

Burkina Faso

Unité - Progrès - justice

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE
BOBO - DIOLASSO

Institut du Développement Rural (IDR)

Département d'élevage

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

Unité de Formation et de Recherche en Science
de la Vie et de la Terre (UFR/SVT)

Laboratoire de Physiologie de la reproduction

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DE DEVELOPPEMENT RURAL

Option : ZOOTECHNIE

Thème:

**CLASSIFICATION, SELECTION ET
DETERMINATION DE LA VALEUR
GENETIQUE DES BOVINS LAITIERS EN
ELEVAGE PERIURBAIN**

Maître de stage et
Directeur de mémoire: Pr Hamidou BOLY

Juin 2003

SANOGO Wayirmin Alassane

SOMMAIRE

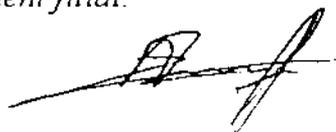
	<i>Page</i>
<i>Dédicace</i>	<i>II</i>
<i>Remerciements</i>	<i>III</i>
<i>Sigles et abréviations</i>	<i>IV</i>
<i>Listes des tableaux et figures</i>	<i>VI</i>
<i>Résumé</i>	<i>VII</i>
<i>Abstract</i>	<i>VIII</i>
<i>Introduction</i>	<i>1</i>
<i>Première partie : Synthèse bibliographique</i>	<i>3</i>
<i>Chapitre 1 : Généralités sur la génétique</i>	<i>4</i>
<i>Chapitre 2 : Méthodes statistiques d'estimation des valeurs génétiques</i>	<i>9</i>
<i>Chapitre 3 : Elevage périurbain</i>	<i>12</i>
<i>Deuxième partie : Protocole expérimental</i>	<i>27</i>
<i>Chapitre 1 : Matériel</i>	<i>28</i>
<i>Chapitre 2 : Méthodes</i>	<i>35</i>
<i>Chapitre 3 : Résultats</i>	<i>41</i>
<i>Chapitre 4 : Discussion</i>	<i>54</i>
<i>Conclusion</i>	<i>59</i>
<i>Références bibliographiques</i>	<i>60</i>
<i>Table des matières</i>	<i>69</i>

Dédicace

A la Mémoire de mon Frère Saliou Mogotala Tahirou SANOGO,

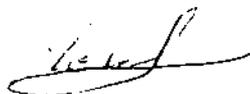
A mon Père Noblé Idrissa SANOGO.

Tu as su braver toutes les difficultés des temps pour assurer notre scolarisation, notre éducation. Accepte ce mémoire comme un couronnement de tes efforts mais aussi comme mon attachement filial.



A ma Mère Klougniré Alimata COULIBALY,

En reconnaissance de l'immense peine que tu t'es donné pour nous, reçois ce mémoire en signe de notre attachement.



A ma Petite Maman Soumba Sali TRAORE,

Tu t'es immensément sacrifiée pour nous. Accepte ce mémoire en signe de reconnaissance.



A mes Frères et Sœurs SANOGO.

Seule l'union restera notre force.

Je dédie le présent mémoire.

Remerciements

Le présent mémoire est le fruit de plusieurs efforts conjugués. Ainsi qu'ils figurent ou non dans la liste ci-dessous, je suis immensément reconnaissant à tous.

Je remercie le *Pr H. BOLY* pour m'avoir permis de tant apprendre pendant ce stage.

Je remercie également toute l'équipe du laboratoire de physiologie de la reproduction animale notamment le *Dr ZONGO Moussa*, l'étudiant doctorant *WERE Pitata*, les étudiants de 3^e cycle *SOUDRE Albert*, *TONY L.* et *SANON M. Henri Guillaume*, dont les contributions avant-gardistes, les idées, les discussions passionnées et l'esprit d'équipe m'ont nourri et permis de mener à bien ce travail.

J'associe également mes aînés du laboratoire notamment **Mansour BOUNDAOGO**. Yaya BA.

M. NEYA B. Samuel, mérite ma plus grande considération pour sa disponibilité et ses aides précieuses.

Ma respectueuse affection se porte également à tous mes collègues de L'IDR (*Thomas D'aquin L., Marcel OUEDRAOGO, TARNAGDA Daouda, Brice BAYALA, BARRY Djibril, KAM Honoré, ZOURI I., Manaka D., SIMPORE A., ZONGO A., PAGNI C., PARE L.N., BATIONO R., A. THIERY, GUIRA S.B., SAMA P. G.*). à toute la 27^e promotion des Ingénieurs de développement rural. Nous avons eu beaucoup de chances de vivre, en un temps, des changements profonds et excitants. Je vous souhaite plein succès dans vos différentes vies.

Je remercie sincèrement tous les professeurs et enseignants de l'IDR qui ont pris du temps pour me former. *M. Nacro H. Bismark*, vous avez été pour moi aussi bien un maître scientifique que social.

Messieurs *Sidiki TRAORE, Lamoussa SESSOUMA, Abou SESSOUMA, Edouard IBOUDO, Honkoun Sansan KAMBOU, Mme TRAORE/YAMEOGO Aline et M. Roger Dipan TRAORE, Ma voisine Safi OUEDRAOGO* et enfants, *SANFO Abdoulaye* le boutiquier méritent des remerciements particuliers pour leur contribution.

J'associe également *M^{lles} Aminata SANOU, Aichata SOGODOGO, Edith KAFANDO, Rockiatou SANA, Salimata BOLY, Lucienne BELEMKANRIA* et ma sœur *Josiane KOETA* pour leur encouragement moral.

Merci enfin à ma famille, à mon oncle *Alain Gnabèrè OUATTARA* et à mes fidèles amis notamment *Jules P. TRAORE, Youssouf SANOU, Foué Bakary COULIBALY, Bakary BALLO, Zana Vincent TRAORE* qui ont supporté un travail de dix (10) mois. Ce qui était beaucoup pour eux.

Liste des sigles et abréviations

ABCZ	: Brazilian Zebu Breeders Association
AM	: Animal Model
BAGB	: Brazilian Association of Girlando Breeders
BLUP	: Best Linear Unbiased Prediction
BuNaSol	: Bureau National des Sols
CIUF	: Coopération Inter Universitaire francophone
CIRDES	: Centre International de Recherches et de Développement de l'Élevage en Zone Subhumide
°C	: degré Celsius
cm	: centimètre
CRTA	: Centre de Recherche sur les Trypanosomoses Animales
CNEIA	: Centre national d'Élevage et d'Insémination Artificielle
CNEAG	: Centre National d'Élevage et d'Amélioration Génétique
DLC	: Description Linear Classification
ELAT	: Ecole de Lutte Anti Tsé Tsé
FIT	: Front Inter Tropical
FNOCL	: Fédération Nationale des Organismes de Contrôle Laitier
GMQ	: Gain Moyen Quotidien
HG	: Hauteur au Garrot
Ht	: Hauteur
h	: heure
ha	: hectare
IA	: Insémination Artificielle
INERA	: Institut Environnemental et de Recherches Agricoles
INRA	: Institut National de Recherche Agronomique
INSD	: Institut National de la Statistique et de la Démographie
kg	: kilogramme

km	: kilomètre
L	: litre
LCVM	: lait consommé par le veau le matin
LCVS	: lait consommé par le veau le soir
Lg	: longueur
LTM	: lait trait le matin
LNECR	: Laboratoire National d'Elevage du Centre et Régional
LTS	: lait trait le soir
m	: mètre
mm	: millimètre
MAD	: matière azotée digestible
MRA	: Ministère des Ressources Animales
MS	: matière sèche
MSD	: matière sèche digestible
N	: Nord
N°	: numéro
pts	: points
PC	: profondeur du corps
PLQ	: production quotidienne de lait
PNPDL	: Programme National Pilote de Développement Laitier
TP	: tour de poitrine
REML	: Restricted Maximum Likelihood
RMB	: rang de mise bas
SPA	: sous produits agricoles
UBT	: Unité Bovin Tropical
UF	: unité fourragère
UO	: Université de Ouagadougou
VG	: valeur génétique
W	: Ouest

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1 : Races exotiques introduites en milieu périurbain.....	24
Tableau 2 : Caractéristiques et filiation des animaux.....	32
Tableau 3 : Evaluation des traits physiques.....	37
Tableau 4 : Performance de production par méthode d'enregistrement laitier.....	41
Tableau 5 : Estimation des traits physiques.....	43
Tableau 6 : Pointage des mensurations.....	44
Tableau 7 : Attribution des classes de qualité.....	45
Tableau 8 : Valeurs génétiques	51
Tableau 9 : Valeurs génétiques par méthode d'enregistrement.....	52
Tableau 10 : Corrélations génétiques.....	53

Liste des figures

Figure 1 : Allure générale des courbes de lactation.....	42
Figure 2 : Répartition des Animaux selon la classe.....	45

Résumé

La valeur génétique des zébus peuls soudaniens a été estimée sur la production laitière corrigée avec l'effet "environnement" dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso.

L'analyse des résultats n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$) quant aux modes de recueil des données.

Les productions laitières obtenues indiquent une production moyenne annuelle du zébu peul soudanien de $397,84 \pm 139,91$ kg par lactation. Il faut cependant noter que cette production varie d'un individu à un autre. Les mensurations corporelles donnent en moyenne pour la hauteur au garrot, le tour de poitrine et la longueur des trayons respectivement $133,04 \pm 3,5$ cm, $162,46 \pm 7,82$ cm et $4,47 \pm 1,18$ cm.

L'évaluation des traits physiques montre que 38,46% des animaux sont aptes à la sélection et 62,54% ont une pondération globale insuffisante. Aussi, aucun animal n'a obtenu la qualification excellente.

L'estimation de la valeur génétique par la méthode BLUP associée au modèle animal rapporte que 42,31% des animaux ont une valeur génétique supérieure à la moyenne et 57,69% des animaux sont en dessous de la moyenne. La déduction de la valeur génétique exacte donne une valeur génétique moyenne de $0,589 \pm 0,113$ pour le zébu peul soudanien.

Cependant, l'analyse du test de corrélation de Pearson ne révèle aucune corrélation significative entre la valeur génétique réelle et la performance de production laitière d'un animal. Cette situation indique que l'on peut surestimer ou sous-estimer la valeur génétique potentielle d'un individu sur l'analyse unique de sa valeur phénotypique.

Mots clés : Zébu peul soudanien, production laitière, estimation, Valeur génétique, BLUP.

Abstract

The breeding value of the zebu peul cows was estimated on the dairy production corrected with the effect "environment" in the soudano-sahelian area of Burkina Faso. The analysis of the results didn't reveal a significant difference ($p > 0,05$) as for the modes of collect of the data.

The dairy productions obtained indicated an annual average production of the zebu peul of 397.84 ± 139.91 kg by lactation. It's however necessary to note that this production varie from an individual to another.

Body measurements give an average for the stature, the strength (the turn of chest) and the teat length respectively 133.04 ± 3.5 cm, 162.46 ± 7.82 and 4.47 ± 1.18 cm.

The evaluation of the physical features shows that 38.46% of the animals can be selected and 62.54% have an insufficient balanced note. It however important to note that any animal obtained the qualification "excellent".

The estimate of the genetic value by the method BLUP associated with the Animal Model, reports that 42.31% of the animals have a genetic value higher than the average and 57.69% of the animals are below the average. The deduction of the exact genetic value gives an average genetic value of 0.589 ± 0.113 for the zebu peul.

However, the results of the analysis of the test of Pearson none revealed a significant correlation between the real genetic value and the performance of the dairy production of an animal. This situation indicates that one can over-estimate or underestimate the potential genetic value of an individual on the single analysis of his phenotypical value.

Key words : Zebu peul, dairy production, estimate, genetic Value, BLUP.

Introduction

INTRODUCTION

L'amélioration génétique des productions animales sous les tropiques en général et particulièrement au Burkina Faso suscite un intérêt de plus en plus grandissant dans les systèmes d'élevage. En effet, malgré les effectifs bovins très élevés d'environ un (1) bovin pour deux (2) habitants (MRA, 2001), les productions (laitières comme bouchères) sont très faibles et n'arrivent pas à couvrir les besoins de plus en plus croissant des populations (Boly et *al.*, 2000; Diop, 1996; Meyer et Denis, 1999). L'accroissement des effectifs est en liaison avec les nombreux efforts entrepris sur les aspects sanitaires et nutritionnels avec la création de laboratoires spécialisées (LNECR, CRTA, ELAT) et des centres tel que CIRDES.

Sur le plan génétique, les actes sont encore récents et remontent aux années 1990-2000 avec l'initiation de l'Insémination Artificielle (IA) dans les zones périurbaines pour améliorer le potentiel génétique des races locales. Les résultats de ces croisements sont fort intéressants avec des produits métissés produisant 12 litres de lait par jour (Boly, 2002). Le développement de ces pratiques d'Insémination Artificielle (IA) a également permis de révéler l'intérêt du matériel génétique utilisé dans les opérations de croisement.

Malgré ces différents efforts entrepris, les résultats sont toujours faibles et n'arrivent pas à freiner les sorties importantes de devises nationales (estimées à plus de cinq milliards de francs CFA par le MRA, 2001) consécutif aux importations de lait et produits laitiers.

De nombreux pays ont cependant réussi à faire d'importants progrès grâce à la précision de la valeur génétique. Aux États-Unis par exemple, on note une augmentation de 3000 kg par vache de 1960 à 1990, 2000 kg au Japon et au Canada (Olson, 1993). Cette augmentation, en plus de l'amélioration des conditions d'élevage, est en partie due à l'avancement génétique. Aux États-Unis, Olson (1993) rapporte que les évaluations actuelles permettent d'estimer l'augmentation de la production due à l'amélioration génétique à 119 kg par année.

L'accroissement des productions notamment laitières ainsi que les schémas de suivi et de sélection des meilleurs reproducteurs commande maintenant la mise en œuvre d'un programme génétique *stricto sensu* d'évaluation des performances. La récente mise en place d'un Centre National d'Élevage et de l'Amélioration Génétique (CNEAG), basée à Loumbila et rattaché au secrétariat général du Ministère des Ressources Animales (MRA), est une illustration pertinente.

Cependant, la réussite d'un tel objectif dans nos conditions d'élevage mérite une attention particulière pour le recueil des informations en ferme et le traitement statistique des données de façon à apprécier la valeur génétique potentielle des animaux.

La présente étude se propose d'apprécier un mode d'évaluation de la valeur génétique des animaux reproducteurs en élevage périurbain. Elle s'intéresse tout spécifiquement au mode de recueil des données les plus avantageux, à l'analyse précise de ces données grâce aux outils informatiques et aux programmes d'évaluation génétique les plus performants du type BLUP (*best linear unbiased prediction*) associé au "Modèle animal".

