sur l'évolution pondérale des ovins. Ce qui a amené à compartimenter chacune des deux parcelles en trois sous parcelles correspondant chacune à un niveau de supplémentation ; charge faible = C1 (0,4 ha) ; charge moyenne = C2 (0,2 ha) et charge forte = C3 (0,1 ha) Coulibaly (1993).

A ce dispositif que nous avons trouvé en place, aucune modification n'a été apportée et nous l'avons exploité en tant que tel au cours de cette étude de pâture précoce (aspect sélectivité des bovins), qu'il faut le signaler a un objectif différent de ceux pour lesquels la banque fourragère fut installée.

3.2.2. Animaux

Il s'agit de 19 taurillons de race Maure âgés de 3 à 4 ans avec un poids vif compris entre 172 et 309 kg soit un total de 17 UBT. Les animaux devant être en bon état pour qu'ils soient bien sélectifs, les animaux qui ont servi à l'essai du chapitre précédent ont été utilisés.

Le choix de cette espèce animale répond au souci de pouvoir prodiguer de bons conseils de gestion, l'identification de l'espèce animale la plus efficace quant à la sélectivité de *Stylosanthes hamata* la plus faible possible.

Les caprins n'ont pas été retenus à cause de leur préférence poussée pour les ligneux.

3.2.3. Taux de charge

La durée de la période de pâture précoce doit être brève aussi peu que possible pour ne pas perturber la croissance du *Stylosanthes hamata*. Un taux de charge élevé est donc conseillé. En supposant une biomasse variant de 50 à 300 kg ha⁻¹ de matière sèche au moment de son installation dont 1/4 de *Stylosanthes hamata* (Bremen : communication personnelle), on aura pour 1,1 ha : $130 \times 1,1 = 143$ kg au total, ce qui correspond à une consommation de 23 UBT en une journée. Les quatre sous-parcelle dont nous disposons ont été exploitées en quatre jours (une sous-parcelle chaque jour). Il s'agit des sous parcelles C1 (charge faible) et C3 (charge forte) de chaque parcelle PI (avant fructification) et PII (après floraison fructification).

L'expérience a été conduite au mois de juillet, début de la saison pluvieuse.

3.2.4. Paramètres

3.2.4.1. Biomasse avant pâture

Pour la détermination de la biomasse avant pâture, quatre lignes équidistantes de dix piquets également équidistants ont été matérialisés dans chacune des six sous parcelles. Sur chaque ligne cinq prélèvements

avec des placeaux de 50 cm x 50 cm ont été effectués, de façon intercalée en omettant chaque fois le piquet suivant celui autour duquel un prélèvement a été fait, soit au total 20 prélèvements par sous-parcelle. On décompte le nombre de pieds par espèce herbacée rencontrée par placette et la biomasse est ensuite fauchée. Les biomasses récoltées sont pesées et séchées à l'étuve à 70°C. Elles sont exprimées en MS.

3.2.4.2. Biomasse après pâture

Des prélèvements ont été faits à côté des mêmes points qui avaient servi dans le cas précédent à la détermination de la biomasse avant pâture. Pour annuler l'effet de la croissance végétative, les animaux sont introduits sur les parcelles immédiatement après le prélèvement des échantillons qui serviront à quantifier la biomasse avant leur entrée dans les sous-parcelles.

3.2.4.3. Ingestion apparente des animaux

Elle est mesurée par la différence entre les deux types de biomasse ci-dessus mentionnés.

Ingestion apparente = Biomasse(avant pâture) - Biomasse(après pâture)

3.2.4.4. Sélectivité des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées

Les deux biomasses sont séparées en leurs différents groupes d'espèces herbacées respectifs.

L'indice de préférence alimentaire est calculé en appliquant la formule :

$$IP = \text{Log}\left(\frac{\% \text{ menu}}{\% \text{ disponible}} + 1\right) - \text{Log } 2$$

avec

IP = indice de préférence alimentaire des animaux.

Log = Logarithme népérien

% menu = % du groupe d'espèces herbacées apparemment ingérées

% disponible = % du groupe d'espèces herbacées dans la biomasse avant pâture des animaux.

IP < 0 = espèce rejetée

IP = 0 = espèce non sélectionnée

IP > 0 = espèce sélectionnée

3.3. Résultats

La composition floristique moyenne des sous-parcelles pâturées pendant la seconde quinzaine du mois

de juillet figure au Tableau 23. Dans une proportion décroissante, les graminées, les autres herbacées et les légumineuses contribuent à la biomasse du tapis herbacé des sous-parcelles à l'exception de PIC1 où les autres herbacées dominent.

Stylosanthes hamata a une contribution à la biomasse très faible sur toutes les parcelles ; avec une densité de 0,4 ; 0 ; 1,4 et 4,4 pieds au m², pour respectivement PIC1, PIC3, PIIC1 et PIIC3. Ce sont des plantes qui viennent à peine de commencer leur croissance végétative à part les quelques pieds pérennes.

Tableau 23. Composition floristique moyenne de la strate herbacée des sous-parcelles (% de la biomasse).

Sous parcelles	Parcelle I		Parcelle II	
	C1	C3	C1	C3
Espèces herbacées				
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	33	56	66	56
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	13	10	12	27
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	18	3	3	1
<i>Aristida mutabilis</i>	-	1	0,2	-
<i>Digitaria gayana</i>	8	10	9	10
<i>Cenchrus biflorus</i>	28	19	10	6
GRAMINEES	39	57	58	71
<i>Stylosanthes hamata</i>	0,2	-	6	7
<i>Zornia glochidiata</i>	97	60	90	46
<i>Indigofera</i> sp.	2	-	-	-
<i>Cassia tora</i>	-	40	4	46
LEGUMINEUSES	11	0,5	10	1
<i>Tribulus terrestris</i>	94	80	88	93
<i>Gisekia pharnacciodes</i>	4	-	3	-
<i>Triumfema pendandra</i>	2	14	9	4
<i>Corchorus tridens</i>	-	0,7	-	-
<i>Ipomea</i> sp.	-	5	2	
AUTRES HERBACEES	50	42	32	28

Les indices de préférence alimentaire calculés par groupe d'espèces herbacées sont portés au Tableau 24. Excepté, la sous parcelle C3, les graminées ont un indice de préférence négatif, traduisant leur faible préférence par rapport aux autres espèces herbacées.

A l'exception de la même sous parcelle C3, les autres herbacées sont sélectionnées.

Les légumineuses sont sélectionnées sur toutes les parcelles.

Tableau 24. Indice de préférence alimentaire des animaux par rapport aux groupes d'espèces herbacées et de Stylosanthes hamata en début de croissance.

Sous parcelle	Parcelle I		Parcelle II	
	C1	C3	C1	C3
Groupes herbacés				
Graminées	-0,11	-0,64	-0,15	0,02
Légumineuses	0,08	-*	0,19	0,42
Autres herbacées	0,06	0,50	0,19	-0,80
Stylosanthes hamata	-0,22	-	-0,69	-0,69

* A cause de l'hétérogénéité de la composition floristique, à l'échantillonnage il y avait plus de légumineuses après pâture des animaux qu'avant leur entrée dans la sous-parcelle ; vu la contribution de ce groupe d'herbacées à la biomasse (0,5 %).

3.4. Discussions

3.4.1. Graminées

Les graminées sont rejetées sur la parcelle I et la sous-parcelle CI de la parcelle II. La composition floristique de ces sous-parcelles est à dominance de graminées et autres espèces herbacées ; les légumineuses étant intermédiaires. Les légumineuses naturelles sont composées en grande partie de *Zornia glochidiata* qui est une espèce herbacée très appréciée ; le groupe des autres espèces herbacées est aussi à dominance de *Tribulus terrestris* qui, au stade début de végétation est de très bonne qualité : teneur en azote peut atteindre 35 g kg⁻¹ MS ([Bremner et de Ridder, 1991](#)). Les graminées annuelles ayant une qualité inférieure à celle des deux autres groupes seront donc rejetées. La composition floristique de sous-parcelle C3, bien qu'à dominance de graminées et autres herbacées diffère quelque peu des autres sous-parcelles parce qu'elle renferme plus de graminées. Les légumineuses ne contribuent qu'à 1 % de la biomasse et le reste de la biomasse est composé de *Tribulus terrestris* qui est rejetée par les animaux. Les animaux ne disposent en conséquence que de graminées qui seront sélectionnées. Ils ne pâturent que ce qui est disponible.

Ce rejet des graminées par rapport aux autres herbacées est également rapportée par Coulibaly (1993).

3.4.2. Légumineuses

Composées presque exclusivement de *Zornia glochidiata* espèce très appréciée, les légumineuses sont sélectionnées sur toutes les sous-parcelles. Cette sélectivité des animaux par rapport aux légumineuses est aussi observée par Coulibaly (1993).

3.4.3. Autres herbacées

Tribulus terrestris est l'espèce dominante sur toutes les sous-parcelles. Elle est de bonne qualité c'est pourquoi est sélectionnée par les animaux, à l'exception de la sous-parcelle C3 PII. Ceci s'explique par le fait que cette sous-parcelle a une topographie qui favorise le développement rapide des plantes par rapport aux autres car c'est une zone à concentration d'eau. *Tribulus terrestris* a atteint un développement tel les épines empêchent les animaux de les ingérer ; l'espèce était donc rejetée.

3.4.4. *Stylosanthes hamata*

Stylosanthes hamata est rejeté. Les légumineuses naturelles et autres herbacées étant de très bonne qualité sont sélectionnées par rapport à *Stylosanthes hamata*.

Ce résultat rejoint la conclusion selon laquelle *Stylosanthes hamata* est moins recherché par les animaux en saison de pluies par rapport aux herbacées en pleine croissance de bonne qualité.

3.5. Conclusion

Les graminées, légumineuses et autres herbacées en pleine croissance sont sélectionnées par rapport à *Stylosanthes hamata* ; une pâture précoce au moment de l'installation de la végétation peut favoriser le développement de *Stylosanthes hamata*.

4. Comportement pondéral des animaux

4.1. Introduction.

Pour juger d'une utilisation efficace des suppléments, le comportement pondéral des animaux a été suivi de Janvier 1993 à Octobre 1994 mais aussi pour :

- connaître l'effet de plusieurs niveaux de supplémentation sur l'évolution pondérale de jeunes bovins sous conditions pastorales pendant la saison sèche,
- juger de la nécessité de compléter les bovins sur pâturage naturel vu la possibilité de la croissance compensatrice qu'on observe généralement sur les animaux élevés en système extensif pendant l'hivernage suivante.