L'ensemble du matériel et des méthodes, des résultats suivi de la discussion, est présenté dans la deuxième partie du document intitulée "protocole expérimental". La première partie quant à elle se focalise sur les aspects généraux de l'amélioration génétique.

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la génétique

1.1 Génétique

La génétique, pour Lints (1987), Wattiaux (1996), est la science de l'hérédité et de la variation. L'hérédité est le processus responsable de la ressemblance entre parents et descendants. La variation est l'existence, héréditaire ou non, des différences constatées entre les individus d'une population pour un caractère donné.

La génétique peut se diviser en trois parties fondamentales :

- * La génétique factorielle ou formelle ou encore mendélienne en l'honneur de son précurseur G. Mendel. Elle concerne la transmission des caractères dits qualitatifs, observables, descriptifs et très peu mesurables ;
- * La génétique des populations, qui étudie la structure génétique des populations et les modifications du patrimoine héréditaire dans ces populations ;
- * La génétique quantitative, qui s'intéresse aux caractères déterminés par un grand nombre de gènes (polygènes), chacun d'entre eux ayant une contribution dans le phénotype. Ces caractères sont généralement mesurables (caractères quantitatifs) et souvent soumis à l'influence du milieu.

1.2 Population

En élevage, une population animale est un sous-groupe d'une espèce d'animaux élevés pour des finalités communes, dans un territoire où s'effectuent des échanges de reproducteurs. Autrement dit, en génétique, c'est un groupe d'animaux de la même espèce, considéré comme une unité dans le but d'estimer la fréquence génétique et de mesurer les effets de sélection et des changements de mérite génétique.

1.3 Valeur génétique (VG)

La valeur génétique est la somme des effets moyens des gènes d'un individu, qui agissent sur un caractère quantitatif, dans une population donnée. Elle est également appelée valeur additive ou valeur d'élevage ($VG=VA=VE$).

1.4 Phénotype

Pour un caractère mesurable, le phénotype correspond à ce qui est observé, à ce qui est mesuré; c'est la partie visible et mesurable du problème. Ce qui nous donne l'expression suivante :

$$P = G + Env + e \quad (1)$$

(P est le phénotype, G le génotype, Env l'environnement et e l'effet résiduel).

1.5 Génotype

Le génotype rassemble, pour un caractère, l'ensemble du matériel génétique impliqué dans le caractère étudié. Il est représenté par la somme des effets additifs de chaque gène impliqué dans le caractère étudié ainsi que les interactions entre ces gènes et les effets de dominance; le génotype est la partie invisible ou cachée du problème ("black box"). Il est matérialisé par l'équation suivante :

$$G = A + D + I \quad (2)$$

Ce qui revient à écrire que $P = (A + D + I) + Env + e$ (3)

(A ce qui est additif, D les effets de dominance et I les effets d'interactions entre gènes).

1.6 Environnement

Dans le cas de la génétique quantitative, l'effet de l'environnement est bien plus important. Nous savons que "dans le vide rien ne pousse" et que c'est dans des conditions d'environnement particulières que les gènes s'expriment. L'effet de l'environnement est donc considérable sur les productions. Leroy et *al* (2000-2001)

affirment que pour la production laitière par exemple, 30% des différences entre individus s'expliqueraient par l'effet de l'exploitation.

1.7 Performance génétique

La performance génétique selon l'INRA (1998), est la somme des effets génétiques, des effets de milieu identifié, de l'effet d'élevage ou "troupeau" et des effets résiduels.

La performance d'un veau par exemple est la somme :

- de sa propre valeur génétique,
- de celle de sa mère (pour les poids),
- des effets de milieu.

Les effets de milieu sont :

▸ l'effet de l'élevage :

- le troupeau considéré pour une campagne donnée
- les groupes de conduite au sein du troupeau

▸ les autres effets de milieu :

- âge au premier vêlage/rang de vêlage de la mère,
- sexe du veau,
- saison de naissance,
- situation individuelle particulière.
- situation au pointage.

Les effets de l'élevage sont responsables de la plus grande partie des écarts de performances d'un troupeau à l'autre.

1.8 Amélioration génétique

L'amélioration génétique est un processus de sélection des animaux les plus performants comme parents de la génération suivante. Elle est réalisée de sorte que le mérite génétique moyen de cette génération soit plus haut que la moyenne de la génération parentale.

L'amélioration génétique repose sur l'application des principes de la génétique quantitative. Grâce aux outils mathématiques et statistiques, elle permet de concevoir des programmes de sélection et de croisement pour l'amélioration des productions animales.

1.9 Techniques d'amélioration génétique

L'amélioration génétique est réalisée à travers deux (2) techniques : la sélection et le croisement de races.

➤ La sélection dans une population permet d'augmenter la valeur moyenne d'une ou de plusieurs caractéristiques, choisies au préalable pour améliorer le potentiel génétique des animaux de cette population.

➤ Le croisement des espèces permet de combiner les avantages de différentes races. En effet, les limites de la sélection et de l'élevage en race pure (consanguinité augmentée, manque d'efficacité de la sélection des caractères à faible héritabilité, etc.) ont conduit à rechercher des possibilités d'accouplement entre les représentants de races différentes.

Pour réaliser des progrès plus rapides en génétique, la reproduction artificielle a remplacé l'accouplement naturel : l'insémination artificielle et, plus récemment, le transfert embryonnaire.

- L'insémination artificielle est une opération consistant à déposer, avec un instrument approprié, le sperme d'un taureau reproducteur dans l'utérus d'une femelle pendant sa période fertile en vue d'une fécondation; le sperme est récolté, examiné, dilué, conditionné et généralement conservé.
- Le transfert d'embryon est une reproduction artificielle consistant à prélever après fécondation le(s) embryon(s) des organes génitaux d'une femelle appelée donneuse afin de le(s) transplanter dans les organes génitaux d'une ou de plusieurs femelle(s) appelée(s) receveuse(s), où le ou les embryon(s) se développent jusqu'à la naissance.

1.10 Progrès génétique

Le gain génétique ou réponse à la sélection correspond au changement provoqué par la sélection sur la moyenne de la population. Il s'estime selon Cameron (1997) et l'INRA (2000) par la différence entre les valeurs génétiques additives moyennes des individus de deux générations successives. Le progrès génétique (R) annuel est égal au rapport du progrès génétique par génération à l'intervalle de génération, exprimé en années. Il est donné par le produit de l'héritabilité (h^2) et l'écart de sélection (S). L'écart de sélection correspond à la différence entre la valeur moyenne des parents sélectionnés et la valeur moyenne au sein de laquelle ces géniteurs ont été sélectionnés.

$$R = h^2 S$$

1.11 Héritabilité

L'héritabilité est une notion statistique propre à chaque caractère de chaque population; Selon Wilcox et *al* (1992), c'est un rapport de variance qui est compris entre 0 et 1 et se mesure donc en %. Pour Bennet (2001), l'héritabilité donne la part de la variation phénotypique qui est de nature génétique (sens large). En général, les caractères de morphologie et de croissance sont assez hértables alors que les caractères de reproduction le sont peu. Cunningham (1979) affirme qu'en présence de caractères hértables, les méthodes classiques de la sélection peuvent être développées. Plus le caractère est hértable, plus il est possible de l'améliorer (rapidement) par sélection et pour des valeurs d'héritabilité peu importantes, le croisement sera préféré à la sélection.

Chapitre 2: Méthodes statistiques d'estimation des valeurs génétiques

2.1 Méthode d'indexation

L'indexation est une méthode qui permet d'estimer la valeur génétique d'un animal à partir de ses performances et de celles de ses apparentés, à un moment donné. Elle permet de classer les reproducteurs et de sélectionner les meilleurs.

Deux stratégies d'utilisation des index de sélection sont possibles :

-une première stratégie consiste à fixer pour chaque estimation un seuil minimum. Une méthode voisine consiste en la définition d'un taux de sélection global correspondant au produit des taux affectés à chaque index. Ce procédé présente l'inconvénient d'éliminer des candidats faibles pour un critère donné mais globalement bien indexés;

-une deuxième stratégie consiste à élaborer un index synthétique à partir des index élémentaires, à la condition de pouvoir attribuer à chaque caractère une valeur économique précise.

2.2 Méthode de comparaison aux contemporaines

La célèbre méthode de comparaison aux contemporaines a été proposée au départ par Robertson et Rendel (1954) en Angleterre. Elle supposait que les moyennes d'étable chez les bovins laitiers étaient uniquement sous la dépendance de facteurs non génétiques. Dans une version améliorée, elles dépendaient de manière totalement aléatoire des facteurs génétiques (mais pas des niveaux génétiques mêmes des animaux qu'on cherchait justement à évaluer). On estimait en séquence les effets de milieu puis les effets génétiques, ce qui simplifiait notablement les calculs. La méthode de comparaison aux contemporaines modifiée est apparue dans les années 1970 et a été décrite par Foulley et Elsen (1977). Elle a introduit pour la première fois une ébauche de calcul conjoint des deux types d'effets, en reconnaissant que l'estimée des effets de milieu est influencée par l'estimée des effets génétiques et vice-versa. Elle conduisait

naturellement à un calcul itératif jusqu'à stabilisation des solutions, mais sans donner une expression formelle du résultat.

2.3 Modèle "père "et" père /grand-père maternel"

Le modèle de description génétique "père", puis "père/grand-père maternel", s'efforçait d'estimer conjointement les niveaux génétiques de tous les animaux de la population (animaux actuels et ascendants mâles et femelles). Les index des ascendants étaient fixés une fois pour toutes. Ils étaient utilisés conjointement avec la performance des descendants pour prédire l'index de ceux-ci, et ainsi de suite d'une génération à l'autre. Cette procédure simplifiée était évidemment suboptimale puisqu'elle ignorait le fait que de nouvelles données apportent de l'information non seulement pour les nouvelles générations mais aussi par voie indirecte sur les anciennes. Par ailleurs, cette procédure amenait parfois à des structures "déconnectées", les index calculés n'ayant, en toute rigueur, une valeur qu'au sein d'un groupe précis d'animaux, les écarts génétiques entre groupes n'étant pas mesurables.

2.4 REML modèle animal

Le "Restricted Maximum Likelihood" modèle animal (REML modèle animal), est une méthode d'estimation du maximum de vraisemblance restreint. Ce terme a été proposé par Patterson et Thompson, souligne Bidanel (94). Ce modèle permet d'aboutir aux estimées de composantes de variance-covariance ayant la densité de probabilité maximum, après élimination de l'effet des variations systématiques de milieu (d'où le terme "restricted").

Quand les données sont décrites suivant le modèle animal, les calculs correspondant au REML sont complexes et intensifs. Les progrès de l'algorithmique sont tels qu'ils peuvent s'appliquer aujourd'hui à des populations de taille moyenne (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'animaux).

2.5 BLUP

➤ La définition

BLUP est le sigle pour "Best Linear Unbiased Predictor". C'est une méthode de calcul permettant d'obtenir une estimation non biaisée, c'est-à-dire avec une erreur en moyenne nulle, de la valeur génétique des reproducteurs.

Le BLUP a été mis en place par Henderson et Robertson. (1959).

➤ Les propriétés de la méthode statistique BLUP

Selon Mrode (96), les propriétés de BLUP sont comme suit :

- Best (Meilleur) : maximisation de la corrélation entre la valeur génétique vraie et la valeur génétique prédite;
- Linear (Linéaire) : les valeurs génétiques prédites sont des fonctions linéaires d'observations;
- Unbiased (non biaisé) : les effets fixes estimés sont non biaisés et inconnus, les valeurs génétiques vraies sont distribuées en fonction des valeurs génétiques prédites;
- Prediction (Prédiction) : la procédure prédit la valeur génétique vraie.

➤ Les avantages de la méthode statistique BLUP

- Elle permet de séparer au mieux les effets de milieu (effet de l'élevage, rang de vêlage, sexe...) et les effets génétiques;

- L'association du BLUP et du modèle animal permet de prendre en compte toutes les performances et toutes les relations de parenté entre les individus.

CHAPITRE 3 : ELEVAGE PERIURBAIN

3.1 Caractéristiques des élevages laitiers en milieu périurbain

→ Le système d'élevage laitier périurbain :

L'élevage périurbain est un élevage qui s'est développé autour des grandes villes avec système semi-intensif (avec 4 à 8 heures de parcours sur pâturage naturel) à intensif d'élevage.

Sur le plan alimentaire, la complémentation avant et après le pâturage libre y est généralement réalisée. Cette complémentation est à base de tourteaux de coton (TC), de sous-produits agricoles (SPA), de son de blé (SB), de céréales locales (SCL), de la mélasse, de la drêche, du son cubé, du son local, et des minéraux (sel gemme ou pierres à lécher).

Ce type d'élevage, en plein essor, est entre les mains de commerçants exportateurs de bétail, d'éleveurs modernes, d'hommes politiques, et de fonctionnaires qu'il a convenu d'appeler les "nouveaux acteurs".

Les animaux sont généralement de race locale (zébu peulh soudanien), mais on assiste de plus en plus à l'introduction de nouveaux gènes. Ainsi, l'Azawak, le Sokoto Goudali, le Gir et le Girolando sont des races qui font déjà partie du cheptel urbain et périurbain ou qui y sont en voie de diffusion. Au regard des aptitudes laitières des races citées, on peut s'apercevoir aisément que la production laitière est en plein essor. Cette dynamique s'explique quand on sait que le Burkina Faso dépense annuellement près de 5 milliards de francs CFA pour les importations de lait et produits laitiers.

→ les catégories d'élevage

Selon Lhost (1993), en fonction de l'effectif du parc, on rencontre dans le milieu périurbain trois (3) grandes catégories d'élevage :

- petit élevage (< 30 têtes)
- élevage moyen (30 - 60 têtes)
- grand élevage (> 60 têtes)

3.2 Contraintes de développement des élevages laitiers périurbains

☞ Problèmes alimentaires

·Accès au pâturage et à l'eau

Le problème essentiel des troupeaux de plus en plus nombreux en milieu périurbain demeure l'accès à l'eau et au pâturage. Les pressions agricole et urbaine, ainsi que la sécheresse ont induit la régression de la biomasse végétale disponible dans le milieu périurbain.

Approvisionnement en intrants alimentaires

La production laitière nécessite une grande consommation d'intrants alimentaires. Ainsi un approvisionnement régulier en produits de qualité est l'une des conditions de réussite des unités de production. Les sous-produits utilisables par les animaux sont certes nombreux et variés (son de blé, tourteaux de coton, graines de coton, drêches, levures, mélasse). Cependant, il se pose la plupart du temps un problème d'accessibilité et de disponibilité de ces produits en raison de leurs prix, des conditions d'accès et de livraison.

☞ Insuffisance dans la gestion technique des exploitations

Les vaches importées, les races améliorées ainsi qu'une partie du cheptel de races locales appartiennent à des citadins qui confient la gestion à des bergers salariés. Pour Diop (1996), le comportement de certains de ces propriétaires (suivi irrégulier de leur exploitation, non-respect des conseils donnés par l'encadrement, changements fréquents des bergers formés) laisse supposer que leur intérêt se situe parfois au niveau du simple loisir. Ces agissements ont des conséquences sur les performances techniques, mais également sur la santé financière des exploitations.

☞ Faible potentiel laitier des races locales

Les races locales produisent 1 à 3 litres pour les bovins (Meyer 1999), autorisant tout simplement l'autoconsommation. En saison sèche, certaines vaches donnent difficilement 1/2 litre.

☞ Problèmes sanitaires

En milieu périurbain, les taux de vaccination et d'utilisation de médicaments vétérinaires restent faibles. Les risques sanitaires restent élevés pour le cheptel, particulièrement en ce qui concernent les maladies infectieuses et contagieuses (péri pneumonie contagieuse bovine, fièvre aphteuse, charbon bactérien, pasteurellose) et les maladies parasitaires (verminoses, trypanosomiasés). Les raisons sont diverses: les animaux sont nombreux et confinés (ce qui est de nature à favoriser les contaminations); l'importation d'animaux vivants de sources douteuses sur des bases fausses, et la diversité des espèces sont également sources d'infections sanitaires.

☞ Contraintes liées à la sécurité foncière

Les contraintes foncières sont souvent mises en avant par les éleveurs comme un souci majeur pour la pérennité de leur système d'élevage extensif (MRA, 1998). Sans accès à la terre, l'éleveur ne peut entreprendre de cultures fourragères pour faire face aux contraintes alimentaires qui affectent la production laitière. Or, la terre est encore plus coûteuse en zone urbaine et périurbaine.

Cette contrainte foncière peut cependant être bien gérée lorsqu'une perspective commerciale existe comme c'est le cas de certains élevages urbains et périurbains.

3.3 Pratiques d'amélioration génétique en milieu périurbain

3.3.1 Introduction de "sang exotique"

La tendance actuelle d'introduction de sang exotique pour améliorer le matériel génétique animal est variable selon les acteurs. Les structures techniques sont plus orientées vers l'utilisation des semences alors que les producteurs y adjoignent aussi des animaux vivants.

Parmi les races introduites, on note que les animaux vivants exotiques introduits par les structures techniques sont composés de races africaines (79,5%), brésiliennes (15%), et européennes (5,6%), tandis que pour les introductions par les producteurs, 81% des races sont africaines et 19% sont d'origine européenne (INERA, 2002).

Les préférences sont portées sur les races Azawak par les structures techniques et sur la race Goudali par les producteurs, pour les races africaines.

Par contre les races européennes recensées sont en réalité des produits de croisement à fort sang exotique (sans plus de précision) issus presque tous de la ferme du Monastère de Kouabri ou achetées auprès d'autres producteurs.

Quant aux semences, exclusivement de producteurs de races européennes, elles sont par ordre décroissant de la race Montbéliarde suivie de la Brune des Alpes, puis de la Holstein, des Limousin et de la Jersey. La France, la Belgique et les Pays-Bas sont les principaux fournisseurs des structures techniques notamment le Programme National Pilote de Développement Laitier (PNPDL) et le projet CIUF/UO/SPA de l'Université de Ouagadougou.

3.3.2 Méthodes d'introduction

Les croisements avec les races exotiques ont été réalisés par différentes techniques de reproduction : l'insémination artificielle (IA), la monte naturelle et la combinaison des deux.

Au niveau des structures techniques, l'IA a été privilégiée. Chez les producteurs, l'utilisation combinée de l'IA et la saillie naturelle est la plus pratiquée (80% des

producteurs) avec néanmoins une préférence pour la saillie naturelle (90% d'entre eux contre 10% pour l'I.A.) (INERA, 2002).

Ces différentes techniques de reproduction sont réalisées soit sur chaleurs naturelles soit sur chaleurs induites. Les structures techniques utilisent plus les dernières dont les taux de réussite varient de 0 à environ 40% (selon les bénéficiaires). Par contre, les producteurs préfèrent, s'ils ont le choix à faire, inséminer leurs femelles sur des chaleurs naturelles avec lesquelles les taux de réussite sont supérieurs à 40%.

3.4 Races exotiques introduites au niveau périurbain

3.4.1 Zébu Azawak

Origine

Pour Zongo (2001), le zébu Azawak (*Bos indicus*) tire son origine de la vallée de l'Azawak au Niger entre 3^e et 7^e degré de longitude Est et 15-20^e degré de latitude nord.

Description

De type rectiligne, bréviligne, eumétrique, le profil du zébu Azawak est droit. La femelle pèse entre 250 et 350 kg avec une taille oscillant entre 110 et 130 cm et le mâle pèse entre 325 et 450 kg avec une taille de 125 à 145 cm (MSD AGVET, 1985). La femelle a une conformation généralement plus fine, la bosse et le fanon moins développés. La robe est très variable, mais la variété fauve à muqueuse et aux extrémités noirâtres tend à être le prototype de la race. Les cornes sont insérées haut en forme de croissant, de couleur grise et à section circulaire. Elles sont courtes, épaisses et droites chez le taureau mais fines et croissantes chez la vache.

Aptitudes

La femelle est l'une des meilleures productrices de lait d'où l'appellation "Jersiaise" de l'Afrique de l'ouest. Elle a une production journalière de 3 à 4 litres en moyenne sur pâturages maigres et peut atteindre même 5 litres. La durée de lactation est en moyenne de 7 à 8 mois et atteint 800 à 1000 litres.

En outre, c'est un animal de boucherie (500 à 600 kg à 5 à 6 ans) qui s'engraisse facilement et son rendement est de 48 à 50%. Le cuir pèse entre 8 et 10 kg. C'est aussi un bon animal de portage : 80 à 100 kg sur 20 à 30 km/j à la vitesse de 4 km/h (Zongo, 2001).

3.4.2 Brune des alpes

Origine

Pour Boichard et *al.* (1996), la race brune, familière des Alpes, est originaire des zones montagneuses de la Suisse centrale et orientale.

Description

C'est une vache de grand format, avec en moyenne 140 cm au garrot pour un poids variant entre 650 et 750 kg. Elle a un squelette fort; son dos est droit, son bassin large et sa poitrine profonde. Les membres sont de longueur moyenne et les cuisses sont musclées. Sa robe est unique, le plus souvent gris souris uniforme, avec des variantes allant du gris foncé au gris argenté. Elle possède une petite tête et son mufler est ardoisé ou sombre, entouré de brun. Ses muqueuses sont noires. Les cornes aux extrémités noires sont courtes, en forme de lyre.

Aptitudes

La Brune est une race mixte à dominance légèrement laitière : elle produit en moyenne 5300 kg de lait par an (en station la production laitière corrigée est de 7242 kg). Outre son lait très riche en protéine (le taux azoté est de 34,5‰ et le taux butyreux 39,3‰) et très intéressant pour la fabrication de fromages de qualité, il faut souligner la persistance de la lactation.

En production de viande, les vitesses de croissance associées au bon développement musculaire font de la Brune un animal intéressant pour la production de taurillons et de veaux de boucherie (le poids d'une carcasse des taurillons de 18 mois est de 350 kg et celui des vaches de réforme de 370 kg).

3.4.3 Le Gir

Origine

Le Gir, appelé aujourd'hui "zébu brésilien", est l'une des plus vieilles races au monde. ABCZ (1998) souligne que la première image d'un animal Gir fut publiée au Brésil en 1916 pour n'être disséminée qu'en 1918.

Description :

Populaire et d'une douceur notable, le Gir est un hybride entre le bœuf et le buffle avec des traits qui rappellent le porc et l'éléphant. Du buffle, il tire la couleur fauve de sa robe, la forme de ses cornes horizontales et tombantes; de l'éléphant et du porc, la rondeur des fesses. Il présente les traits fondamentaux suivants :

- un crâne ultra convexe;
- des cornes basses, tombantes, longues, à la pointe dirigée vers l'arrière;
- des oreilles très longues (tombantes et cornées) fixées sur la base des cornes;
- une robe fauve avec des tâches rouges pouvant varier jusqu'au rouge sombre;
- une bosse moyenne, une mamelle fortement développée, souple, équilibrée, bien attachée, bien irriguée avec un réseau veineux bien apparent (Rinaldo, 1998).

Aptitudes

Dans les conditions ordinaires d'élevage, la production moyenne de lait de la Gir est de 2564,35 kg en 305 jours soit 10 mois en une seule traite quotidienne (Pagot, 1994). En station, on a une moyenne de 6253,14 kg en 305 jours (Rinaldo, 1998). La durée moyenne de lactation est de 375 jours soit 12,5 mois. Le poids du veau à la naissance est de 37 kg en moyenne. Le GMQ moyen 863,54 g/jour.

Il présente également une bonne aptitude bouchère avec un poids vif moyen à l'abattage de 700 kg. C'est donc un animal à aptitude mixte.

3.4.4 Le Girolando

Origine

Le Girolando a été découvert vers les années 1940 suite au programme Girolando du gouvernement fédéral brésilien.

Description

Le Girolando est issu d'un croisement Gir et Holstein. Les conditions fixées sont d'un double croisement de 3/8 de sang Gir et 5/8 de sang Holstein (BAGB, 1999).

Le Girolando est généralement de couleur pie noire. Il est sans cornes, sans bosse, avec des oreilles moins longues et moins cornées par rapport à celles du Gir.

Aptitudes

La production de lait en moyenne est de 3600 kg en 305 jours soit en 10 mois en deux traites quotidiennes. La durée moyenne de la lactation est de 315±18 jours. Le poids du veau à la naissance est de 35 kg en moyenne.

Lors d'une compétition au Brésil, on a obtenu un pic de production de lait de 12131 kg en 387 jours soit 12,9 mois sur une vache de 6 ans (BAGB, 1999).

En milieu tropical, c'est le meilleur animal par sa fonction laitière, de chair et d'adaptabilité.

NB : Les Gir et Girolando ont été importés au Burkina Faso en septembre 1999 où ils ont été mis en quarantaine à Boulbi pendant 33 jours. Ils furent ensuite transférés à la station de Loumbila en octobre 1999. Le troupeau de base comptait 52 têtes dont 29 Gir et 23 Girolando (MRA, 1999).

3.4.5 Zébu Goudali

Origine

Le zébu de Sokoto désigné sous les appellations de Sokoto-Goudali, Goudali, Bolokodji, est originaire de la région de Sokoto au Nigeria (Joshi et *al.* 1957; Sapor, 1976; cités par Gandah, 1989). Pour Pagot (1985), c'est la race foubé qui est représentée au Nigeria sous le nom de Adamawa Goudali.

Description

De conformation massive, le Goudali est un animal conexiligne, medioligne, eumétrique. Sa taille et son poids sont respectivement de 140 cm et de 500 à 550 kg chez le mâle, de 130 cm et de 300 à 350 kg chez la femelle. La tête est longue et large,

le cou court et robuste. La bosse musculeuse et le fanon sont très bien développés. La robe est généralement blanche ou froment chez la femelle et gris clair ou froment avec des parties foncées au chignon, à l'encolure, aux épaules et à la queue chez le mâle.

Aptitudes

Le Goudali est un animal très docile. Sa performance laitière est de 1000 à 1100 kg avec une durée de lactation de 230 jours (Salla, 1997). Cette performance est de 1500 kg par lactation chez les sujets sélectionnés (MSD AGVET, 1985). Domingo (1976) affirme que le zébu Goudali est capable de fournir de belles carcasses de 295 à 317 kg.

3.4.6 La Holstein

Origine

Les traces anciennes de l'histoire de cette race de vache ne sont pas nombreuses, mais il est admis qu'elle a été introduite par le peuple Batave dans le nord de l'Europe il y a plus de 2000 ans. C'est en 1881 que les premiers bovins Holstein sont entrés au Canada, en Ontario précisément, en provenance des Etats-Unis.

Description

La Holstein est une vache grande de taille, pesant en moyenne plus de 750 kg, et elle est efflanquée comme la plupart des vaches laitières. Ses hanches sont très saillantes, ses os sont apparents. Mais sa grande caractéristique, qui la rend reconnaissable au premier coup d'œil, est sa robe pie noire : grandes taches noires bien délimitées sur fond blanc.

Aptitudes

Race laitière spécialisée, elle affiche les meilleures productions en lait mais également en matières protéiques. La production laitière est de 9155 kg, le taux butyreux 40,7% et le taux azoté 33,3%. La race est également dotée d'une monographie fonctionnelle, c'est-à-dire une mamelle adaptée à la traite mécanique, une

capacité corporelle permettant une valorisation optimale des aliments, un bassin légèrement incliné facilitant les vêlages, des membres assurant une bonne locomotion.

Cependant, ses immenses capacités de production de lait sont soumises à des contraintes très strictes : la vache Holstein nécessite des soins constants et un environnement très contrôlé. A la moindre contrariété, leur rendement baissera très rapidement.

Du point de vue de la qualité bouchère, le poids de la carcasse des taurillons (18 mois) est de 340 kg et celui des vaches de réforme de 350 kg.

3.4.7 La Jersey

Origine

La jersey, comme son nom l'indique, est originaire de Jersey, une île britannique située dans la Manche, au large des côtes françaises, où l'on a retrouvé ses traces datant de plus de mille ans.

Description

La jersey est de petite taille (environ 130 cm au garrot), et ne pèse en moyenne que 450 kg. Belle bête, sa robe fauve agrémentée de nuances plus ou moins claires n'est pas sa principale qualité esthétique. En fait, tout est dans le regard : gros yeux ronds, soulignés de longs cils, lunettes claires et joues presque «poudrées». Ses cornes sont petites et incurvées; montantes ou descendantes. Ses muqueuses sont noires.

Aptitudes

La Jersey est reconnue pour sa docilité, son intelligence, et sa bonne résistance aux températures extrêmes.

Les poids sont de 350 à 480 kg pour les femelles et de 600 à 700 kg pour les mâles. En outre, par ses excellentes qualités d'élevage, sa grande douceur, sa précocité, sa fertilité, sa facilité d'adaptation et de mise bas, cette race figure dans les schémas de sélection de nombreuses races laitières spécialisées. Elle est très utilisée dans les pays subtropicaux ou tropicaux où elle réussit parfaitement.