La croissance compensatrice peut être définie comme la croissance plus que normale observée après des

périodes de sous-alimentation occasionnant soit une augmentation moins que normale du poids vif, soit son maintien, soit sa diminution qui sont maintenues assez longtemps pour que l'animal s'y adapte physiologiquement (Bosman, 1992).

4.2. Matériels et méthodes

4.2.1. Parcours naturel

Le parcours utilisé est celui décrit en détail dans le chapitre 2.

4.2.2. Animaux

Un groupe de 18 taurillons issus du troupeau de la Station de Recherche Zootechnique de Niono est réparti en trois lots correspondants à des niveaux de supplémentation. Agés de 3 à 4 ans de race maure, ils ont un poids vif variant de 160 à 249 kg (au début de l'essai).

Ils sont soumis au programme de prophylaxie et de déparasitage du troupeau de la Station.

Les lots ont été constitués de façon à avoir un poids vif moyen égal au démarrage de l'essai.

Le lot 1 (témoin) ne reçoit pas de supplément.

Nous nous sommes fixés le niveau de 15 % comme la fraction de supplément dans la ration pour le lot 2 (faiblement supplémenté) et 60 % pour le lot fortement supplémenté (lot 3).

Le modèle de régulation de l'ingestion développé par Ketelaars et Tolkmamp (1991) donne le niveau de 15 %, une quantité de $9 \text{ g MO kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75} \text{ j}^{-1}$ de tourteau de coton soit l'équivalent de 11 g de matière brute $\text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75} \text{ j}^{-1}$; pour le lot 3 : $48 \text{ g MO kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75} \text{ j}^{-1}$ de tourteau de coton soit 54 g de matière brute $\text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75} \text{ j}^{-1}$ (développé dans le chapitre 2).

Le supplément est distribué le soir après le retour des animaux du pâturage.

Les animaux sont pesés chaque 15 jours à l'aide d'une bascule pese-bétail de portée d'une tonne.

Pour l'estimation du gain moyen quotidien (GMQ), la régression linéaire de la forme $y = a + bx$ a été utilisée à partir des poids vifs mesurés.

$$\text{PV} = a + bx \text{ où}$$

PV = poids vif (kg)

a = terme constant

b = gain moyen quotidien (kg)

x = nombre de jours.

4.2.3. Périodes

Deux périodes sont considérées pour l'analyse des résultats :

Période I (saison sèche) : avec supplémentation. Elle s'étend du 15 Janvier au 17 Juin 1994

Période II (hivernage) : sans supplémentation va du 01 Juillet au 15 Octobre 1994

4.3. Résultats

En fin de saison sèche, les trois lots avaient des poids vifs moyens respectifs de 184 ; 231 et 256 kg. L'augmentation est de l'ordre de 27 % et 39 % pour respectivement le lot faiblement supplémenté et le lot fortement supplémenté. Une augmentation de 10 % s'observe entre les deux lots supplémentés. L'analyse statistique montre qu'il y a une différence significative entre les lots 1 et 2, lot 1 et 3, mais entre le lot 2 et 3 il n'y a pas de différence (Tableau 25).

Grâce à la supplémentation le gain moyen quotidien s'élève à 589 g j⁻¹ pour le lot fortement supplémenté, 414 g j⁻¹ (pas significativement différent du lot 3) pour le lot faiblement supplémenté contre 5 g j⁻¹ pour le lot témoin (Tableau 26).

La supplémentation a donc eu un effet positif sur la croissance pondérale des animaux.

Le suivi de la croissance pondérale des animaux pendant la saison pluvieuse nous a permis de constater :

- une croissance du poids vif moyen des animaux dans chaque lot (Tableau 25 et [Figure 8](#)) ;
- la vitesse de croissance du lot témoin est 3 % (non significatif) plus élevé que le lot faiblement supplémenté, 51 % plus élevé que celle du lot fortement supplémenté ;
- que le lot témoin a obtenu un poids 1,25 fois supérieur à la fin de l'hivernage par rapport à la fin de saison sèche contre 1,16 et 1,11 pour respectivement les faiblement supplémenté et fortement supplémenté. Le lot témoin a effectué la plus grande croissance relative pendant l'hivernage, contrairement au lot fortement supplémenté. Il a donc effectué une croissance compensatrice relative.

Tableau 25. Influence de la supplémentation sur l'évolution pondérale des animaux.

Lots	Poids vif moyen (kg) (fin saison sèche)	Poids vif moyen (kg) (fin hivernage)
Lot 1	184 a	230 a 268 b 286 b
Lot 2	231 b	
Lot 3	256 b	
Moyenne	224	260 13 33

CV (%)	16	
ETR (ddl = 17)	36	

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test.

[Figure 8](#): Evolution pondérale des animaux.

Tableau 26. Variation du gain moyen quotidien (g/al j^{-1}) suivant les périodes.

Lots	Période I (saison sèche)	Période II (Hivernage)
Lot 1	5 a	572 a
Lot 2	414 b	557 a
Lot 3	589 b	380 b
Moyenne	350	503
CV (%)	57	21
ETR (ddl = 17)	0,20	0,10

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par la méthode du t test pour une même colonne.

CV = coefficient de variation

ETR = Ecart type résiduel

4.4. Discussions

La qualité moyenne du parcours naturel ($7 \text{ g N kg}^{-1} \text{ MS}$) est inférieure à la valeur théorique minimale nécessaire pour l'entretien des animaux (Ketelaars *et al.*, 1991).

Selon le modèle développé par Ketelaars, les animaux non supplémentés devraient accuser une perte de poids de l'ordre de 68 g j^{-1} .

Perte de poids par animal (kg j^{-1} pour $[\text{N}] < 8 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$).

$$\text{Perte de poids} = (1,89 [\text{N}] - 14,6) * 10^{-3} \text{ PV}^{0,75} = -1,37 * 10^{-3} (184)^{0,75} = 0,068 \text{ kg j}^{-1}$$

soit 68 g j^{-1} .

Cependant, les animaux du lot non supplémenté ont maintenu leur poids jusqu'en fin de saison sèche, avec un GMQ de 5 g j^{-1} assimilable à l'entretien.

Grâce à la sélection, ils ont pu améliorer la qualité de leur menu (voir [chapitre 2](#)) par rapport à la qualité

moyenne du pâturage ; leur permettant ainsi de se maintenir. Ce résultat est le même que celui observé par Nierop (1993) sur les parcours du ranch avec des taurillons (GMQ = 5 g). Par contre Diarra (1981) a observé une perte de poids continu mais faible de Décembre à Mars ($-0,191 \text{ kg j}^{-1}$) et une perte considérable de poids d'Avril à Juin ($-0,374 \text{ kg}$) avec une charge de $4,65 \text{ UBT ha}^{-1}$ contre $0,01 \text{ UBT ha}^{-1}$ dans notre essai ; ce qui expliquerait la différence entre les deux essais (la sélectivité dépend du taux de charge).

La supplémentation azotée a significativement modifié les gains de poids des animaux. Ce résultat est le même que ceux observés rapportés par Falvey, 1977, Hennessy *et al.*, 1981, Guerin, 1981, Barton *et al.*, 1982, Holderbaum, 1990, Pitts *et al.*, 1992, Halley *et al.*, 1993 et Van Nierop, 1993.

Le gain est d'autant plus élevé que la quantité de supplément distribuée est importante (gain moyen quotidien du lot 3 est 1,4 fois supérieur à celui du lot 2) ; mais les animaux faiblement supplémentés montrent une utilisation plus efficace du supplément car l'augmentation du poids vif moyen des animaux par kilogramme de supplément du lot 2 est deux fois plus élevé que celle du lot 3.

La supplémentation en saison sèche de taurillons élevés sur pâturage naturel au sahel fait diminuer le niveau de la croissance compensatrice pendant l'hivernage suivante. Ce résultat est comparable à celui observé par Allden, 1981 cité par Van Nierop et Van Nierop (1993). Mais l'écart de poids entre les animaux supplémentés et non supplémentés se maintient.

4.5. Conclusions

- Une supplémentation riche en matière azotée permet une croissance pondérale des animaux pendant la saison sèche.
- Le gain de poids est d'autant plus important que la quantité de supplément est plus élevée ; mais le niveau faible de supplément est le plus efficacement utilisé.
- La supplémentation abaisse la manifestation de la croissance compensatrice qui est d'autant plus importance que la quantité de supplément est plus élevée.

5. Conclusions et recommandations

La quantité, la qualité et la composition floristique du tapis herbacé des parcours naturels en saison sèche influencent le comportement des animaux en particulier le comportement sélectif. En effet les résultats de l'étude montrent qu'avec les fourrages de bonne qualité, le poids du coup de dent des animaux augmente ; ce qui conduit à un abaissement de leur niveau de sélectivité. Ce résultat confirme la suggestion faite dans l'hypothèse 3 selon laquelle les variations de la quantité et de la qualité des différents types de végétation peuvent influencer le comportement des animaux.

La supplémentation azotée diminue la sélectivité des animaux. En effet, les résultats montrent que le poids du coup de dent devient de plus en plus élevé avec l'augmentation u niveau de supplément.

La supplémentation azotée conduit à une sélection par les animaux des sources énergétiques (graminées). Mais pour la manifestation de sélection de graminées, il faut une grande quantité de supplément comme le taux de 60 % appliqué dans cet essai. La sélection de ces graminées est la stratégie utilisée par les animaux pour compenser le déséquilibre protéine/énergie provoqué par la grande quantité de supplément azoté. Ces résultats supportent la suggestion de l'hypothèse selon laquelle la supplémentation azotée diminue la sélectivité des animaux qui auront tendance à sélectionner les sources énergétiques étant donné leurs besoins azotés couverts.

Quelque soit le niveau d'alimentation, les animaux sélectionnent les sources azotées (légumineuses et autres herbacées). Les animaux recherchent toujours les aliments de bonne qualité. Ceci contraste quelque peu l'hypothèse qui suggère un refus des sources azotées par les animaux ayant des besoins azotés couverts.