La production laitière est de 3465 kg en 298 jours, et peut atteindre 5500 litres/lactation.

3.4.8 La Limousine

Origine

Race à viande par excellence, la Limousine est originaire de la région limousine (près de la ville de Limoges), une région française de l'ouest du Massif Central, aux conditions naturelles difficiles.

Description

La Limousine comme la plupart des vaches bouchères, est costaud et grande de taille (1,55m au garrot), poitrine profonde et culotte épaisse, pour un poids variant entre 700 et 950 kg. Sa robe est acajou uniforme (ou "froment vif"), son mufler et ses yeux sont cernés d'auréoles plus claires, tout comme le bout de sa queue. Son poil est très épais et compact. Son buste est long. Sa conformation générale n'est pas très éloignée de celle de la Blonde d'Aquitaine. Ses cornes sont de taille moyenne, claires, tournées vers l'avant, plantées de chaque côté d'un chignon touffu. Ses muqueuses sont claires.

Aptitudes

La race limousine est une excellente productrice de viande. Elle se caractérise par sa conformation, sa précocité, son rendement en carcasse et la qualité de sa viande (finesse, couleur, persillée avec peu de gras de couverture). Cette aptitude la rend particulièrement intéressante pour tous les types de production de viande jeune (depuis le veau de boucherie jusqu'au taurillon de 20 mois). Les femelles limousines ont d'excellentes qualités d'élevage : elles sont sobres, rustiques et fécondes (le taux de veaux sevrés : 90%). Elles vêlent très facilement (moins de 2% de vêlage difficile) et s'adaptent à tous les systèmes d'élevage, de la stabulation entravée, permanente au plein air.

3.4.9 La Montbéliarde

Origine

La race montbéliarde, pour Charron (1986), appartient au rameau jurassique (origine *Bos frontosus*) d'où dérive le groupe des races pie rouge de l'Europe centrale.

Description

La race montbéliarde est une race de grande taille (138 cm à 140 cm pour les vaches adultes; 145 cm à 155 cm pour les mâles), à robe feu pie ou pie rouge bien marquée. Les animaux adultes atteignent un poids de 650 à 750 kg pour les femelles et de 900 à 1100 kg pour les mâles, souligne Cameron (1997).

Aptitudes

La race montbéliarde a été sélectionnée essentiellement sur la production laitière en quantité et en qualité (richesse en matières grasses et en protéines). Mais en raison des contraintes d'élevage et de milieu, un certain nombre d'autres caractéristiques ont été préservées de sorte que la montbéliarde représente aujourd'hui un type de vache laitière très complet et offrant de multiples qualités, notamment au niveau de la solidité et de l'adaptation aux conditions de vie.

La production laitière est de 3980 kg en 283 jours dans les conditions ordinaires et, en station, peut atteindre 5000 voire 6000 kg/lactation. La race montbéliarde peut rivaliser avec les races laitières très spécialisées et elle se classe dans le groupe de tête d'après les résultats publiés par la FNOCL.

Du point de vue de la production de viande, le rendement des taurillons montbéliards est de 57 à 58%. La composition des carcasses, appréciée par le pourcentage de muscle et de gras de la onzième (11^e) côte montre qu'avec 66,4% de muscle, la race montbéliarde dépasse les résultats observés (64,6%) chez les autres races contrôlées (INRA, 1974 -1975).

3.4.10 La Tarentaise

Origine

La race tarentaise, appelée Tarine, porte le nom de la Haute Vallée de la Tarentaise (en Savoie, non loin d'Albertville, le long de l'Isère), affirme Xavier (2001). Elle doit cependant ses origines à des bovins indo-asiatiques. Elle a pris son nom de Tarentaise en 1863, et son livre généalogique (herd book) a été créé en 1888.

Description

La tarentaise se reconnaît d'abord à sa robe fauve uniforme, qui peut légèrement varier d'un jaune foncé à un rouge léger.

Aptitudes

La Tarentaise est une laitière remarquable qui est souvent exploitée dans des conditions difficiles (dans les Alpes jusqu'à 500 m d'altitude en plein air, alimentation hivernale à base de foin uniquement). Elle produit un lait riche en protéine et équilibré, particulièrement favorable à la fabrication de fromages.

La Tarentaise se caractérise également par sa rusticité exceptionnelle : excellente adaptation à la marche, aux variations climatiques, bonne transformation des fourrages grossiers. Ses qualités de reproduction entre autres et sa facilité de vêlage sont très appréciées en système d'élevage laitier ou allaitant.

L'importance de son potentiel de viande (engraissement facile après tarissement, carcasses à haut rendement, finesse du squelette) et ses qualités maternelles font d'elle une très bonne allaitante notamment en croisement avec des races bouchères.

Le tableau suivant récapitule les races exotiques introduites en milieu périurbain et leur effectif.

Tableau 1 : Races exotiques introduites en milieu périurbain

	Races	Effectifs	%	Races	Effectifs	%
Introduceurs	Animaux vivants			Semences		
	Gir	20	7,4	Montbéliarde	1240	32,6
Structures techniques	Girolando	20	7,4	Tarentaise	40	1,0
	Azawak	214	79,5	Brune des Alpes	1110	29,2
	Brune des Alpes	15	5,6	Jersey	210	5,5
				Limousin	200	5,3
				Holstein	1000	26,3
Producteurs	Montbéliarde	1	1,3	Montbéliarde	122	69,7
	Tarentaise	13	17,3	Brunes des Alpes	26	14,8
	Azawak	23	30,7	Jersey	5	2,8
	Goudali	38	50,7	Limousin	8	4,6
				Holstein	14	8,0

Source: Rapport annuel 2001-2002, INERA.

NB: Ces chiffres représentent les données des animaux exotiques vivants et des semences au moment de leurs introductions au niveau des structures techniques et des producteurs.

3. 5 Race locale au niveau périurbain : Le zébu peul soudanien

Origine

Le zébu peul soudanien retrouve ses origines dans les régions correspondant à la plaine inondable du système hydrographique nigérien, entre Ségou et Tombouctou, ainsi qu'au voisinage de cette plaine, notamment dans les cercles de Ségou, Mopti, Niafunkè, Goundam et Tombouctou (Joshi et *al*, 1957). Dondassé (1990) pense que ce zébu aurait une origine asiatique.

Autrefois localisé dans la zone nord burkinabé, l'aire de distribution de cette race s'est aujourd'hui considérablement élargie du fait des sécheresses successives et de l'efficacité de la lutte contre les épizooties et leurs vecteurs qui l'on amené à descendre vers le Sud (D'aquino, 1998). De nos jours, cette race est estimée à plus de 65% du cheptel bovin burkinabé (MRA, 2000).

Description

Il existe plusieurs types de zébu classés selon la taille et la forme des cornes : les zébus à longues cornes ou cornes en lyre et les zébus à courtes cornes. Le plus répandu au Burkina Faso est le zébu à longues cornes ou zébu peul soudanien.

Le zébu peul est un bovin de format moyen, dont la taille varie de 1,15 à 1.40m avec un poids oscillant entre 300 et 350 kg pour les mâles et 250 à 300kg pour les femelles. Il est caractérisé par une bosse assez développée et une croupe inclinée. Le corps est ramassé et charnu mais assez étroit aux alentours du bassin (Leclercq, 1974). La tête est longue et fine, les cornes courtes ou moyennes sont généralement en croissant. fortes à la base et dirigées en avant. C'est un animal rectiligne, sublongiline, eumétrique au corps long manquant d'épaisseur (IEMVT, 1988). Les robes dominantes sont le gris clair à muqueuse noire dans certains troupeaux (peul de Ségou, peul toronké) et gris clair moucheté (peul Sambourou), (Pagot, 1985).

Aptitude laitière

La vache est très peu laitière (2 à 4 litres par jour) avec une production totale de 700kg en huit (8) mois (MCD, 1991). Boro (1988) estime la production moyenne à 1 à 3 litres par jour soit 473 litres par lactation. Cette quantité est variable d'un individu à l'autre et il existe des individus qui produiraient cinq (5) litres par jour (Ouédraogo et al, 2001).

Les statistiques sur les performances de production laitière des zébus donnent actuellement une seconde place au zébu peul après le zébu Azawak (Belemsaga, 1993; Boly et al, 1993; Seydou, 1981; Soulard, 1994). Il s'agit cependant de données brutes en l'absence de tout programme de sélection tel que déjà réalisé sur la race Azawak.

Aptitude bouchère

La conformation du zébu peul lui confère une bonne aptitude bouchère, avec un poids vif de 300 kg et un rendement carcasse de l'ordre de 48% (Boro, 1988).

IEMVT (1988) estime ce rendement à environ 47% pour les carcasses de dernière qualité et 50% pour les carcasses de première qualité.

Deuxième partie : Protocole expérimental

Matériel

CHAPITRE 1 : MATERIEL

1.1 Cadre expérimental

Cette étude a été menée dans la région du Centre Ouest du Burkina Faso, dans la zone agro-écologique soudano-sahélienne.

1.1.1 Situation géographique

La zone d'étude est située à 80 km à l'Ouest de Ouagadougou et à 23 km à l'Est de Koudougou. Les coordonnées géographiques sont : 12°16'N et 2°9'W. L'altitude varie entre 250 m et 350 m.

1.1.2 Climat

Le climat est de type nord soudanien, caractérisé par deux saisons : une saison pluvieuse qui s'étend d'avril à octobre et une saison sèche qui va de novembre à mars.

↻ La pluviosité :

La pluviosité de la zone varie entre 487,3 et 797,5 mm d'eau.

La pluviométrie de la zone se caractérise par des pluies violentes et irrégulières surtout en début et en fin de saison des pluies. Celle-ci est engendrée par la remontée du FIT (front intertropical). La variation de la pluviométrie en saison humide présente deux maxima, le premier en juin et le second, plus accentué, entre août et septembre.

↻ La température :

Les températures moyennes les plus fortes s'observent en avril et en mai où la moyenne journalière peut dépasser 33°C (Barro, 1999). Elle baisse avec la saison des pluies, puis remonte légèrement au moment des récoltes en octobre. Les mois de décembre et de janvier sont les plus frais. Kondombo et *al.* (2001) affirme que les

températures moyennes oscillent autour de 23°C avec des minima qui peuvent atteindre 10°C.

⇨ L'humidité relative de l'air :

Ses variations intra-annuelles suivent la présence du FIT. Pour Barro (1999), en saison des pluies, la moyenne journalière peut atteindre 80 ou 90% en août. Avec la fin de la saison pluvieuse, elle descend à 30%. Cette faible valeur est due à l'air chaud et sec du Sahara qui succède à la mousson.

⇨ L'insolation:

L'insolation est forte d'octobre en juin. Elle baisse de juillet à septembre à cause de la couverture nuageuse de la saison des pluies. Entre les années extrêmes, l'écart est presque du simple au double pour cette période. On notera que les faibles valeurs de l'insolation ont pour effet la baisse du potentiel de production de la biomasse.

⇨ Les vents:

Le climat de la région est déterminé par la position de deux masses d'air. Un anticyclone du Sahara souffle du nord-est, de novembre en avril, créant l'harmattan sec et chargé de poussière. La mousson est un vent maritime du Sud-Ouest qui souffle de mai en octobre. Somé (1989) souligne que pendant la phase d'installation (de mai en juillet) et de retrait (de septembre en octobre) de la mousson, on a des vents forts qui peuvent atteindre 5m/s en moyenne journalière.

⇨ L'évapotranspiration potentielle:

L'évapotranspiration est maximale en avril, mai et juin (cela correspond aux périodes de vents à grande vitesse et de fortes températures). La valeur moyenne est de 6mm/j. Cette valeur moyenne passe de 6 à 5mm/j pendant toute la saison pluvieuse. Elle descend à 4 et 3 de novembre à février. Le mois de juin est par excellence le mois d'installation des cultures.

◇ L'aridité du climat:

Piéri (1989) affirme que dans la zone soudanienne, l'isohyète de 1000 mm en 1965 est devenue celle de 800 mm en 1985. Kaboré (1996) explique que les relevés montrent que la baisse tendancielle de la moyenne annuelle est de 4,71mm/an. En conséquence, le niveau d'eau des nappes baisse, entraînant la disparition des arbres et l'assèchement de certains puits. Cependant, l'examen des relevés de la station de Saria montre une baisse régulière de 1950 à 1985.

1.1.3 Géomorphologie

Selon Jenny (1964), le relief est typique. C'est une plaine à bassin versant très ouvert entourée par quelques reliefs peu élevés formés par une roche géologique recouverte par une cuirasse ferrugineuse. La zone d'étude appartient, dans son ensemble, à un système d'interflure d'aires intermédiaires.

1.1.4 Sols

Le BuNaSol (1991) souligne que les sols appartiennent à la classe des sols à sesquioxydes et au groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou non. Sédogo (1981) montre par la carte morphopédologique de reconnaissance que les sols rajeunis et parfois indurés en haut de versant sont les plus dominants. Les sols sont de texture sablo-argileuse.

1.1.5 Végétation et les ressources fourragères

La zone d'étude relève du secteur phytogéographique soudanien (Guinko, 1984).

La végétation est une savane arbustive claire avec des touffes arbustives par endroits notamment sur les anciennes termitières. Cette végétation est composée de : *Piliostigma reticulata*, *Combretum spp.*, *Detarium microcarpum*, *diospyros mespiliformis*, *Guiera senegalensis*, *Cassia sieberiana*, *Daniella oliveri*, *Combretum glutinosum*, avec quelques *zizyphus mauritiana* et des arbres tel que *Vitellaria*

paradoxa. Parmi ces formations arbustives, se dressent quelquefois des essences comme *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birea*, *Kaya senegalensis*, *Bombax costatum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Tamarindus indica* et *Fedherbia albida*. Le tapis herbacé est peu dense. Les espèces herbacées dominantes sont : *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicelatum*, *Andropogon gayanus*, *Andropogon pseudapricus*.

Les pâturages exploités sont composés d'une strate herbacée à dominance de *Loudetia sp.*, *Pennisetum pedicelatum*, *Cymbopogon sp.* et de formations rupicoles occupant les terrasses alluviales et le long des cours d'eau. Les graminées les plus intéressantes sont : *Echinochloa sp.*, *Setaria anceps* et *Panicum anabaptistum*. Le MARA (1994) in Ouédraogo (1995) estime que la capacité de charge dans la zone varie entre 2 à 6 ha/UBT.