Les parties de plantes relativement riches en éléments nutritifs et moins fibreuses (feuilles) ne sont pas sélectionnées par les animaux quelque soit le niveau d'alimentation ; résultat qui contraste la suggestion de l'hypothèse selon laquelle les animaux non supplémentés sélectionnent les parties plus riches et moins fibreuses. Ce résultat serait probablement lié à la capacité de sélection de l'espèce bovine. En effet, cette espèce animale a un appareil buccal mal adapté pour sélectionner séparément les tiges et les feuilles des espèces herbacées surtout annuelles. C'est pourquoi je suggère que les résultats de sélectivité par rapport aux parties de plantes soient considérés avec réserve. L'utilisation d'animaux porteurs de fistules oesophagiennes ou l'analyse microhistologique seraient les méthodes indiquées pour arriver à étude aussi fine.

« Lorsque l'utilisation des pâturages est combinée avec un supplément ayant par rapport au pâturage une qualité élevée, la pression d'exploitation sur les pâturages augmentera » ([Bremner et de Ridder, 1991](#)). Nos résultats contredisent cette affirmation car la supplémentation azotée a entraîné une diminution de l'ingestion sur pâturage. Ces résultats peuvent être utilisés comme une option technique pour diminuer la pression d'exploitation des parcours naturels.

L'élevage semi-intensif utilisant des suppléments azotés en saison sèche tout en assurant une amélioration de la productivité animale apporte en même temps une contribution louable à la durabilité de l'écosystème.

La supplémentation azotée en augmentant significativement les gains de poids vifs des animaux, évite les pertes de poids fréquemment observés en saison sèche au Sahel. Mais cet effet positif de la supplémentation est partiellement compensé par la croissance compensatrice pendant l'hivernage. Pour une production soutenue, l'utilisation pendant la saison sèche des suppléments azotés est une nécessité au Sahel.

Le comportement des animaux dans le couloir en l'occurrence l'ingestion apparente est difficilement extrapolable aux conditions naturelles de pâturage car les animaux sur parcours naturel n'ont pas que le tapis herbacé comme ressources alimentaires. Ils ingèrent également les ligneux surtout en cette période de soudure. L'estimation de l'ingestion à partir de méthodes un peu plus précises telle la collecte totale

de fèces et cela dans les conditions réelles donnerait de résultats plus exploitables.

« De toutes les estimations de l'ingestion sur pâturage, il est apparu que les meilleures données ont été obtenues lorsque la production fécale a été déterminée par la technique de collecte totale et la digestibilité mesurée par l'analyse in vitro d'échantillons de fourrages pâturés » (Cordova, 1978) cité par Dicko (1980).

Les indices de préférence ici rapportés sont à considérer avec beaucoup de réserve vu leur grande variation due à l'hétérogénéité du tapis herbacé et au système d'échantillonnage. Ces résultats ne sont que purement indicatifs.

L'importance de cette étude nécessite de s'orienter vers d'autres méthodes plus ou moins justes comme l'utilisation d'animaux porteurs de fistules oesophagiennes ou l'analyse microhistologique afin d'aboutir à des résultats plus précis.

Bibliographie

- Allden, W.G., 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: Grazing animals. F.H.W. Morley. (ed), Elsevier, Amsterdam. 411 p.
- Ajileye, E.O., D.V. Uza, M.A. Farooqi & Boubacar Hassane, 1992. An Assessment of farmers adoption rates and potential impacts of stylo-based feed production system in Nigeria. In: Revue des recherches et de l'utilisation des *Stylosanthes* en Afrique de l'Ouest.
- Bacayoko, A., 1988. Contribution à l'étude des fourrages pauvres au Mali. Recherche de leurs conditions optimales de valorisation par les ruminants. Thèse Docteur-Ingénieur ISFRA-Bamako.
- Ballo, A., 1993. Effets de la supplémentation avec tourteau de coton des rations à base de paille de riz sur l'ingestion et la digestibilité de la matière organique du menu. Mémoire de DEA, ISFRA, Bamako.
- Barton, R.K., L.J. Krysl & M.B. Judkins, 1992. Time of daily supplementation for steers grazing dormant intermediate wheatgrass pasture. Journal of Animal Science 70, 547-558
- Bille, J.C., 1977. Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. Trav et doc de l'ORSTOM. N° 65. Paris
- Boudet, G. & P. Leclercq, 1970. Etude agrostologique pour la création d'une Station d'embouche dans la région de Niono (Rép. du Mali). Etude agrostologique 29, Maisons-Alfort, IEMVT.
- Bosma, R., 1992. La croissance compensatrice, la description du phénomène et de son intérêt. Un résumé des connaissances actuelles. In Stabulation des bovins en saison sèche dans le cercle de

Tominian, IER, DRSPR/Sikasso.

Bourbouze, A., 1980. Utilisation d'un parcours forestier pâturé par des caprins, fourrages, vol-82 ; p 121 - 144.

Breman, H. & P.W.J. Uithol, 1991. Renseignements supplémentaires. In: [H. Breman & N. de Ridder \(eds\)](#), Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Karthala/ACCT/CABO-DLO/CTA, Wageningen.

Brouwer, B.O., 1992. DBSTAT Version 3. Department of Tropical Animal Production, Agricultural University, Wageningen.

Burns, J.C., K.R. Pond & D.S. Frisher, 1991. Effects of grass species on grazing steers. II. Dry matter intake and digesta kinetics. Journal of Animal Science Cambridge 69, 1199-1204.

Calvet, H.I. & I. Valenza, 1973. Embouche intensive de Zébu peulh sénégalais à base de paille de riz. In: R.M.V.P.T. 26, 105-116.

Caton, J.S., A.S. Freeman & M.L. Galyean, 1988. Influence of protein supplementation on forage intake, in situ forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. Journal of Animal Science 6, 2262-2271.

Chenost, M., 1987. Complémentation des pailles. In: Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation INRA, Paris, p 499-508.

Chenost, M., 1987. Influence de la complémentarité sur la valeur alimentaire et l'utilisation des mauvais foin et des pailles par les ruminants. In: Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation. INRA, Paris 1987.

Cissé, A.M., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone Sud-Sahélienne. Thèse, Université Agronomique, Wageningen, 211 p.

Connor J.M., V.R. Bohman, A.L. Lesperance & F.E. Kinsiner, 1963. Nutritive evaluation of summer range forage with cattle. Journal of Animal Science 22, 961-969.

Coulibaly, D., 1993. Recherche d'un modèle d'exploitation de *Stylosanthes hamata* en culture pure et en pâturage amélioré. Mémoire de DEA - ISFRA, Bamako.

Cordova, F.J., J.D. Wallace & R.D. Pieper, 1978. Forage intake by grazing livestock: a review. J. Rang. manag. 31, 430-438.

De Leeuw, P.N *et al.*, 1977. Population dynamics and yield of *Stylosanthes hamata* cv verano pastures

- in northern Nigeria. In: P.N. de Leeuw, M.A. Mohamed Saleem & A.M. Nyamu (eds). *Stylosanthes* as a forage and fallow crop. 1991.
- Diallo, A., 1978. Transhumance: comportement, nutrition et production d'un troupeau de zébus de Diafarabé. Thèse. Centre Pédagogique Supérieur, Bamako.
- Diarra, L., 1983. Production et gestion des parcours sahéliens: Synthèse de cinq années de recherches au ranch de Niono. Document de programme N°AZ 94 CIPEA, Bamako.
- Diarra, L, & P. Hiernaux, 1993. La sélectivité de la pâture des bovins dans les parcours secs arides du Mali central. In Elevage et cycle viable des éléments nutritifs dans les systèmes mixtes agriculture - élevage de l'Afrique Sub-saharienne. Conférence Internationale. Novembre 1993 Addis Ababa. ILCA.
- Dicko, M.S., 1980. Les mesures de la production secondaire des pâturages: un exemple d'application dans l'étude d'un élevage du système extensif au Mali, CIPEA. Programme des zones arides au Mali, 14 p.
- Dicko, M.S. et M. Sangaré., 1984. Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone sahéenne. Document de programme n°AZ. 101 B. CIPEA, Bamako, 13 p.
- Dicko, M.S. et M. Sangaré., 1981. Ingestion volontaire et performances d'un troupeau bovins du système agro-pastoral du mil et du riz au Mali. Document de programme AZ 52 CIPEA, Bamako.
- Dicko, M.S., 1985. Nutrition des bovins du système agro-pastoral du mil en zone sahéenne: comportement et ingestion volontaire. ILCA Niger Research Report, 85/12.
- Fall, S.T., 1993. Valeur nutritive des ligneux fourragers des pays tropicaux. Thèse Doct. ENSAM Montpellier. Décembre.
- Falvey, L., 1977. Response of steers to dry season protein supplementation on improved pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal husbandry 17, 727-727.
- Garnier, P., J.G. Mesmel & I. Keïta, 1977. Rapport d'activités agro-pastorales en République du Niger. IEMVT, Paris 104 p.
- Guérin, H., 1987. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéens et sahélo-soudaniens: Etude méthodologique dans la région du ferlo au Sénégal. Thèse Docteur, Ingénieur: Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
- Haggar, R.J., 1968. Grazing behaviour of fulani cattle at Shika Nigeria. Samaru Research Bull. 101.

- Hafley, J.L, B.E. Anderson & T.J. Klopfenstein, 1993. Supplementation of growing cattle grazing warm-season grass with proteins of various ruminal degradabilities. *Journal of Animal Science* 71, 522-529.
- Hancock, J., 1953. Grazing behaviour of identical twins in relation to the pasture type, intake and production of dairy cattle. In: *Proceedings of 6th International Grassland Congress, State College*, p.1399-1407.
- Hancock, J., 1953. Grazing behaviour of cattle. *Anim. breed. Abstr.* 21, 1.
- Huges, G.P. & D. Rerd, 1951. Studies on behaviour of cattle and sheep in relation to the utilization of grass. *Journal of Animal Science Cambridge*, 41 :350.
- Heitkönig, I.M.A., 1994. Feeding strategy of roan antelope (*Hippotragus equinus*) in a low nutrient savana. Ph.D. thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg.
- Hennessy, D.W., P.J. Williamson, R.F. Lowe & D.R. Baigent., 1981. The role of protein supplements in nutrition of young grazing cattle and their subsequent productivity. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 96, 205-212.
- Hess, B.W., L.J. Krysl, M.B. Judkins, K.K. Park, B.A. Mc Cracken & D.R. Hanks, 1992. Influence of supplementation nitrogen on ruminal kinetics, fermentation and in situ neutral detergent fiber digestion in beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass. *Abstracts, Journal of Animal Science* 70, sup1. 133.
- Hiernaux, P., 1984. Distribution des pluies et production herbacée au Sahel: une méthode empirique pour caractériser la distribution des précipitations journalières et ses effets sur la production herbacée. Premiers résultats acquis dans le sahel malien. Document du programme N°AZ, CIPEA, Bamako.
- Hiernaux, P., 1989. Le suivi des ressources pastorales et de leur gestion en regard des productions animales qu'elles engendrent au Sahel. Document de travail. Atelier sur le suivi des Ressources Pastorales au Sahel. Centre AGRHYMET, Niamey du 06 au 15 Février.
- Holderbaum, J.F., 1990. Characterization of rotationally grazed limpgrass pasture and animal, response to supplementation.
- Dissertation Abstracts International. B.Science and Engineering 51, 2127-B.
- Hyder, D.N, R.D. Bement, J.J. Norris & R.R. Wheeler, 1966. Evaluation herbage species by grazing cattle. Part 2. Food quality. *Proc of the X Int. Grassl Congr.* p 974-977.
- Hyder, D.N., D. Bement & J.J. Norris, 1968. Sampling requirements of the water intake method of estimating forage intake by grazing cattle. *J. Rang. Manag.* 21, 392-397.