1.1.6 Activités socio-économiques

Les activités socio-économiques sont dominées par l'agriculture, le commerce et l'élevage. Cette dernière activité est en majorité extensive et concerne les bovins, les caprins et les ovins. L'élevage de la volaille et des porcins est pratiqué exclusivement dans les ménages.

L'agriculture, en général, est pratiquée par les paysans essentiellement dans un objectif d'autoconsommation. Kaboré (1996) affirme que les spéculations céréalières les plus pratiquées restent le mil et le sorgho, qui occupent près de 90% des superficies cultivées.

1.2 Animaux

1.2.1 Caractéristiques des animaux

Un effectif de vingt six (26) animaux, composé de vaches en lactation, toutes des zébus peul soudaniens, a été retenu. Les caractéristiques et la filiation des animaux sont mentionnées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 2 : Caractéristiques et filiation des animaux

Exploitation	Animal	Age en mois	Père	Mère
Ferme A	1	144	?	?
	2	168	?	?
	3	168	?	?
	4	108	01	03
	5	108	01	05
	6	62	02	04
Ferme B	7	144	?	?
	8	144	?	?
	9	168	?	?
	10	103	06	08
	11	102	07	09
	12	64	06	011
Ferme C	13	144	?	?
	14	168	?	?
	15	168	010	012
	16	108	?	?
	17	108	013	015
	18	62	013	016
	19	144	018	019
	20	144	018	020
	21	168	018	021
Ferme D	22	103	?	?
	23	102	?	?
	24	64	022	026
	25	104	023	025
	26	84	022	025

Légende : ? = parent inconnu

1.2.2 Système d'élevage

Le système d'élevage est de type semi-intensif à intensif. Le parcours sur pâturage a une durée moyenne de 8 heures par jour. L'abreuvement se fait "*ad libitum*".

Sur le plan alimentaire, la complémentation avant et après le pâturage libre est généralement réalisée. Cette complémentation est à base de tourteaux de coton (TC), de sous produits agricoles (SPA), de son de blé (SB), de céréales locales (SCL), de la mélasse, de la drêche, du son cubé, du son local, et des minéraux (sel gemme ou pierres à lécher). Les femelles en lactation reçoivent une complémentation en aliments concentrés et en aliments minéraux pendant la traite et les heures de repos.

1.2.3 Suivi sanitaire

Les animaux sont régulièrement traités contre les parasites internes et externes et aussi vaccinés contre les maladies réputées légalement contagieuses au Burkina Faso. Ainsi, ils sont traités contre la tuberculose, la pasteurolose, le charbon symptomatique, la péri pneumonie contagieuse des bovidés, en fin et en début de saison pluvieuse (c'est-à-dire en début novembre et mi-avril).

1.2.4 Méthode de Traite

Les vaches sont traitées manuellement deux fois par jour (le matin et le soir) par les bergers des exploitations. La traite se fait en position accroupie et par pincée sur les trayons à l'aide du majeur et de l'index. Les horaires de traite varient en fonction de la saison. Le matin, les vaches sont traitées à partir de 7h30 et le soir à partir de 16h20 pendant la saison des pluies. Pendant la saison sèche, les vaches sont traitées le matin à partir de 6h30 et le soir à partir de 18h. La traite dure en moyenne cinq (5) minutes pour éviter le traumatisme des trayons. Le veau a été utilisé comme stimulant.

1.3 Matériel de mesure et de prélèvement

Le matériel suivant a été utilisé pour les différentes mesures et enregistrements :

- des fiches d'enregistrement;
- un bécher de 1L graduée en ml;
- un bascule pese-veaux de portée maximale 200 kg;

1.4 Matériel d'analyse statistique

Les résultats obtenus ont été analysés avec :

- ✓ Le logiciel R for Windows version 1.6.1, 2002-11-01 et R for Windows FAQ version 1.6.12, 2002-10-31. R est un système d'analyse et de calcul statistique créé par Ross Ihaka et Robert Gentleman. R est à la fois un logiciel de statistique et un langage de programmation simple et efficace qui inclut de nombreuses facilités. Il offre la possibilité d'effectuer du calcul matriciel, vectoriel et autres opérations très complexes.
- ✓ Le logiciel statistica kernel version 5.6 A 2003 pour les calculs statistiques élémentaires.

Méthodes

CHAPITRE 2 : METHODES

2.1 Critères de choix des élevages

Les élevages concernés dans cette étude sont ceux qui respectent les critères d'un élevage traditionnel amélioré dont l'objectif principal est la production laitière. Ces élevages sont ceux dont la pratique est réalisée dans un contexte semi-moderne de conduite notamment les méthodes modernes de sélection, d'amélioration génétique et de biotechnologies de reproduction.

2.2 Méthode d'enregistrement laitier

Les opérations d'enregistrements ont été réalisées 7 jours après la mise bas et ont durées toute la période de lactation. Des fiches d'enregistrement ont été élaborées à cet effet. Toutefois, pour des raisons pratiques, la valeur des mesures non réalisées a été déterminée en faisant la moyenne entre la dernière mesure avant et la première mesure après l'interruption. La lactation a été supposée terminée lorsque la vache ne pouvait plus être traite deux (2) fois par jour, c'est-à-dire le matin et le soir.

2.3 Méthode d'estimation de la production laitière quotidienne (PLQ)

La production laitière quotidienne a été évaluée par la méthode de double pesée (pesée du veau avant et après la traite, et pesée du lait) couplée avec la traite manuelle. Cette méthode a été utilisée par Néya et *al.* (1997). La quantité de lait consommée par le veau le matin (LCVM) et le soir (LCVS) a été donc déterminée. La production laitière quotidienne (PLQ) a été obtenue en additionnant les quantités de lait trait le matin (LTM) et le soir (LTS) et la quantité de lait consommée par le veau (LCVM et LCVS). Le poids étant exprimé en kg, la conversion 1 litre=1,03 kg a été utilisée. Ce qui nous donne la formule suivante:

$$PLQ \text{ (kg)} = LCVM(\text{kg}) + LCVS(\text{kg}) + [LTM(\text{l}) + LTS(\text{l})] \times 1,03$$

2.4 Méthodes de calcul des performances de production laitière

Deux méthodes ont été utilisées pour calculer les performances de production laitière:

- la première méthode a consisté en la mesure de la production laitière quotidienne pendant toute la durée de la lactation;
- la deuxième méthode a été celle des intervalles réguliers de test, utilisée par Smith (1995). Un "intervalle de test" est le nombre de jours entre le test précédent et le test courant (une vache testée le 15 juin et le 15 juillet par exemple aurait un intervalle de test de 30 jours).

Pour déterminer la production d'une vache pour la période entre deux tests, le nombre de jours de l'intervalle test est divisé par deux (2). Les données du test précédent sont utilisées pour calculer la première moitié de l'intervalle test. Celles du test courant sont utilisées pour calculer la production de la seconde moitié. Les productions des deux (2) portions de l'intervalle test sont additionnées pour donner le total de production de l'intervalle test.

2.5 Méthode d'évaluation des traits physiques des vaches laitières

L'évaluation des traits physiques a été faite selon la méthode DLC (Description Linéaire et Classification), utilisée par Steve (1993) pour classer les vaches Holstein. Cependant, une étude préalable sur le zébu peul soudanien a permis de fixer les différentes classes de pointage et les mensurations correspondantes.

Dans notre schéma, dix (10) caractères ont été décrits linéairement, dont quatre (4) se référaient à la forme, deux (2) à la culotte, deux (2) aux membres, un (1) aux mamelles et un (1) aux mamelons. Ces caractères sont ceux qui ont une grande importance économique et une héritabilité suffisante.

Les caractères de l'extérieur facilement déterminables ont été observés objectivement et mesurés. Les quatre positions type, forme (profondeur du corps,

hauteur relative à l'arrière train), culotte (angle du bassin), membres (angle du pied), mamelles (texture du pis), ont été appréciés subjectivement selon l'accentuation du caractère défini. L'ensemble des caractères a été apprécié sur une échelle de 1 à 50 points. Les notes 1 et 50 ont été fixées comme les extrêmes biologiques.

Chaque animal a été attribué à une des classes de qualité faite sur la base d'un pointage global entre 60 et 90 points. La pondération pour la note globale a été la suivante : forme 20%, culotte 20%, membres 20%, mamelles 30% et mamelons 10%.

7 classes de qualité ont été retenues :

< 60 = médiocre 60 à 64 = faible
 65 à 74 = suffisant 75 à 79 = bon
 80 à 84 = bon plus 85 à 89 = très bon 90 à plus = excellent

Le tableau ci-dessous montre les caractères décrits et les échelles correspondantes.

Tableau 3 : Evaluation des traits physiques

Type	Ordre	Trait	Minimum 1-25 pts	Intermédiaire 25pts	Maximum 45-50 pts
Forme	1	H.G.	Courte (125-130cm)	Intermédiaire (130-140cm)	Longue (≥140cm)
	2	P.C.	mince	Intermédiaire	profond
	3	T.P.	Etroit, frêle (150-155cm)	Intermédiaire (155-160cm)	Large, fort (≥160cm)
	4	Ht relative à l'arrière train	basse	Intermédiaire	élevée
Culotte	5	Angle bassin	haute	Intermédiaire	En pente
	6	Largeur entre ischions	Courte (10-15cm)	Intermédiaire (15-20cm)	Large (≥20cm)
Membre	7	Angle pied	Réduit	Intermédiaire	abrupt
	8	Jambe arrière	Droite	Intermédiaire	courbé
Mamelles	9	Texture pis	Cassé	Intermédiaire	fort
Mamelons	10	Lg trayons	Court (2-2.5cm)	Intermédiaire (2.5-5cm)	Long (≥5cm)

Légende: H.G.= hauteur au garrot, P.C. = profondeur du corps, T.P.= tour de poitrine, Ht= hauteur, Lg= longueur, pts = point

2.6 Méthode d'évaluation génétique : Le BLUP

Les animaux ont été évalués selon un modèle mathématique d'évaluation génétique qui conduit à une évaluation simultanée pour les effets non génétiques et les effets génétiques : le BLUP, la méthode du "Best Linear Unbiased Predictor". Cette méthode statistique d'estimation conjointe des effets fixes et des effets aléatoires (principe du BLUP) a été mise en place par Henderson et *al.* (1959).

Ce modèle mathématique d'évaluation génétique comprend deux grandes parties : la première concerne tous les facteurs non génétiques connus et encodés, influençant les caractères à évaluer et la deuxième concerne la valeur génétique additive de l'animal. La performance de chaque animal selon ce modèle est décomposé en effets dus au milieu, considérés comme fixes, et en effets génétiques transmissibles considérés comme aléatoires

L'effet a_i étant l'effet de l'individu exprimant le caractère y dans notre cas, le modèle utilisé est le modèle individuel ou modèle animal (AM) : "BLUP Animal Model". Dans le Modèle Animal, l'effet relatif à l'individu est la valeur génétique additive de l'animal.

Le BLUP est un modèle mixte; ce qui explique dans le système d'équations deux (2) zones : la zone des effets "animaux" et la zone des effets "troupeaux".

Le Modèle d'Equation Mixte (Mixte Model Equation : MME) du BLUP est le suivant :

$$Y = Xb + Za + e$$

Y = vecteur des observations phénotypiques

X = matrice d'incidence des effets fixes

Z = matrice d'incidence des effets génétiques

b = vecteur des effets fixes

a = vecteur des effets génétiques aléatoires

e = vecteur des effets résiduels aléatoires

Cependant, la formulation générale du BLUP est sous forme matricielle et vectorielle.

Ce qui nous donne l'équation suivante :

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\mathbf{k} \end{bmatrix}}_{\text{Coefficient des matrices}} \underbrace{\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix}}_{\text{les solutions}} = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \end{bmatrix}}_{\text{côté droit}}$$

(A = coefficient de parenté; K = rapport entre la variance des effets aléatoires et la variance des effets génétiques; b = effet troupeau et â = effet taureau). Les animaux sont aléatoires : c'est-à-dire tirés d'une population d'effets aléatoires. Ce qui a impliqué l'incorporation de l'inverse de l'effet de parenté A.

Les solutions du modèle complet sont obtenues par inversion :

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\mathbf{k} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \end{bmatrix}$$

• Coefficient de parenté A

La valeur génétique additive A ou coefficient de parenté a été obtenu selon la méthode de Falconer (1989). Les règles suivantes ont été employées à cet effet :

lorsque les 2 parents d'un animal sont connus

$$a_{ji} = a_{ij} = 0,5 (a_{js} + a_{jd})$$

$$a_{ii} = 1 + 0,5 (a_{sd})$$

lorsqu'un seul parent est connu

$$a_{ji} = a_{ij} = 0,5 (a_{js})$$

$$a_{ii} = 1$$

lorsque aucun des parents n'est connu

$$a_{ji} = a_{ij} = 0$$

$$a_{ii} = 1$$

NB : i est le rang de la ligne dans la matrice et j celui de la colonne.

s = sire (père) et d = dam (mère)

En résumé, lorsque les individus concernés ne sont pas consanguins, on a :
la relation entre l'individu et son (sa)

Frère, sœur	0,5
Demi - frère, demi - sœur	0.25
Enfant	0.5

2.8 Analyse statistique des données

Les données enregistrées ont été analysées au moyen des logiciels R for Windows et Statistica version 5.6. Les différentes moyennes ont été comparées par analyse de variance à l'aide des tests de Tukey et de Student. Les moyennes sont présentées sous forme moyenne \pm écart type pour la production laitière et les mensurations phénotypiques notamment la hauteur au garrot, le périmètre thoracique et la longueur des trayons. Le test de corrélation de Pearson a été utilisé pour apprécier les relations entre les mensurations des traits physiques et la valeur génétique d'une part, et d'autre part entre les mensurations phénotypiques et la performance de production laitière. Les différences sont considérées significatives au seuil de probabilité inférieur à 5% ($p < 0,05$).

Cependant les valeurs génétiques estimées sont des écarts par rapport à une moyenne arbitraire. Une valeur négative signifie en dessous de la moyenne et inversement.

Résultats

CHAPITRE 3 : RESULTATS

3.1 Méthodes d'enregistrement laitier

Les résultats obtenus ne révèlent pas de différence significative ($p > 0,05$) entre les différentes méthodes d'enregistrement laitier. Cela signifie que ces différentes méthodes n'ont pas d'effet sur les données des performances de production. Les résultats obtenus rapportent en outre une production moyenne de $397,84 \pm 139,91$ kg par lactation. Le tableau suivant donne les résultats des méthodes d'enregistrement laitier.