- Innes, R.R & G.L. Mabey, 1964. Studies on browse plants in Ghana Empire. Journ. of Exper. agric. 32, 127-180.
- Johnstone-Wallace, D.B. & K. Kennedy, 1944. Grazing management practice and their relationship to the behaviour and grazing habits of cattle. Journal of Agricultural Science 34, 190.
- Judkins, M.B., L.J. Krysl, J.D. Wallace, M.L. Galyean, K.D. Jones & E.E. Parker, 1985. Intake and diet selection by protein supplemented grazing steers. Journal of Range Management 38, 210-214.
- Judkins, M.B, J.D. Wallace, M.L. Galyean, L.J. Krysl & E.E. Parker, 1987. Passage rates, rumen fermentation and weight change in protein supplemented grazing cattle. Journal of Range Management 40, 100-105.
- Kané, M., 1993. Effets de supplémentation avec tourteau de coton et de quantité distribuée de la paille de mil sur la quantité et la digestibilité de la matière organique ingérée. Mémoire de DEA, ISFRA, Bamako.
- Kartchner, R.J., 1981. Effets of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range forage on intake and digestibility. Journal of Animal Science 51, 432-438.
- Ketelaars, J.J.M.H., 1991. La production animale In: [H. Breman & N. de Ridder \(eds\)](#). Manuel sur les pâturages sahéliens. Karthala/ACCT/CABO-DLO/CTA, Wageningen.
- Ketelaars, J.J.M.H. & B.J. Tolkamp, 1991. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. Doctoral Thesis UAW, Wageningen, 253 p.
- Krysl, L.J., 1992. Influence of supplementation on grazing behaviour in free roaming cattle. Abstracts, Journal of Animal Science 70, sup1. 181.
- Lofgreen, G.P., J.H. Meyer, & J.L. Hull, 1957. Behaviour patterns of sheep and cattle being fed pasture or Soilage. J. Anim. Sci. 16, 773.
- McMeniman, N.P., I.F. Beale & G.M. Murphy, 1988. National Evaluation of South-West Queensland Pastures.II. The intake and Digestion of Organic Matter and Nitrogen by sheep Grazing on Mitchell Grass and Mulga Grassland Associations.
- Maïga, M.A., 1989. Foraging behaviour and nutrition of grazing steers as influenced by protein supplementation. Dissertation Abstracts International B: Science and Engineering 49, 12, 5096 B.
- Malher, F., 1991. Natürliche Weiden und Nebenprodukte des Ackerbaus als Ernährungsgrundlage für

die Rinderhaltung am semiariden Standort Westafrikas. Dissertation: Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften.

Moss, R.J. & R.M. Murray, 1992. Rearing dairy calves on irrigated tropical pastures. 1. Effect of protein level on liveweight gain and blood components. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32, 169-579.

Nierop, H.C. van, 1993. L'effet d'une supplémentation de tourteau de coton sur le comportement fourrager des taurillons au sahel-Sud. PSS-Niono. Mémoire du deuxième cycle, DAN-UAW, Wageningen, 38 p.

Nolan, T., J. Connolly, 1980. Proceedings: workshop on mixed grazing, Agricultural Institute (Ireland). Agricultural Research Institute (Isceland). Galway, September 1980, 210 p.

Otsyina *et al.*, 1987. Etablissement et gestion d'une banque fourragère. Programme des zones sub humides CIPEA.

Oyenuga, V.A. & F.O. Olubajo, 1975. Pasture productivity in Nigeria. II. Voluntary intake and herbage digestibility. *Journal of Agricultural Science* 85, 337-343.

Owen - Smith, N., 1982. Factors influencing the consumption of plant products by large herbivores. In: B.J. Huntley & B.A. Walker (eds), 1982. *Ecology of tropical Savannas*, Springer - Verlag, Berlin.

Owen - Smith, N & S.M. Cooper, 1989. Nutritional ecology of a browsing ruminant, the *kudu* (*Tragelaphus strepsiceros*) through the seasonal cycle. *Journal of Zoology London* 219, 29-43.

Penning de Vries, F.W.T & M.A. Djitéye (eds), 1982. [La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle](#). Agric. Res. Rep. 918. Pudoc, Wageningen, 525 p.

Pieri, C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD, 444 p.

Pitts, J.S, F.T. McCollum & C.M. Britton, 1992. Protein supplementation of steers grazing tobosagrass in spring and summer. *Journal of Range Management* 45, 226-231.

Poll, M. van de, 1995. Effets of supplementation on ruminant ingestion behaviour. Department of Terrestrial Ecology and Nature Conservation, Wageningen Agricultural University.

Raay, H.G.T. van & P.N. de Leeuw, 1974. Food Ressources and grazing management in Savana environment: an ecosystem approach. Institute of Social Studies. The Hague Netherlands. occasional

papers 45, 31 p.

Rittenhouse, L.R., D.C. Clanton & C.L. Streeter, 1970. Intake and digestibility of winter range forage by cattle with and without supplements. *Journal of Animal Science* 31, 1215-1221.

Rivière, R., 1977. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Manuels et précis d'élevage 9. IEMVT, Maisons Alfort, 527 p.

Schecht, E. *et al.*, 1993. Quantitative and qualitative estimation of nutrient of Zebu cattle grazing natural pasture in Semi-Arid Mali. In: *Livestock and Sustainable Nutrient Cycling in Mixed Farming Systems of Sub-Saharan Africa*.

Stobbs, T.H., 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structures, nutritive value and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Aust. J. Agric. Res.* 24, 821-829.

Toutain, B. *et al.*, 1992. Revue des travaux de recherche, de vulgarisation et d'utilisation effectués sur *Stylosanthes* en Afrique de l'Ouest CIRAD. EMVT In: P.N. de Leeuw, M.A Mohamed Saleem & A.M Nyamu (eds). *Stylosanthes as a forage and fallow crop*. April 1994.

Veeneklaas, F.R. *et al.*, 1990. [Compétition pour des ressources limitées: le cas de la cinquième région du Mali. Rapport 4 : Scénarios de développement](#). Etude sur les Systèmes de Productions Rurales en 5ème Région (ESPR), Mopti, Mali. Centre de Recherches Agrobiologiques (CABO), Wageningen, Pays-Bas, 182 p.

Winter, P., J.H. Weinger & J.E. Hunn, 1980. Studies of the grazing behaviour of taurins and Zebu cattle in Bangladesh. *Anim. Res. and Dev.*

Liste des symboles et abréviations

AB-DLO: Institut de Biologie Agronomique et de la Fertilité du Sol.

ARC: Agricultural Research Consul.

cdd: Coup de dent.

CDSTA: Coup de Dent Standardisé.

C1 : Charge faible.

C2 : Charge moyenne.

C3 : Charge forte.

CV: Coefficient de Variation.

ddl: Degré de liberté.

DMO: Digestibilité de la Matière Organique.

E.E.F: Equipe Exploitation Fourragère.

ETR: Ecart Type Résiduel.

g: Gramme.
 GMQ: Gain Moyen Quotidien.
 ha: Hectare.
 HUICOMA: Huilerie Cotonnière du Mali.
 IER: Institut d'Economie Rural.
 IP: Indice de Préférence alimentaire.
 ISFRA: Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée.
 j: Jour.
 kg: Kilogramme.
 km: Kilomètre.
 Log: Logarithme Népérien.
 m: Mètre.
 ml: Millilitre.
 mm: Millimètre.
 MAD: Matière Azotée Digestible.
 MBI: Matière Brute Ingérée.
 MO: Matière Organique.
 MOI: Matière Organique Ingérée.
 MS: Matière Sèche.
 MSI: Matière Sèche Ingérée.
 n: Nombre d'unité d'échantillonnage.
 N: Azote.
 [N]: Teneur en azote.
 NBCDM: Nombre de Coups de Dent Moyen.
 NDF: Neutral Detergent Fiber.
 PI: Parcelle exploitée avant fructification de *Stylosanthes hamata*.
 PII: Parcelle exploitée après fructification de *Stylosanthes hamata*.
 pmcd: Poids moyen du coup de dent.
 pn: Pâturage naturel.
 PROTPAT: Proportion du Temps de Pâturage des animaux.
 PSS: Production Soudano-Sahélienne.
 PV^{0,75} : Poids métabolique.
 tdc: Tourteau de coton.
 TPSTA: Temps de Pâturage Standardisé.
 UBT: Unité Bétail Tropical.

Annexe 1 Disponibilité fourragère sur les types de végétation

Disponibilité fourragère (g MO/25 m²)

MOIS	FORMA	LOT	BIOMASSE

2	1	1	2781
2	1	2	3521
2	1	3	3225
3	1	1	2151
3	1	2	2067
3	1	3	3177
4	1	1	2575
4	1	2	2080
4	1	3	2922
5	1	1	2771
5	1	2	3070
5	1	3	2987
2	2	1	2832
2	2	2	1855
2	2	3	1871
3	2	1	2862
3	2	2	2234
3	2	3	3640
4	2	1	2502
4	2	2	1914
4	2	3	1946
5	2	1	5719
5	2	2	7900
5	2	3	5058
6	2	1	6289
6	2	2	4962
6	2	3	3865
2	3	1	2329
2	3	2	2378
2	3	3	2675
3	3	1	4818
3	3	2	4162

3	3	3	3867
4	3	1	1963
4	3	2	1748
4	3	3	1699
5	3	1	5111
5	3	2	4846
5	3	3	5260
6	3	1	4257
6	3	2	3114
6	3	3	4588

Annexe 2 Variations des paramètres mesurés en fonction des mois, des types de formation et de la supplémentation

Variations des paramètres :

temps de pâture (PAT) : minutes

nombre de coups de dent (NBCDD)

poids moyen du coup de dent (PMCD) : g MO

intensité de pâture (INTP) : cdd/minute

« et ingestion apparente des animaux (INGES) : g MO/kgPV^{0,75}/minute »

« en fonction des mois, des types de formation et de la supplémentation »

MOIS	FORM	LOTM	PAT	NBCDD	PMCD	INTP	INGES
2	1	1	12	325	2,20	27	985
2	1	1	12	315	2,20	27	976
2	2	1	21	668	1,37	32	625
2	2	1	13	326	1,37	25	292
2	3	1	29	1274	0,37	44	155
2	3	1	37	1276	0,37	34	162
3	1	1	44	1158	0,49	26	195
3	1	1	40	1069	0,49	27	170
3	2	1	33	694	1,33	21	305
3	2	1	21	445	1,33	21	205

3	3	1	54	1595	0,54	30	310
3	3	1	60	1257	0,54	21	215
4	1	1	42	806	0,97	19	358
4	1	1	39	785	0,97	20	335
4	2	1	40	1072	0,50	27	246
4	2	1	34	1024	0,50	30	292
4	3	1	47	1329	0,38	28	169
4	3	1	48	1253	0,38	26	164
5	1	1	59	1684	0,45	29	259
5	1	1	37	812	0,45	22	127
5	2	1	19	564	0,65	30	260
5	2	1	35	1226	0,65	35	481
5	3	1	45	1412	0,79	31	529
5	3	1	45	1478	0,79	33	561
6	2	1	45	1423	0,75	32	518
6	2	1	45	1448	0,75	32	515
6	3	1	38	1214	0,46	32	265
6	3	1	45	1442	0,46	32	325
2	1	2	16	344	2,37	22	204
2	1	2	11	193	2,37	18	173
2	2	2	25	1112	0,62	45	390
2	2	2	28	829	0,62	30	381
2	3	2	22	596	0,71	28	170
2	3	2	28	786	0,71	28	141
3	1	2	31	1406	0,72	45	337
3	1	2	21	870	0,72	41	307
3	2	2	9	160	1,14	17	78
3	2	2	24	519	1,14	22	144
3	3	2	20	385	0,83	19	151
3	3	2	52	1155	0,83	22	233
4	1	2	42	1100	0,77	26	273
4	1	2	22	325	0,77	15	116

4	2	2	36	1121	0,52	31	185
4	2	2	34	1003	0,52	30	245
4	3	2	40	1036	0,37	26	90
4	3	2	38	900	0,37	24	126
5	1	2	30	783	0,93	26	337
5	1	2	24	402	0,93	17	254
5	2	2	44	1584	1,13	36	537
5	2	2	35	1041	1,13	30	525
5	3	2	45	1504	0,73	33	484
5	3	2	40	1645	0,73	41	402
6	2	2	43	1570	0,85	37	344
6	2	2	40	1385	0,85	35	582
6	3	2	30	1197	0,39	40	206
6	3	2	30	1177	0,39	39	301
2	1	3	18	274	1,21	15	109
2	1	3	23	484	1,21	21	217
2	2	3	28	828	0,34	30	103
2	2	3	12	402	0,34	32	45
2	3	3	31	833	0,51	27	156
2	3	3	17	560	0,51	34	96
3	1	3	20	360	2,14	18	246
3	1	3	24	426	2,14	18	334
3	2	3	26	534	1,81	21	348
3	2	3	18	343	1,81	19	185
3	3	3	21	516	1,01	25	156
3	3	3	28	713	1,01	25	253
4	1	3	38	825	1,19	21	368
4	1	3	22	440	1,19	20	164
4	2	3	32	876	0,56	27	167
4	2	3	17	339	0,56	19	55
4	3	3	23	435	1,00	19	148
4	3	3	82	441	1,00	5	63

5	1	3	33	792	0,70	24	212
5	1	3	40	833	0,70	21	191
5	2	3	40	1162	0,66	29	305
5	2	3	33	839	0,66	25	191
5	3	3	21	490	0,38	23	71
5	3	3	29	943	0,38	32	141
6	2	3	34	1049	1,26	31	440
6	2	3	18	513	1,26	28	246
6	3	3	32	828	0,80	26	249
6	3	3	38	1331	0,80	35	350

Annexe 3 Influence des types de formation et de la supplémentation sur la préférence alimentaire des animaux

DATE	LOT	FOR	IP1	IP4	IP6
1994 2 3	1	1	-0,33	0,06	-0,19
1994 2 4	2	1	0,12	-0,04	0,62
1994 2 5	3	1	0,00	0,00	0,92
1994 3 1	1	1	-0,09	0,11	0,00
1994 3 2	2	1	-0,12	0,02	0,00
1994 3 3	3	1	0,12	-0,02	0,00
1994 4 4	1	1	-0,16	0,07	0,10
1994 4 5	2	1	-0,67	0,15	0,00
1994 4 6	3	1	0,23	-0,37	0,00
1994 5 5	1	1	-0,14	0,24	0,00
1994 5 6	2	1	0,25	-0,30	0,00
1994 5 7	3	1	0,03	-0,07	0,00
1994 2 6	1	2	0,02	-0,09	0,00
1994 2 7	2	2	0,00	-0,06	0,00
1994 2 8	3	2	0,00	0,00	0,00
1994 3 4	1	2	0,00	-0,02	0,04
1994 3 5	2	2	-0,02	0,22	-0,03

1994 3 6	3	2	0,03	-0,14	-0,29
1994 4 7	1	2	0,01	-0,18	0,09
1994 4 8	2	2	0,00	0,08	-0,38
1994 4 9	3	2	0,00	0,00	0,00
1994 5 8	1	2	0,00	0,00	0,00
1994 5 9	2	2	0,00	-0,06	0,00
1994 5 10	3	2	0,00	0,41	0,00
1994 6 1	1	2	-0,01	0,10	0,00
1994 6 2	2	2	0,00	0,04	-0,29
1994 6 3	3	2	-0,03	0,19	0,32
1994 2 9	1	3	0,08	-0,33	-0,03
1994 2 10	2	3	-0,01	0,25	0,31
1994 2 11	3	3	0,00	0,00	0,00
1994 3 7	1	3	-0,01	-0,06	0,10
1994 3 8	2	3	-0,03	0,20	-0,17
1994 3 9	3	3	0,24	0,00	-0,55
1994 4 0	1	3	-0,07	0,12	0,00
1994 4 11	2	3	-0,09	0,28	0,01
1994 4 12	3	3	0,00	0,03	-0,02
1994 5 11	1	3	-0,01	0,12	0,12
1994 5 12	2	3	0,00	-0,03	0,41
1994 5 13	3	3	-0,01	0,00	1,87
1994 6 4	1	3	-0,01	0,14	0,92
1994 6 5	2	3	0,00	0,00	0,00
1994 6 6	3	3	-0,11	0,47	0,00

Annexe 4 Evolution du poids vif des animaux

MOIS	FORM	LOTM	PV
2	1	1	177
2	1	1	189
2	2	1	178

2	2	1	189
2	3	1	189
2	3	1	178
3	1	1	178
3	1	1	189
3	2	1	188
3	2	1	178
3	3	1	187
3	3	1	178
4	1	1	177
4	1	1	185
4	2	1	177
4	2	1	184
4	3	1	183
4	3	1	177
5	1	1	178
5	1	1	175
5	2	1	171
5	2	1	171
5	3	1	169
5	3	1	166
6	2	1	164
6	2	1	169
6	3	1	168
6	3	1	162
2	1	2	263
2	1	2	159
2	2	2	264
2	2	2	160
2	3	2	160
2	3	2	265
3	1	2	273

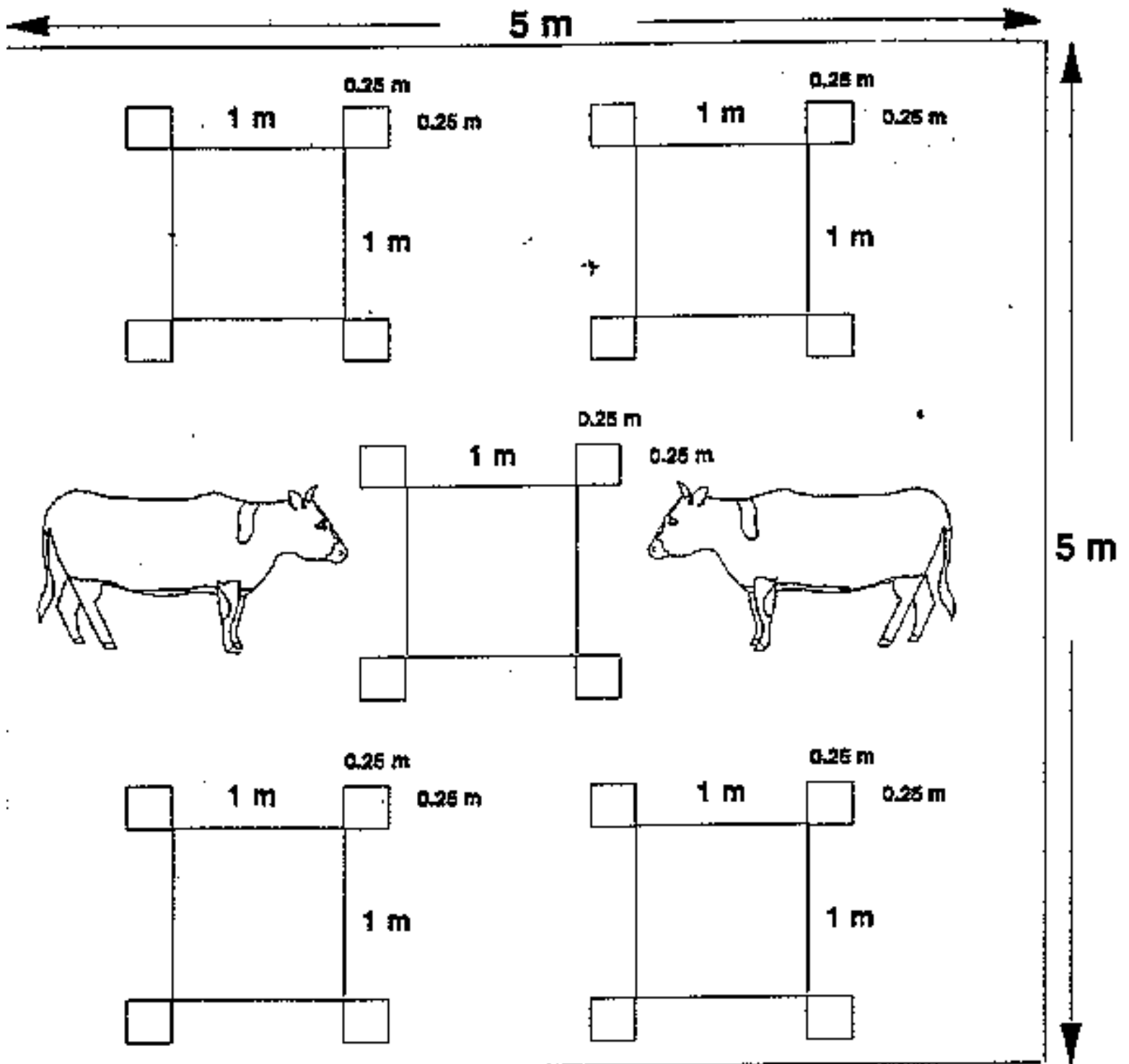
3	1	2	164
3	2	2	168
3	2	2	280
3	3	2	169
3	3	2	282
4	1	2	288
4	1	2	172
4	2	2	290
4	2	2	173
4	3	2	262
4	3	2	174
5	1	2	301
5	1	2	179
5	2	2	311
5	2	2	184
5	3	2	186
5	3	2	314
6	2	2	318
6	2	2	187
6	3	2	320
6	3	2	188
2	1	3	193
2	1	3	161
2	2	3	162
2	2	3	193
2	3	3	162
2	3	3	195
3	1	3	203
3	1	3	165
3	2	3	169
3	2	3	210
3	3	3	214