Tableau 4 : Performances de production par méthode d'enregistrement laitier

N° des vaches	Durée lactation (en jours)	Intervalle de test							
		Par jour		7 jours		15 jours		Un mois (28 jours)	
		M±Ec	P	M±Ec	P	M±Ec	P	M±Ec	P
1	140	2,39±0,94	335,18	2,38±0,90	350,00	2,40±0,86	371,00	2,50±0,81	350,56
2	185	1,51±0,48	280,12	1,50±0,48	284,41	1,40±0,46	275,10	1,39±0,56	273,28
3	203	2,13±0,67	432,92	2,13±0,68	460,74	2,11±0,54	486,92	1,96±0,66	438,20
4	159	1,64±0,43	260,53	1,58±0,42	254,17	1,58±0,45	265,30	1,45±0,34	243,60
5	203	1,29±0,36	262,26	1,28±0,35	278,60	1,35±0,33	304,28	1,30±0,37	290,36
6	185	1,39±0,54	257,18	1,40±0,55	264,55	1,40±0,57	275,24	1,37±0,53	267,68
7	201	2,83±0,40	569,44	2,82±0,39	612,64	2,87±0,33	642,04	2,86±0,19	640,08
8	140	2,19±0,42	306,70	2,17±0,43	304,29	2,07±0,36	289,10	2,12±0,40	296,80
9	203	2,60±0,69	529,15	2,57±0,66	558,32	2,70±0,73	604,66	2,60±0,84	583,52
10	193	2,58±0,57	497,67	2,56±0,59	501,27	2,45±0,69	441,56	2,41±0,95	473,20
11	203	2,16±0,58	438,30	2,15±0,57	452,48	2,22±0,50	465,36	2,32±0,38	455,00
12	203	2,44±0,49	494,69	2,43±0,48	528,15	2,47±0,44	552,44	2,46±0,38	551,88
13	199	1,07±0,39	213,18	1,07±0,39	225,40	1,10±0,50	230,72	1,13±0,31	221,48
14	203	1,84±0,48	374,07	1,64±0,49	369,88	1,87±0,54	392,00	1,87±0,59	374,92
15	169	1,53±0,65	259,33	1,53±0,67	257,04	1,33±0,49	223,72	1,37±0,56	229,60
16	186	3,53±0,67	656,58	3,49±0,66	649,14	3,61±0,61	671,46	3,37±0,7	626,82
17	202	4,89±0,49	547,42	4,49±0,49	522,98	4,66±0,51	537,32	4,65±0,57	556,64
18	178	2,71±0,41	482,38	2,68±0,40	464,79	2,74±0,47	474,01	2,68±0,32	479,22
19	194	3,64±0,53	706,16	3,54±0,58	700,01	3,58±0,61	699,54	3,78±0,80	712,63
20	201	2,56±0,69	514,56	2,57±0,66	518,32	2,60±0,73	524,66	2,60±0,84	523,52
21	179	1,37±0,41	245,23	1,33±0,40	239,79	1,34±0,47	248,01	1,34±0,32	232,54
22	200	1,26±0,33	252,22	1,25±0,32	251,12	1,32±0,30	264,03	1,27±0,34	253,45
23	143	2,18±0,40	306,70	2,17±0,43	304,29	2,07±0,36	289,10	2,12±0,40	296,80
24	142	2,22±0,44	315,24	2,19±0,45	306,29	2,09±0,38	291,10	2,14±0,42	298,80
25	204	2,45±0,50	499,80	2,44±0,49	496,24	2,48±0,45	503,01	2,47±0,39	500,04
26	140	2,19±0,42	306,70	2,17±0,43	304,29	2,07±0,36	289,10	2,12±0,40	296,80

Légende : M = moyenne ; P = performance de production ; Ec = écart type

Unité = kilogramme

Les données sont présentées sous forme de moyenne \pm écart type et sous forme de performance \pm écart type.

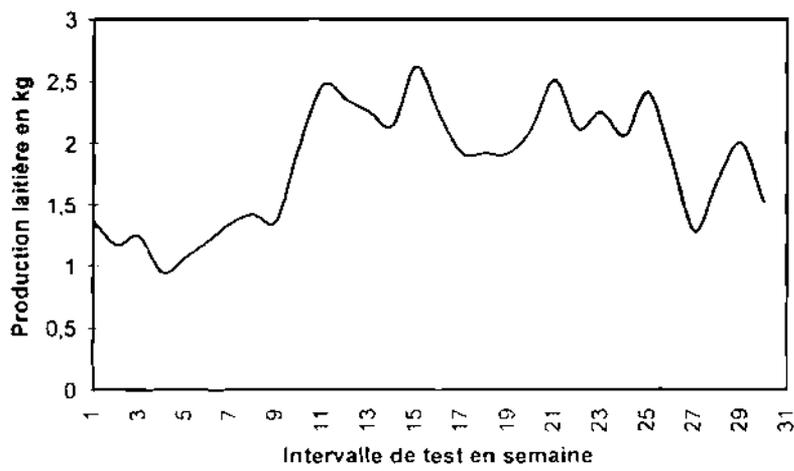


Figure 1 : Allure générale des courbes de lactation

3.2 Mensurations des paramètres physiques

Afin d'exprimer la valeur zootechnique des vaches sous forme de chiffres, des paramètres physiques ont été appréciés ou mesurés. Les résultats et les paramètres concernés sont donnés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 5: Estimation des traits physiques

N° Vache	Forme				Culotte		Membres		Mamelles	Mamelons
	HG (cm)	TP (cm)	PC	hauteur relative à l'arrière- train	Angle du bassin	Largeur entre ischions (cm)	Courbure des membres inférieurs	Angle du pied	Texture du pis	Longueur des trayons (cm)
1	136	166	I+	H-	H	19	I+	I	C+	2,5
2	135	171	P	H+	I+	16	F	I+	S	3,75
3	127	154	M	H-	I+	22	F	B	S	5
4	130	157	I	N	B+	23	I+	B-	C+	2,5
5	136	153	M-	N	H-	17	I-	B	S-	3,75
6	129	156	M	N	H	16	F	I-	I+	3,75
7	132	163	I-	N+	H+	14	F-	B+	I+	2,5
8	134	158	P+	H+	I+	12	F	I+	S	5
9	132	161	I	N+	H	16	F+	I+	S	3,75
10	126	159	P+	H+	I+	15	F	I+	S-	6,25
11	134	158	P+	H	I	18	I	B+	S	3,75
12	134	171	P+	H+	I+	14	I+	I+	S+	6,25
13	133	157	I-	B	I	19	I-	I+	S	6,25
14	136	166	P	H-	H	19	F	B+	S-	5
15	138	179	P+	H+	H-	12	F	I+	S	6,25
16	139	180	P+	H+	H-	14	F	I+	S	6,25
17	135	171	P	H+	I+	16	F	I+	S	3,75
18	136	158	P+	H+	I+	12	F	I+	S	5
19	135	171	P	H+	I+	16	F	I+	S	3,75
20	135	158	P+	H+	I+	12	F	I+	S	5
21	127	153	M	H-	I+	22	F	B	S	5
22	132	161	I	N+	H	16	F+	I+	S	3,75
23	127	153	M	H-	I+	22	F	B	S	5
24	132	161	I	N+	H	16	F+	I+	S	3,75
25	134	158	P+	H+	I+	12	F	I+	S	5
26	135	171	P	H+	I+	16	F	I+	S	3,75

Légende : HG = hauteur au garrot; TP = Périmètre Thoracique; PC = profondeur du corps
 B = bas; H = haut; F = faucille; I = intermédiaire; N = niveau; S = souple;
 C = charnu; P= profond; M = mince; + = légèrement supérieur;
 - = légèrement inférieur

Tableau 6 : Pointage des mensurations

N° Vache	Forme				Culotte		Membres		Mamelles	Mamelons
	HG	TP	PC	hauteur relative à l'arrière-train	Angle du bassin	Largeur entre ischions	Courbure des membres inférieurs	Angle du pied	Texture du pis	Longueur des trayons
1	25	40	25	45	47	20	25	15	5	5
2	25	47	47	48	25	20	47	25	47	47
3	20	10	5	45	25	47	47	4	47	25
4	7	9	25	15	5	48	25	3	5	3
5	25	6	2	25	35	17	20	4	45	20
6	6	8	5	25	47	5	47	20	25	20
7	11	25	4	20	48	3	45	5	25	5
8	25	25	15	48	25	2	48	25	47	25
9	15	25	25	25	47	5	48	25	47	20
10	15	25	15	48	25	4	47	25	45	47
11	22	23	23	47	15	18	25	5	47	20
12	22	46	48	48	25	3	25	25	48	47
13	21	9	24	5	15	20	20	25	47	47
14	25	45	15	45	47	20	47	5	45	25
15	35	48	47	48	45	10	48	25	48	47
16	36	48	47	48	45	10	48	25	49	47
17	25	47	47	48	25	20	47	25	47	47
18	25	45	15	45	47	20	47	5	45	25
19	25	47	47	48	25	20	47	25	47	47
20	25	45	15	45	47	20	47	5	45	25
21	25	25	15	48	25	2	48	25	47	25
22	15	25	25	25	47	5	48	25	47	20
23	25	25	15	48	25	2	48	25	47	25
24	15	25	25	25	47	5	48	25	47	20
25	25	45	15	45	47	20	47	5	45	25
26	25	47	47	48	25	20	47	25	47	47

Légende : HG = hauteur au garrot; TP = tour de poitrine; PC = profondeur du corps

Le tableau suivant donne les valeurs zootechniques (note totale pondérée obtenue) des vaches et les classes de qualité correspondant :

Tableau 7 : Attribution des classes de qualité

N° des vaches	Total pondéré	Appréciation
1	50,05	Médiocre
2	75,60	Bon
3	59,00	Faible
4	29,20	Médiocre
5	42,30	Médiocre
6	42,10	Médiocre
7	40,20	Médiocre
8	59,20	Faible
9	59,10	Faible
10	59,00	Faible
11	51,70	Médiocre
12	59,50	Faible
13	46,60	Médiocre
14	65,80	Suffisant
15	80,30	Bon plus
16	80,80	Bon plus
17	75,60	Bon
18	65,80	Suffisant
19	76,20	Bon
20	65,80	Suffisant
21	59,20	Faible
22	59,10	Faible
23	59,20	Faible
24	59,10	Faible
25	65,80	Suffisant
26	78,40	Bon

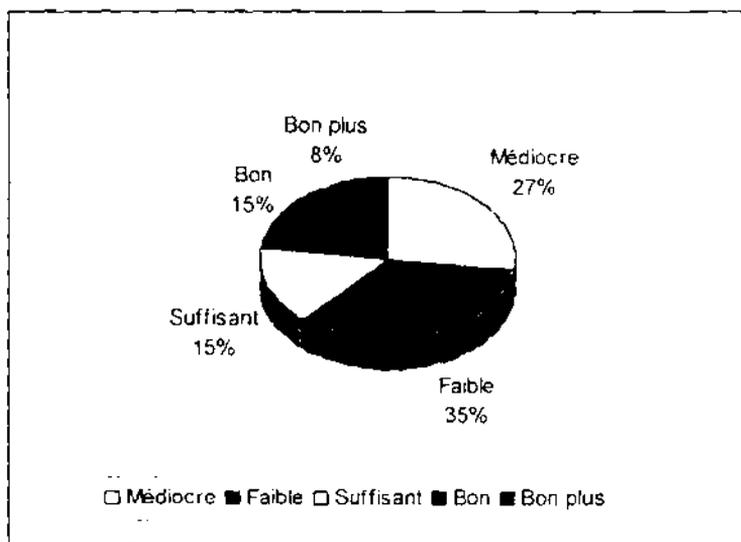


Figure 2: répartition des animaux selon la classe

3.3 Estimation des valeurs génétiques des animaux

3.3.1 Matrice de relation parentale

L'application de la méthode de calcul du coefficient de parenté de Falconer (1989) rapporte les matrices ci dessous. On remarque que ces matrices sont symétriques par rapport au diagonal. Ces matrices représentent les valeurs génétiques additives.

• La ferme A

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.0 & 0.50 & 0.00 & 0.25 \\ 0.00 & 1.00 & 0.0 & 0.50 & 0.50 & 0.25 \\ 0.00 & 0.00 & 1.0 & 0.00 & 0.50 & 0.50 \\ 0.50 & 0.50 & 0.0 & 1.00 & 0.25 & 0.50 \\ 0.00 & 0.50 & 0.5 & 0.25 & 1.00 & 0.375 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.50 & 0.375 & 1.0 \end{pmatrix}$$

• La ferme B

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.25 & 0.50 & 0.50 & 0.00 & 0.25 \\ 0.25 & 1.00 & 0.0 & 0.50 & 0.50 & 0.25 \\ 0.50 & 0.00 & 1.0 & 0.00 & 0.50 & 0.50 \\ 0.50 & 0.50 & 0.0 & 1.00 & 0.25 & 0.50 \\ 0.00 & 0.50 & 0.5 & 0.25 & 1.00 & 0.375 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.50 & 0.375 & 1.00 \end{pmatrix}$$

• La ferme C

$$\begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.0 & 0.50 & 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.00 & 0.25 \\ 0.00 & 1.00 & 0.0 & 0.50 & 0.50 & 0.25 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 1.0 & 0.00 & 0.50 & 0.50 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.50 & 0.50 & 0.0 & 1.00 & 0.25 & 0.50 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.50 & 0.5 & 0.25 & 1.00 & 0.375 & 0.50 & 0.50 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.50 & 0.375 & 1.00 & 0.00 & 0.50 & 0.50 \\ 0.50 & 0.00 & 0.0 & 0.00 & 0.50 & 0.00 & 1.00 & 0.25 & 0.50 \\ 0.00 & 0.00 & 0.0 & 0.00 & 0.50 & 0.50 & 0.25 & 1.00 & 0.375 \\ 0.25 & 0.00 & 0.0 & 0.00 & 0.25 & 0.50 & 0.50 & 0.375 & 1.00 \end{pmatrix}$$

• La ferme D

$$\begin{pmatrix} 1.0 & 0.0 & 0.0 & 0.50 & 0.00 \\ 0.0 & 1.0 & 0.0 & 0.50 & 0.50 \\ 0.0 & 0.0 & 1.0 & 0.00 & 0.50 \\ 0.5 & 0.5 & 0.0 & 1.00 & 0.25 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 & 0.25 & 1.00 \end{pmatrix}$$

3.3.2 Matrices d'incidence X et Z

X est la représentation matricielle des effets fixes (non génétiques) et Z celle des effets génétiques. X et Z sont cependant toutes les deux des matrices d'incidence.

Les résultats obtenus sont comme suit pour les différentes fermes :

• La ferme A et la ferme B

$$Z = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

• La ferme C

$$Z = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$X = | 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 |$$

• La ferme D

$$Z = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$X = | 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 |$$

3.3.2 Observations phénotypiques (y)

Les observations concernées ont été les moyennes de production laitière des animaux dans chaque exploitation. Ce qui nous donne les vecteurs suivants :

$$y_A = | 2.39 \ 1.51 \ 2.13 \ 1.64 \ 1.29 \ 1.39 |$$

$$y_B = | 2.83 \ 2.19 \ 2.60 \ 2.58 \ 2.16 \ 2.44 |$$

$$y_C = | 1.07 \ 1.84 \ 1.53 \ 3.53 \ 4.89 \ 2.71 \ 3.64 \ 2.56 \ 1.37 |$$

$$y_D = | 1.26 \ 2.18 \ 2.22 \ 2.45 \ 2.19 |$$

NB : Les lettres en indice indiquent l'appartenance à l'exploitation

3.3.3 Coefficient des matrices

Le coefficient des matrices est très important car son inverse permet également de calculer en plus des index, la valeur génétique exacte à partir des éléments diagonaux.

Le coefficient des matrices obtenu par exploitation est comme suit :

• Exploitation A et B

$$\begin{vmatrix} 6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 5 & 1 & -2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 5 & 1 & -2 & 0 \\ 1 & -2 & -2 & 1 & 6 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -2 & -2 & 0 & 5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -2 & -2 & 0 & 5 \end{vmatrix}$$

• Exploitation C

$$\begin{vmatrix} 9 & 1 & 1.00 & 1.00 & 1.00 & 1 & 1.00 & 1 & 1.00 & 1.00 \\ 1 & 7 & 2.00 & 4.00 & 0.00 & 0 & -8.00 & -6 & 4.00 & 4.00 \\ 1 & 2 & 3.33 & -3.66 & -5.33 & 2 & 5.33 & 0 & -2.66 & -2.66 \\ 1 & 4 & -3.66 & -5.66 & -6.33 & 10 & 7.33 & -4 & -6.66 & -2.66 \\ 1 & 0 & -5.33 & -6.33 & 1.33 & 8 & 4.66 & -2 & -5.33 & -1.33 \\ 1 & 0 & 2.00 & 10.00 & 8.00 & -3 & -16.00 & -4 & 8.00 & 8.00 \\ 1 & -8 & 5.00 & 7.33 & 4.66 & -10 & 2.33 & 12 & 5.33 & -2.66 \\ 1 & -6 & 0.00 & -4.00 & -2.00 & -4 & 12.00 & 13 & -4.00 & -8.00 \\ 1 & 4 & -2.66 & -6.66 & -5.33 & 8 & 5.00 & -4 & -1.66 & -2.66 \\ 1 & 4 & -2.66 & -2.66 & -1.33 & 8 & -2.00 & -8 & -2.66 & 6.33 \end{vmatrix}$$

• Exploitation D

$$\begin{vmatrix} 5 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & -2 & 0 \\ 1 & 1 & 5 & 1 & -2 & -2 \\ 1 & 0 & 1 & 4 & 0 & -2 \\ 1 & -2 & -2 & 0 & 5 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & -2 & 0 & 5 \end{vmatrix}$$

3.3.3 Dédution des valeurs génétiques exactes

Avec le "Model Animal", la valeur génétique exacte ou prédite peut être dérivée à partir des éléments diagonaux de l'inverse du coefficient des matrices selon la formule suivante :

$$r_{AA} = \sqrt{1 - dA.k / 1 + F}$$

où $1 + F = 1$ est le diagonal de la matrice de relation parentale ;

dA = élément diagonal de l'animal A ;

K = héritabilité du caractère production laitière.

Les résultats des valeurs génétiques estimées et déduites sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableaux 8 : Valeurs génétiques

Animal	Valeur génétique estimée	Élément diagonal	Valeur génétique exacte(r_{AA})
1	+ 0.177	0.364	0.522
2	- 0.171	0.372	0.506
3	+ 0.066	0.262	0.690
4	- 0.050	0.3836	0.482
5	- 0.135	0.355	0.539
6	- 0.066	0.299	0.636
7	+ 0.126	0.363	0.523
8	- 0.122	0.371	0.500
9	+ 0.001	0.261	0.690
10	- 0.017	0.383	0.479
11	- 0.114	0.354	0.529
12	- 0.002	0.298	0.625
13	- 0.435	0.33	0.583
14	+ 0.062	0.28	0.663
15	- 0.307	0.22	0.748
16	- 0.156	0.26	0.693
17	+ 0.340	0.19	0.787
18	- 0.757	0.18	0.800
19	+ 0.298	0.32	0.600
20	- 0.053	0.23	0.735
21	- 0.389	0.27	0.678
22	- 0.243	0.38	0.490
23	+ 0.139	0.39	0.469
24	+ 0.104	0.378	0.494
25	+ 0.021	0.41	0.423
26	+ 0.236	0.41	0.423

Afin de voir l'effet des différentes méthodes d'enregistrement des productions laitières sur les valeurs génétiques, une estimation de ces valeurs a également été faite par méthode d'enregistrement. L'analyse des résultats n'a pu révéler de différence significative ($p>0,05$). Les résultats obtenus sont comme suit :

Tableau 9 : Valeurs génétiques par méthode d'enregistrement

Animal	Valeur génétique estimée par méthode d'enregistrement			
	Par jour	Par semaine	deux semaines	Par mois
1	+ 0.177	+ 0.172	+ 0.182	+ 0.217
2	- 0.171	- 0.177	- 0.195	- 0.196
3	+ 0.066	+ 0.070	+ 0.076	+ 0.050
4	- 0.050	- 0.063	- 0.064	- 0.066
5	- 0.135	- 0.135	- 0.125	- 0.137
6	- 0.066	- 0.065	- 0.063	- 0.071
7	+ 0.126	+ 0.128	+ 0.125	+ 0.118
8	- 0.122	- 0.123	- 0.168	- 0.142
9	+ 0.001	+ 0.003	+ 0.040	+ 0.026
10	- 0.017	- 0.017	- 0.025	- 0.025
11	- 0.114	- 0.113	- 0.104	- 0.079
12	- 0.002	- 0.002	- 0.003	- 0.004
13	- 0.435	- 0.454	- 0.426	- 0.435
14	+ 0.062	+ 0.059	+ 0.063	+ 0.062
15	- 0.307	- 0.299	- 0.310	- 0.306
16	- 0.156	- 0.150	- 0.150	- 0.160
17	+ 0.340	+ 0.341	+ 0.339	+ 0.340
18	- 0.757	- 0.762	- 0.754	- 0.799
19	+ 0.298	+ 0.301	+ 0.297	+ 0.290
20	- 0.053	- 0.052	- 0.053	- 0.053
21	- 0.389	- 0.387	- 0.380	- 0.380
22	- 0.243	- 0.240	- 0.235	- 0.246
23	+ 0.139	+ 0.138	+ 0.129	+ 0.130
24	+ 0.104	+ 0.110	+ 0.100	+ 0.100
25	+ 0.021	+ 0.020	+ 0.021	+ 0.021
26	+ 0.236	+ 0.225	+ 0.237	+ 0.230

Les différents paramètres mesurés et appréciés (notamment la hauteur au garrot, la longueur du trayon, la culotte et la profondeur du corps) ont été successivement corrélés avec la valeur génétique estimée et prédite d'une part et d'autre part avec les performances de production. Les performances de productions ont en outre été corrélées avec le total pondéré des notes de la description linéaire.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 10 : Corrélations des paramètres physiques respectivement avec la performance de production, la valeur génétique et le total pondéré

Paramètres corrélés	Nombre d'observations	Résultats des corrélations		observations
		R	P	
Total pondéré / Forme	26	0,8634	0,000	significatif
Total pondéré / pied-membre	26	0,66320	0,007	significatif
Total pondéré / texture du pis	26	0,6333	0,011	Significatif
Total pondéré / longueur du trayon	26	0,6772	0,006	significatif
Total pondéré / Culotte	26	0,23*	0,0001	significatif
Performance / hauteur au garrot	26	0,57	0,008	significatif
Performance / culotte	26	0,44*	0,003	significatif
Performance / profondeur du corps	26	0,82*	0,012	significatif

Légende : * = valeur négative. R = coefficient de corrélation. P = probabilité

Discussion

CHAPITRE 4 : DISCUSSION

Deux (2) méthodes d'enregistrement des performances de production laitière ont été utilisées dans notre étude (l'enregistrement systématique des productions quotidiennes et l'utilisation des intervalles réguliers de test). L'analyse des résultats n'a pu révéler de différence significative ($p>0,05$) entre ces deux méthodes d'enregistrement des performances. Cela signifie que la production laitière d'une vache durant une lactation peut être déterminée par des mesures dans des intervalles hebdomadaire, bihebdomadaire et mensuel, sans altérer la signification des données. Par ailleurs, ces méthodes d'enregistrement des performances de production laitière permettent une gestion rationnelle notamment financière, matérielle. En outre sur le plan de la mise en œuvre, gestion du personnel par exemple, ces méthodes permettent de dégager une main d'œuvre pour un suivi sanitaire et alimentaire.

La production moyenne annuelle du zébu peul soudanien de $397,84 \pm 139,91$ kg est comparable à celles trouvées : en station (402kg) et en ferme (375kg) respectivement par Néya et *al.* (1997) et Gandah (1989) et celle de 350 kg estimée par l'INERA (1997). Elle est également comparable à celle obtenue par Salla (1999) au Niger (378kg). Cette valeur est cependant inférieure à celles des autres races de zébu vivant dans le même milieu notamment le zébu Bororo (594kg), Achard et *al.* (1995), le zébu Djelli (1183 kg) rapportée par Soulard (1994) au Niger, le zébu Kouri (880kg), Gandah (1989). Elle est également inférieure à celle de l'Azawak (456,7kg) trouvée par Songré (1996) à la station de Loumbila.

Toutefois, il existe de très grandes variations individuelles chez le zébu peul soudanien. Certains individus produisent plus de quatre (4) litres de lait par jour et d'autres à peine un demi (1/2) litre de lait par jour. Outre cette variation individuelle, le potentiel laitier de ces animaux est vite atteint en dépit d'une complémentation. Cette observation a également été faite par Nianogo et *al.* (1997).

Parallèlement aux performances de production laitière, le premier test suivant le vêlage nécessite un ajustement spécial pour que la production estimée par ces méthodes d'enregistrement suit une courbe type de lactation comme celle présentée par Alais (1984) et Belemsaga (1993). Ainsi la production d'une vache pour le premier test

sera calculée en multipliant la production enregistrée le jour du test par le nombre de jours entre la date de vêlage et la date du test. La méthode de calcul de la production laitière pour la dernière période de la lactation est similaire à celle utilisée pour la première période.

Dix (10) caractères physiques ont également été mesurés dans notre étude. Le relevé de ces traits physiques rapporte notamment pour les principaux caractères tels que la hauteur au garrot, le tour de poitrine et la longueur de trayon respectivement en moyenne $133,04 \pm 3,5$ cm, $162,46 \pm 7,82$ cm et $4,47 \pm 1,18$ cm.

Ces résultats sont comparables à celles trouvées à l'IEMVT (1988), qui rapporte une hauteur au garrot de 140 cm et une longueur des trayons de 5,05cm.

L'évaluation des traits physiques rapporte que 26,92% des animaux ont la qualification "médiocre", 34,62 % "faible", 15,38% "suffisant", 15,38% "bon" et enfin 7,69% "plus bon". Aucun animal n'a obtenu la note "Excellent". "Excellent" signifie une vraie ou une bonne distinction pour l'extérieur d'une bête. Ainsi, seulement 38,46% des animaux peuvent être sélectionner pour la production laitière. Toutefois, l'animal idéal reste l'animal ayant obtenu au moins la qualification "bon", soit une valeur d'élevage pour l'extérieur supérieure ou égale à 75. Dans ce cas, seulement 23,08% peuvent être sélectionnés.

La production laitière des vaches concernées dans cette étude est fortement corrélée (coefficient de corrélation = 0,57) par la hauteur au garrot. Cette observation a été faite également par Gravert (1987). Une hauteur au garrot bien définie, effilée avec des vertèbres excédant légèrement les omoplates, serait donc un atout pour une meilleure production laitière. Les corrélations sont par contre négatives entre les caractères de conformation (la profondeur du corps ou la musculature, la culotte) et la performance de production laitière. Cette situation indique que toute sélection en faveur de la culotte et de la musculature s'accompagnera d'une évolution défavorable de la production laitière. Une sélection à double fin c'est-à-dire pour les productions laitière et bouchère serait donc inefficace. Ces observations sont similaires à celles de Johanson (1972) et Ducros (1994).

La valeur génétique potentielle des animaux a également été estimée par la méthode "BLUP" associée au "Modèle animal" dans notre étude. Ces valeurs représentent la part génétique, seule transmissible à la descendance, et utilisée pour effectuer le choix des animaux destinés à la reproduction par le sélectionneur.

Le relevé des valeurs génétiques des animaux concernés dans cette étude rapporte une valeur génétique moyenne de $0,589 \pm 0,113$. L'analyse de ces résultats montre que dans les trois (3) premières exploitations, 66,67% des animaux sont en dessous de la moyenne et 33,33% au-dessus. Dans la dernière exploitation par contre, 20% des animaux sont en dessous de la moyenne et 80% au-dessus. Pour ces quatre (4) exploitations, 42,31% des animaux présentent un effet favorable pour la production laitière et peuvent être sélectionnés ; 57,69% des animaux ont une valeur génétique négative ; ce qui signifie, par rapport à la population de base, une transmission héréditaire moins intéressante pour le caractère "production laitière".

Toutefois, il est important de souligner que des descendants d'un animal supérieur à la moyenne peuvent avoir une valeur génétique inférieure aux descendants d'un mauvais laitier (animal inférieur à la moyenne). Cependant, ce qui importe, c'est qu'en moyenne, la valeur génétique des descendants du premier est supérieure à celle du second.

Par ailleurs, il est clair qu'au départ, si l'on tient compte seulement des moyennes simples de production laitière (confère tableau n°4), dans l'exploitation A par exemple, le classement est le suivant : $A3 > A1 > A2 > A5 > A4 > A6$ (A pour animal). Nous voyons ici que A1, en dépit de sa valeur génétique positive, est classé en deuxième position après A3 dont la valeur génétique est négative. Cette méthode d'évaluation est biaisée, car en prenant les performances simples de production, les données ne sont pas corrigées pour l'effet exploitation. Cette anomalie peut être corrigée en exprimant chaque donnée comme un écart par rapport à la moyenne d'exploitation. Cette observation est un exemple classique de non-correction pour un effet d'environnement et illustre clairement les conséquences d'une utilisation "abusive" de certaines données.