3	3	3	171
4	1	3	177
4	1	3	222
4	2	3	179
4	2	3	224
4	3	3	182
4	3	3	227
5	1	3	195
5	1	3	241
5	2	3	214
5	2	3	259
5	3	3	263
5	3	3	218
6	2	3	271
6	2	3	227
6	3	3	232
6	3	3	276

Annexe 5 Teneur moyenne en azote des principales espèces herbacées appétées par les animaux

Mois	Lot	Form.	IP1	IP4	IP6
2	1	1	-0,33	0,06	-0,19
2	2	1	0,12	-0,04	0,62
2	3	1	0,00	0,00	0,92
3	1	1	-0,09	0,11	0,00
3	2	1	-0,12	0,02	0,00
3	3	1	0,12	-0,02	0,00
4	1	1	-0,16	0,07	0,10
4	2	1	-0,67	0,15	0,00
4	3	1	0,23	-0,37	0,00
5	1	1	-0,14	0,24	0,00

5	2	1	0,25	-0,30	0,00
5	3	1	0,03	-0,07	0,00
2	1	2	0,02	-0,09	0,00
2	2	2	0,00	-0,06	0,00
2	3	2	0,00	0,00	0,00
3	1	2	0,00	-0,02	0,04
3	2	2	-0,02	0,22	-0,03
3	3	2	0,03	-0,14	-0,29
4	1	2	0,01	-0,18	0,09
4	2	2	0,00	0,08	-0,38
4	3	2	0,00	0,00	0,00
5	1	2	0,00	0,00	0,00
5	2	2	0,00	-0,06	0,00
5	3	2	0,00	0,41	0,00
6	1	2	-0,01	0,10	0,00
6	2	2	0,00	0,04	-0,29
6	3	2	-0,03	0,19	0,32
2	1	3	0,08	-0,33	-0,03
2	2	3	-0,01	0,25	0,31
2	3	3	0,00	0,00	0,00
3	1	3	-0,01	-0,06	0,10
3	2	3	-0,03	0,20	-0,17
3	3	3	0,24	0,00	-0,55
4	1	3	-0,07	0,12	0,00
4	2	3	-0,09	0,28	0,01
4	3	3	0,00	0,03	-0,02
5	1	3	-0,01	0,12	0,12
5	2	3	0,00	-0,03	0,41
5	3	3	-0,01	0,00	1,87
6	1	3	-0,01	0,14	0,92
6	2	3	0,00	0,00	0,00
6	3	3	-0,11	0,47	0,00



 = Placettes (0.25m²)

 = Placeaux (1 m²)

Figure 1: Dispositif expérimental

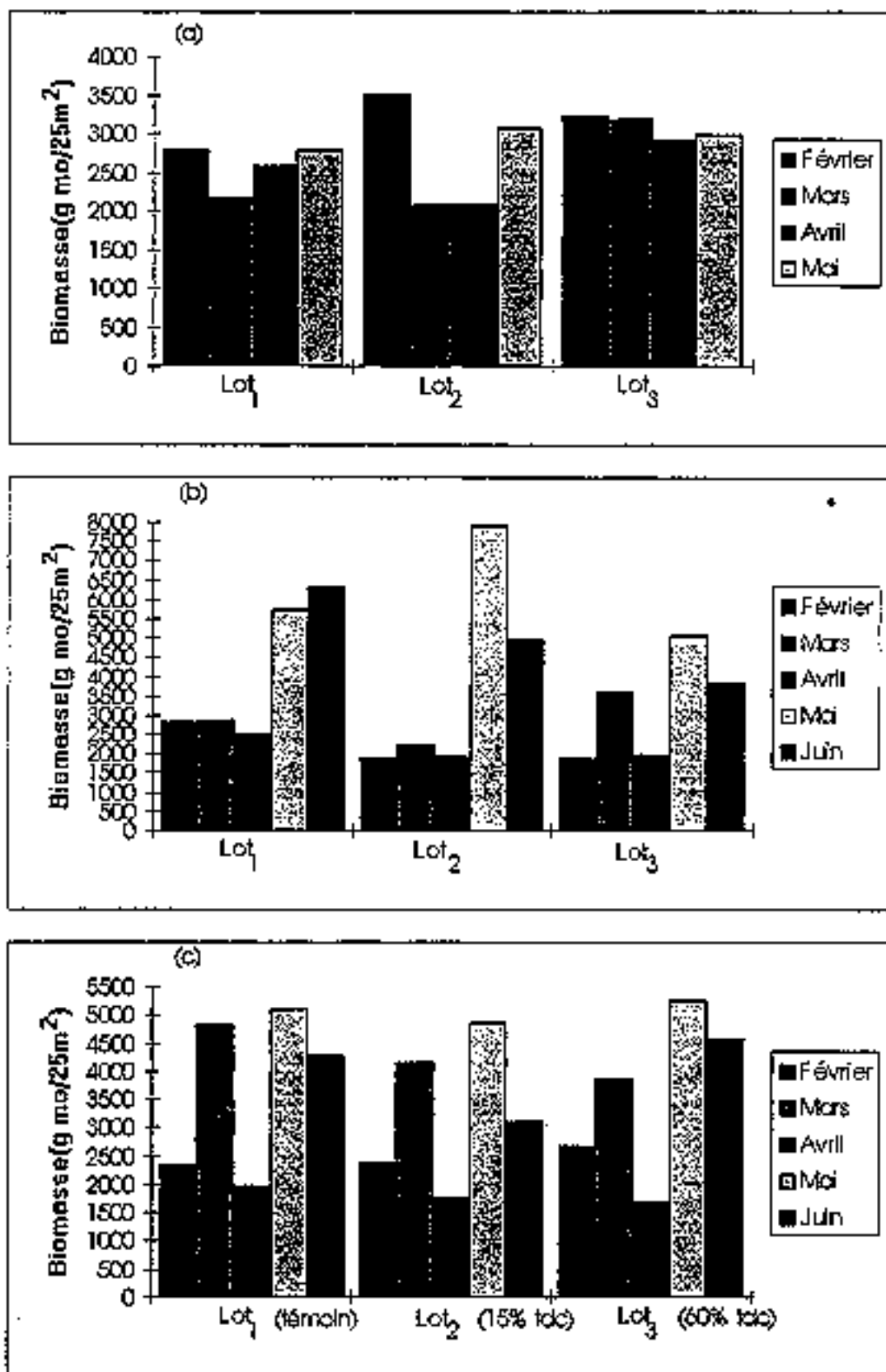


Figure 2: Variations du disponible fourrager dans les couloirs sur dunes (a) plaines limonneuses (b) et dépressions (c).

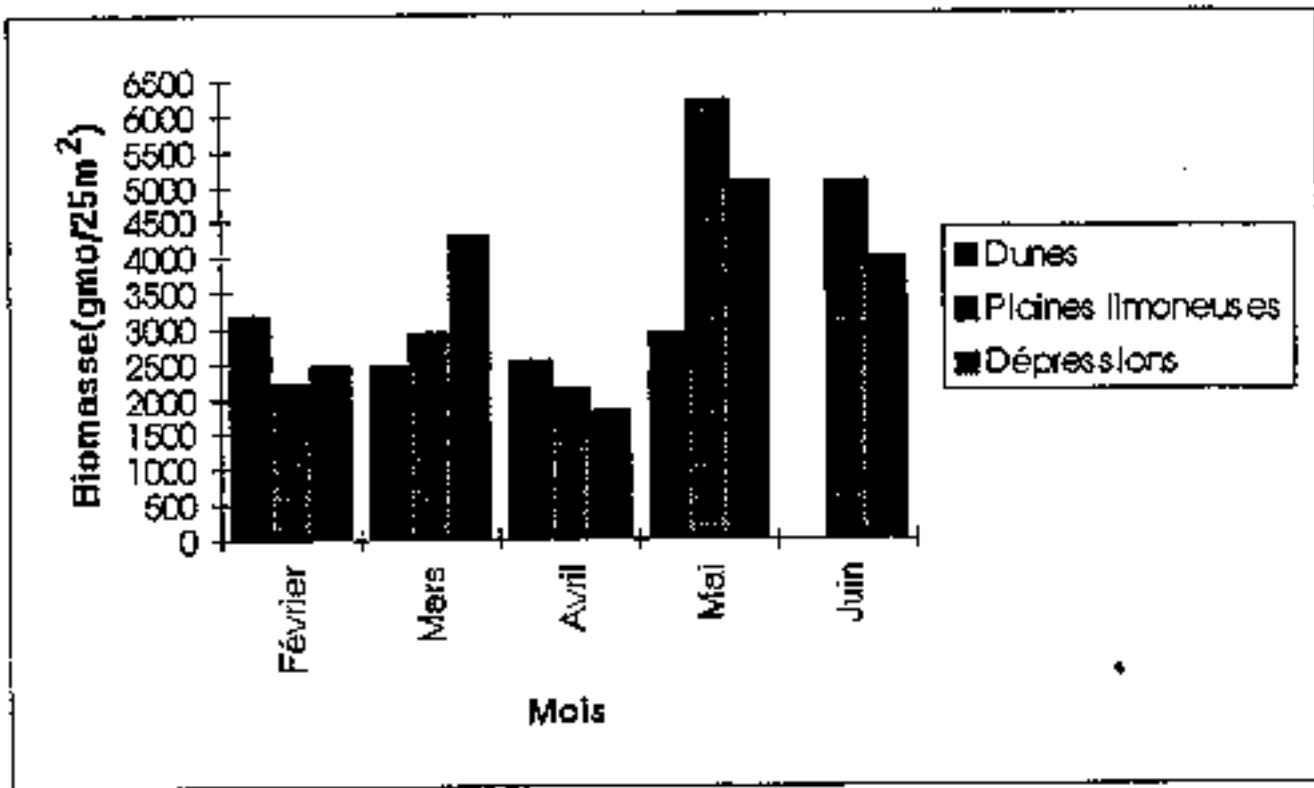


Figure 3: Variations moyennes du disponible fourrage dans les couloirs par mois.

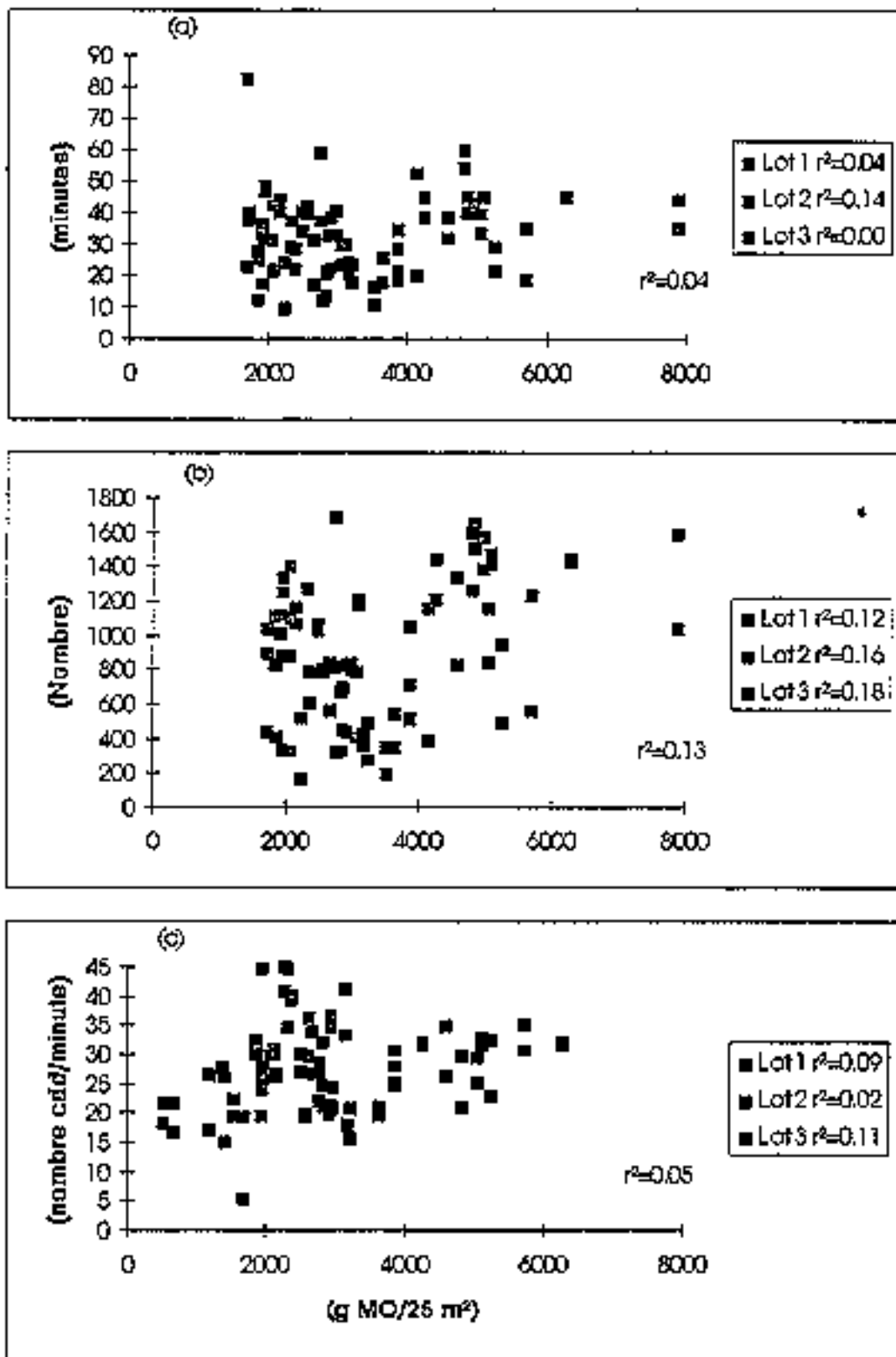
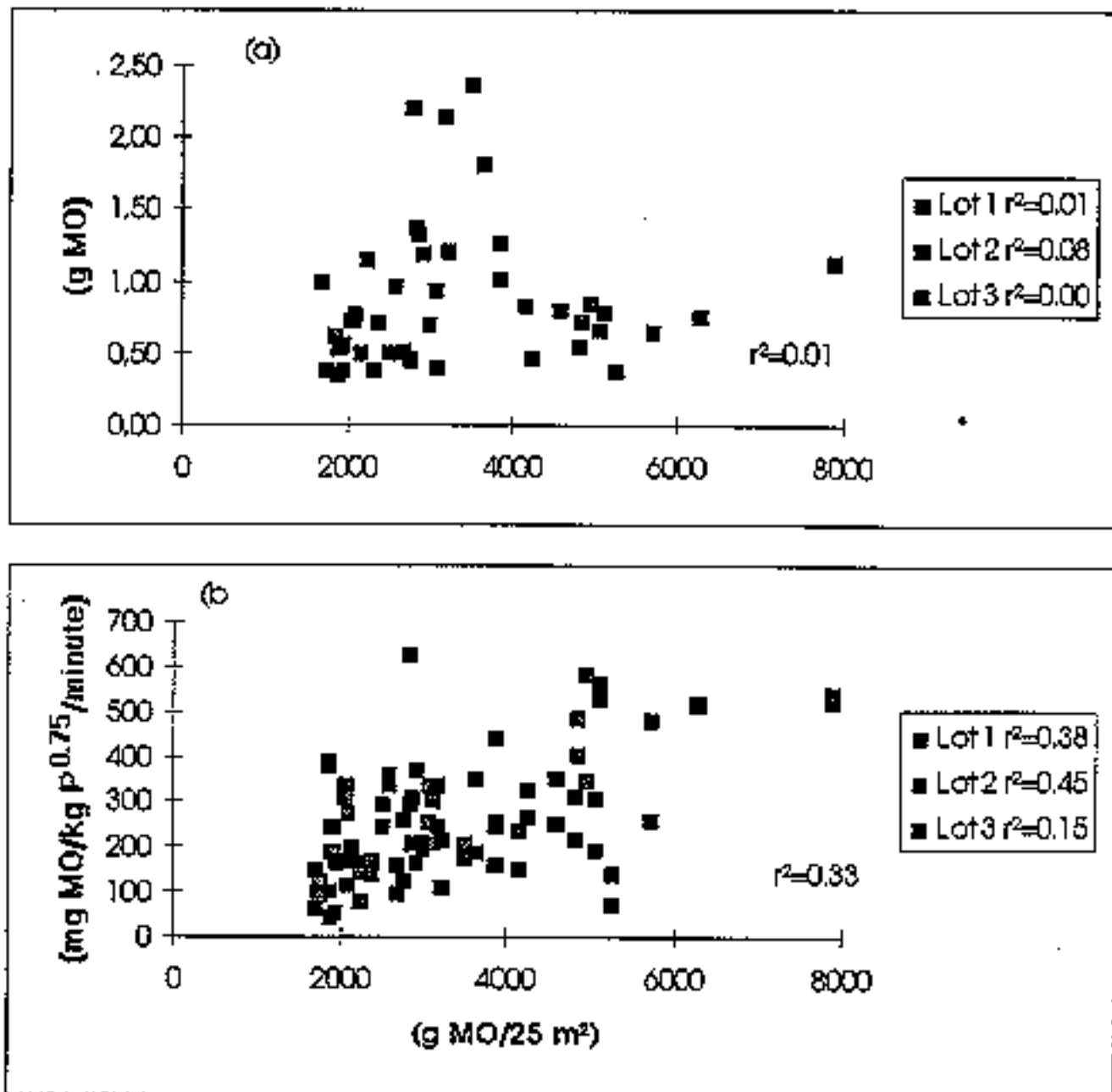


Figure 4: Corrélations entre les variables temps de pâture, nombre de coups de dent et intensité de pâture des animaux en fonction de la disponibilité fourragère.



Lot 1 (témoin)
Lot 2 (15% tdc)
Lot 3 (60% tdc)

Figure 5: *Corrélations entre les variables poids moyen du coup de dent et ingestion apparente des animaux en fonction de la disponibilité fourragère.*

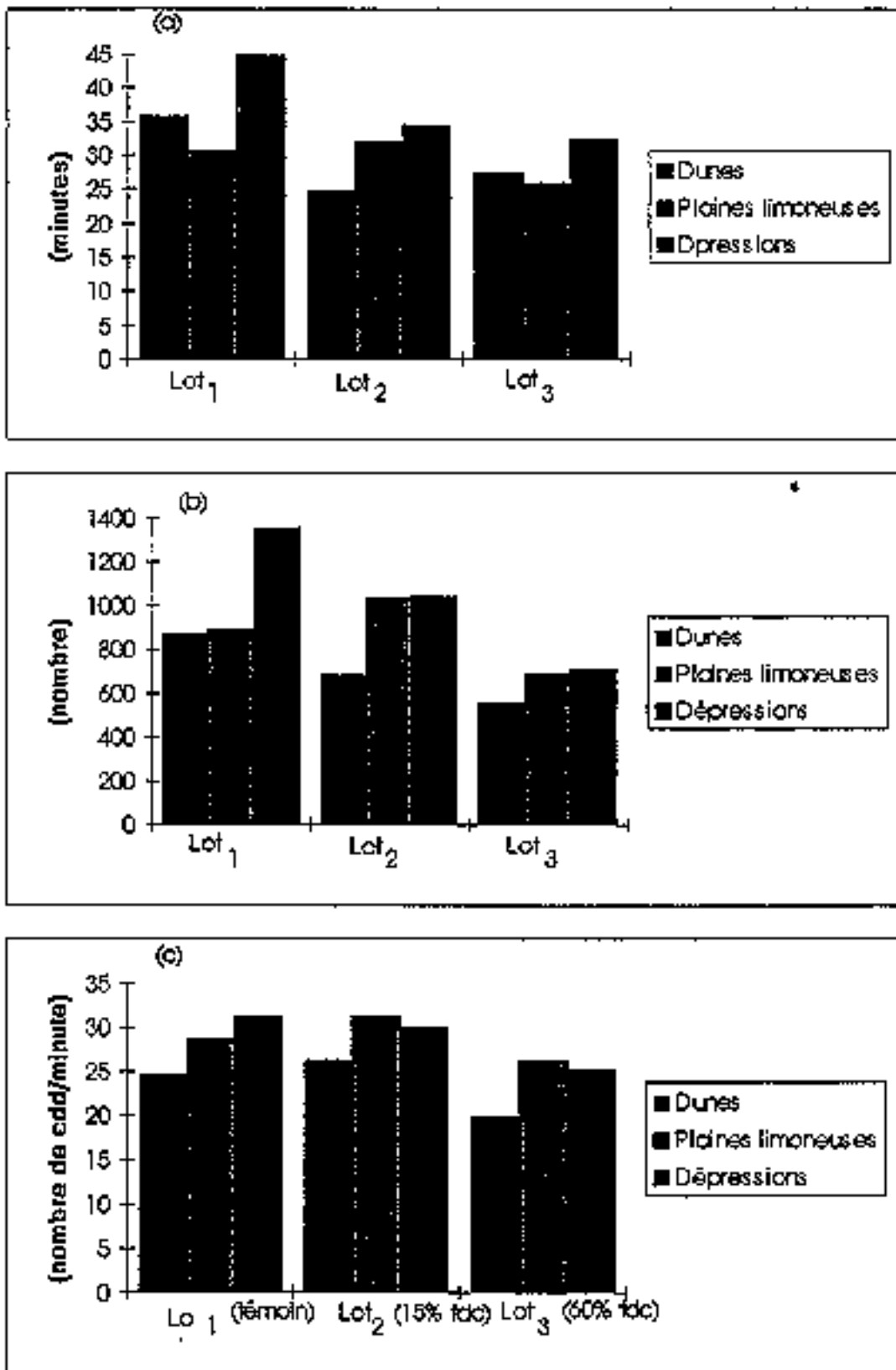


Figure 6: Variations du temps de pâture, nombre de coups de dent et intensité de pâture des animaux en fonction des types de formation et de la supplémentation.

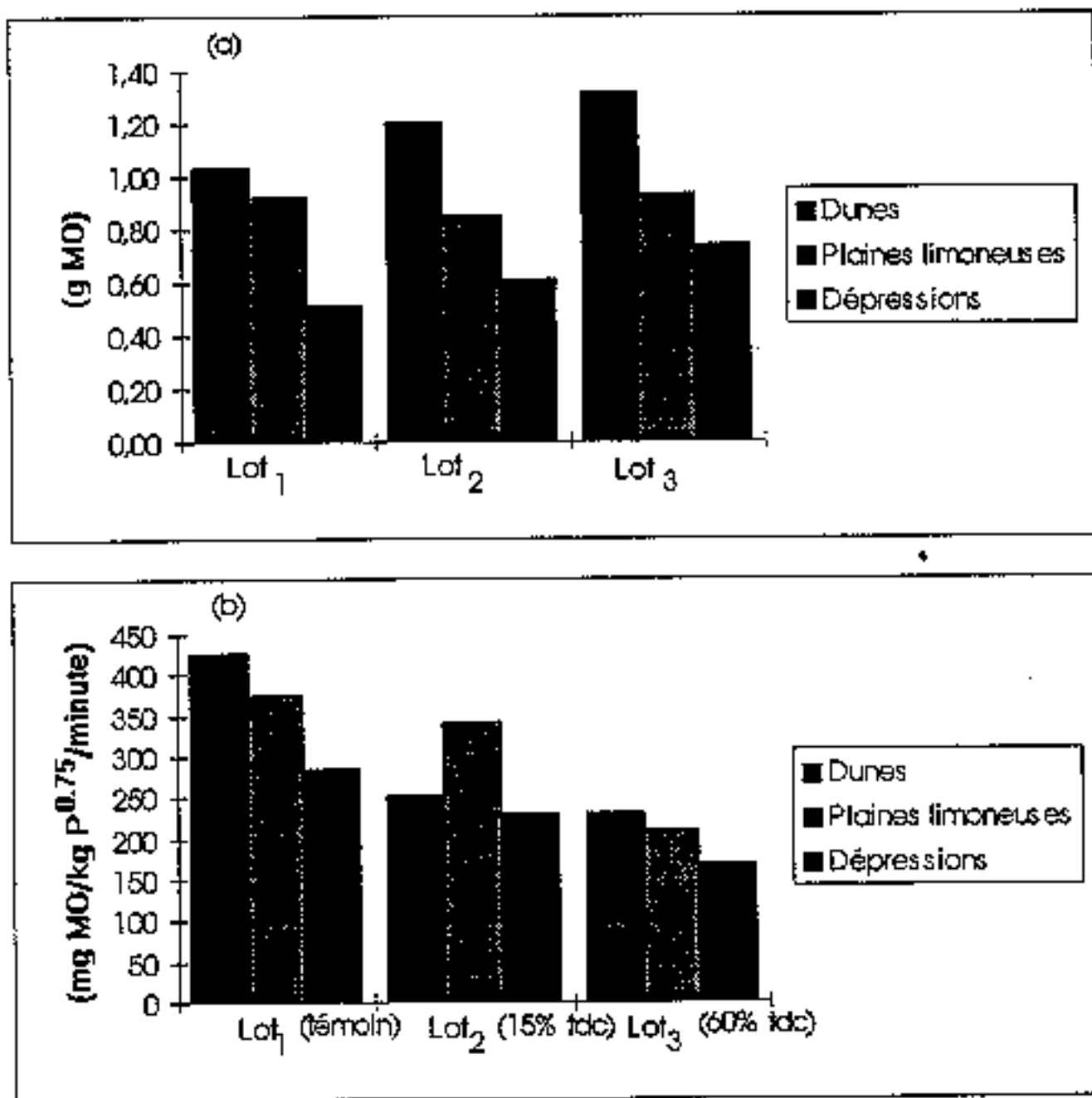


Figure 7: Variations du poids du coup de dent (a) et de l'ingestion apparente des animaux (b) en fonction des types de formation et de la supplémentation

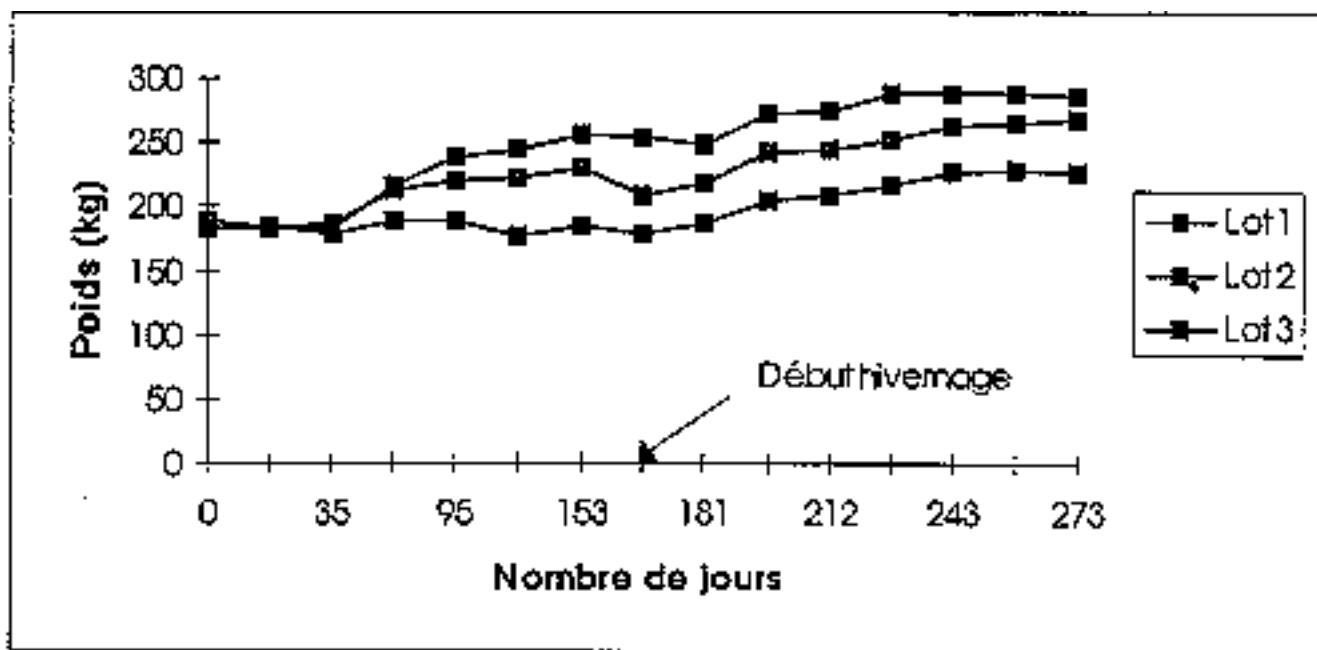


Figure 8: Evolution pondérale des animaux.