L'analyse du test de corrélation n'a pu révéler de corrélation forte (ou positive) entre la valeur génétique réelle d'un animal et sa performance de production. Cette observation a également été faite entre la valeur génétique et certains traits physiques

notamment la hauteur au garrot, la courbure des membres postérieurs, la longueur des trayons et la texture du pis. Par contre, l'analyse a révélé une corrélation négative entre la valeur génétique et la musculature ($p < 0,05$ et $R = -0,44$). Cela signifie que la musculature est un caractère défavorable à la production laitière. Cette observation est similaire à celle de Barret (1992). L'ensemble de ces situations signifie que lorsqu'on est conduit à estimer la valeur génétique additive d'un individu, on peut la surestimer ou la sous-estimer si l'on se contente de l'apprécier à travers sa valeur phénotypique. Alors, l'élection des candidats à la sélection sur des bases "subjectives" (estimation visuelle des performances de production, jugement de la conformation, de l'allure visuelle) se présente comme une méthode approximative et inefficace.

En effet, le potentiel génétique d'un animal s'exprime différemment en fonction des conditions de l'environnement. Cette observation a été faite par Hanset (1977) et Leroy (1981). Autrement, au sein d'une population animale, la performance exprimée par un individu dépend de la manière dont il est programmé génétiquement et des conditions du milieu dans lequel il vit. Afin de soutenir donc une production élevée au cours de plusieurs lactations, il faut sélectionner en fonction d'une part d'un bon index et d'autre part d'une production élevée et d'une bonne conformation.

Le "remède" aux problèmes est donné par la méthode BLUP "Animal Model". Le classement des animaux sur la base de l'index (estimé par BLUP) de sélection est le "meilleur" (au sens statistique) classement, car il maximise le gain génétique. Cette méthode est non seulement réalisable mais conduit également à estimer et à corriger pour tous les effets non génétiques connus. Elle permet également de tenir compte des performances propres de l'animal et de sa parenté (ascendants, descendants, collatéraux). Un ensemble de calculs complexes permet de "distinguer" l'estimation de la valeur génétique d'un animal de l'effet de l'environnement sur ses performances. Ce qui nous permet d'avoir le classement suivant pour l'exploitation A :

$$A1 > A3 > A4 > A6 > A5 > A2.$$

Les différences de valeurs génétiques entre les animaux du même groupe peuvent s'expliquer par les différences de leurs potentiels génétiques ainsi que par les facteurs environnementaux tels que l'âge de l'animal, le stade de lactation et le moment de la détermination de la valeur génétique.

En outre, aucune différence significative n'a été révélée quant à l'effet des deux méthodes d'enregistrement des performances sur la valeur génétique ($p < 0,05$).

Enfin ces mérites génétiques calculés peuvent être exploités dans les accouplements pour améliorer le gain génétique des animaux. Un taureau supérieur à la moyenne, par exemple, peut être utilisé pour accoupler les femelles inférieures à la moyenne (au cas où il n'y a pas de femelles supérieures à la moyenne). Il sera crédité d'une façon juste pour améliorer la performance de la progéniture. L'inverse s'applique aussi pour les taureaux et les vaches qui sont accouplés spécifiquement à des sujets supérieurs à la moyenne.

Conclusion

Conclusion

Cette étude rapporte les résultats de l'estimation de la valeur génétique des zébus peuls en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Les résultats indiquent qu'une évaluation génétique des animaux sur performances simples de production serait une utilisation "abusive" des données d'une part, et d'autre part que cette méthode d'évaluation est biaisée car elle ne prend pas en compte l'effet environnement. Pour Leroy et al (2000-2001), dans la production laitière par exemple, 30% des différences entre individus s'expliqueraient par l'effet de l'exploitation.

Ces résultats montrent par ailleurs qu'une évaluation génétique du type BLUP "modèle animal" représente une estimation du potentiel génétique réel de chaque animal. L'exactitude de cette estimation est, en partie, représentée par la complexité de la méthode utilisée.

L'application de cette technique dans un large programme d'amélioration génétique s'impose aux chercheurs, aux éleveurs/producteurs. Cependant, un tel objectif ne peut être atteint que par le biais d'une parfaite communication, d'une consultation et d'une collaboration de ces derniers.

Enfin, ces évaluations génétiques étant des outils utiles pour les producteurs dans leurs décisions de sélection génétique et d'accouplement, une sensibilisation et une formation s'avèrent indispensables pour une compréhension complète de ce que signifient "les chiffres".

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achard F. et **Chanono M.**, 1995. Un système d'élevage performant bien adapté à l'aridité à Toukounous, dans le Sahel nigérien. Note méthodologique. *Sécheresse*. N°2, vol 6. 215-22.

Alais C., 1984. Sciences du lait. Principe des techniques laitières. Paris : éd. *Sepaic*. 814p.

Barret J. P., 1992. Zootechnie générale. *Ed Agriculture d'Aujourd'hui*. 252p.

Barro A., 1999. Evaluation de l'effet et de la faisabilité du travail du sol sur le sorgho photo-sensible à Saria (B.F.). *Doct. Es. Sciences du sol*. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 174p.

Bennet C., 2001. Using heritability for genetic improvement. Virginia cooperative extension. *Dairy science*. 4p.

Belemsaga D. M. A., 1993. Contribution à l'étude de la biologie et de la productivité du zébu (*Bos indicus*) Azawak en exploitation semi-intensive au Burkina Faso. *Thèse, Méd. Vét. Dackar*. 105p.

Bidanel J.P., 1994. Estimation des paramètres génétiques sous un modèle animal. In : J.L. Foulley et M. Molénat (eds), *Séminaire Modèle animal (26-29 sept 1994)*, 25-36. INRA, SGQA, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France.

Boichard D., Maignel L., Verrier E., 1996. Analyse généalogique des races bovines laitières françaises. *INERA prod. Anim*, 9, (5). 323-335. 13p.

Boly H., Koubaye A., Viguiert-martinez M.C et Ynikoye A., 1993. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après la part chez la brebis Djalonké variété "mossi". *Rév. Vét. Pays trop.* 45 (4): 631-636.

Boly H., Somé S.S., Kabré A., Sawadogo L., Leroy P., 2000. Performance laitière du zébu Azawak en zone soudano-sahélienne (station de Loumbila au Burkina Faso). *Annales de l'Université de Ouagadougou, série B, vol III,* 127-139.

Boro P., 1988. Etude des potentialités des bovins de races zébu et taurin dans la région de Bobo Dioulasso : -production laitière - croissance des veaux. *Mémoire de fin d'étude IDR.* 69p.

Brazilian Association of Girolando Breeders "BAGB", 1999. Rua Orlando Vieira do Nascimento, 74 Uberaba-Minas Gerais-Brazzil. 7p.

BuNaSol, 1991. Etude pédologique des parcelles de la station agricole de Saria et de la forêt classée de Gonsé. *Rapport technique N°84.* 31p.

Cameron N. D., 1997. Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding. *CAB INTERNATIONAL.* 203p.

Charron G., 1986. Les productions laitières : Les bases de la production. *Vol. 1. Collection Agriculture d'Aujourd'hui "Aa". Ed. J.B. Baillière :* 111-291. 347p.

Cunningham, 1979. Importance de l'héritabilité pour la sélection ou le croisement. 22p.

D'aquino P., 1998. Les options agropastorales des sahéliens et leurs évolutions dans le Nord du Burkina Faso. *Cahiers d'études et de recherches francophones. Vol.7, N°2 :* 93-103.

Diop P. H., Abdellah M., 1996. Reproduction et production laitière. *Actualité Scientifique (AS)*. 316p.

Dondassé S., 1990. Contribution à l'étude de la puberté chez le zébu au Burkina Faso. *Mémoire de fin d'étude IDR*. Université de Ouagadougou. 61p.

Domingo A.M., 1976. Contribution à l'étude de la population bovine des états du Golf du Bénin. *Agence de coopération culturelle et technique*. 142p.

Ducros A., 1994. Corrélation génétique. *Thèse INAPG*

Falconer, 1989. The numerator relationship Matrix. 24p

Foulley J.L., Elsen J.M., 1977. Relations a priori entre BLUP, méthode de comparaison aux contemporaines et méthodes des différences cumulées en vue de l'évaluation des pères. *Ann. Génét. Sél. anim.*, 9, 307-326.

Gandah M.S., 1989. Etude comparative de la production laitière des races bovines au Niger - *Mémoire IDR*. 143p.

Gravert H. O., 1987. Dairy Cattle Production. *World Animal Science C3.A NNEIMANN, SORENSEN, D.E. Tribe, Ed in chief Elsevier*. P. 35-74 In .

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute Volta. *Thèse de Doctorat d'Etat Université de Bordeaux III*. 394p.

Hanset R., 1977. Estimation de la valeur génétique au départ de rendements ajustés pour les effets non génétiques identifiables (sauf effets d'environnement permanent). 48p.

Henderson C.R., Kempthorne O., 1959. Estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. *Biometrics* 15. 192-218.

INERA, 1997. Note d'orientation juin 1997. 22p.

INERA, 2002. Etude des stratégies d'amélioration de la rentabilité technico-économique des fermes laitières périurbaines de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso. *Rapport annuel, Convention INERA/CIRDES PROCORDEL*; 20p.

IEMVT, 1988. Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical. *Collection Manuel et précis d'élevage. Ministère de la coopération et du développement*. 539p.

INRA, 2001. Bilan Génétique du Troupeau allaitant. 42p.

INRA, 2000. Lexique d'amélioration génétique. *Collection Production animales*. 11p.

INRA, novembre 1998. Module 2-De la performance à l'index version races allaitantes. 31p.

Jenny A., 1964. Études agropédologiques des stations de Saria et de Farakoba (Haute-volta). *Rapport IRAT/Haute volta*. Ouagadougou. 133p.

Johanson W. S., Miller R.H., Hooven N.W., Creegan M.E., 1972. Feed consumption differences among lactating cows. *J. Dairy Sci.* 52 : 1025-1036.

Joshi N. R., McLaughlin E. A. et Phillips R. W., 1957. Les bovins d'Afrique : Types et races. *FAO, Ed. SPA, Tipografica. Castaldi, Rome. Pp.* 50-148.

Kaboré T.S., 1996. Innovations techniques et efficacité économique dans les systèmes de production des provinces du Boulkiemdé et du Sanguié au B.F. *Thèse de 3^e cycle Fac des Sciences économiques et de gestion*. RCI. 185p.

Kondombo C., Barro A., 2001. Évaluation de l'effet du travail du sol sur le sorgho photosensible à Saria. *Rapport d'activités*. 31p.

Leclercq P., 1974. Principales races domestiques des zones tropicales. *Services des études pédagogiques 4-14*

Leroy P., Frédéric F., Johann D., (2000-2001). *Amélioration génétique des productions animales*. 143p.

Lints F., 1987. Génétique. *éd. Office International de librairie Bruxelles* : 471-489.

Lhost P., Dolle V., Rousseau J., Soltner D., 1993. Manuel de Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. CIRAD, *collection Manuel et précis d'élevage*. 153-187

MCD, 1991. Mémento de l'agronome. Quatrième édition. *Collection "techniques rurales en Afrique"*. 1180-1635.

Meyer C., Dennis J. P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. *CIRAD*. 314p.

MRA, 1998. Statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso année 1997. 109p.

MRA, 1999-2000. Plan d'action et programme d'investissement du secteur de l'élevage au Burkina Faso : Diagnostic, axes d'intervention et programmes prioritaires. 192p.

MRA, 2001. Statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso année 2000. 86p.

Mrode R. A., 1996. Linear models for prediction of animal breeding values. *Centre for Agriculture and Bioscience International (CABI)*. 187 p.

Néya S. B., Nianogo A. J., Sawadogo L., 1997. Influence du niveau d'alimentation sur la production laitière des vaches zébus peul soudanien en station (Saria et Kamboinsé). *Rapport d'activités Ouagadougou.* 16p.

Nianogo A. J., Koanda S., Gnanda B.I., Kanfado A., 1997. Etude bilan sur les activités de recherche sur l'amélioration de la production laitière bovine à Samboney. *Rapport final RDI VIIè FED.* 39p.

Olson KE, 1993. Symposium : Industry challenges to dairy cattle management in the 21st centry. Economic, political, and global demands on the United States dairy industry. *J Dairy Sci* 76 : 3133-3142.

Ouédraogo C.L., Yaméogo-bougouma V., Kondombo S.R., Nianogo A.J. 2001. Méthodologie de la recherche sur la production animale en zone urbaine *et périurbaine.* 9p.

Ouédraogo I. S., 1995. Etude de la production laitière en zone périurbaine de Ouagadougou. *Mémoire de fin d'études IDR/UO.* 92 p.

Pagot J., 1985. L'élevage en pays tropicaux. *Eds.G.-P. Maisonneuve et Larose. ACCT.* 526 p.

Pagot J., 1994. L'élevage en pays tropicaux collection "techniques agricoles et productions tropicales" *Ed G-P Maisonneuve et La Rose Paris (5^{ème}).* 526p.

Piéri C., 1989. Fertilité des terres et des savanes; *Doc. CIRAD. IRAT Montpellier.* 444p.

Rinaldo D.S.O., Zebu 1998. Brazalian Zebu Breeders Association "ABCZ", *Commemorative edition of the 60 years of the genealogical registration.* 855p.

Robertson A., Rendel J.M., 1954. The performance of heifers got by artificial insemination. *J. Agric. Sci. Camb.*, 44, 184-192.

Salla A., 1999. Production laitière au Niger : évolution et orientation politique de la filière. *Contribution de l'ordre national des vétérinaires du Niger aux 2è journées des vétérinaires Burkinabé*, Ouagadougou du 25 au 27 novembre 1999. 18p.

Sédogo J., 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). *Thèse de Doct. Ing. INPL.*, 195p.

Seydou B., 1981. Contribution à l'étude de la production laitière du zébu Azawak au Niger. *Thèse Méd. Vét Dackar*. 98p.

Smith J. W., octobre 1995. Understanding Dairy Herd Improvement Records. *Extension dairy Scientist*. 96p.

Soulard F., 1994. L'élevage laitier au Niger. Etude technico économique de deux systèmes d'élevage améliorés. *Mémoire de fin d'étude Institut Technique et d'Outre mer*. 129p.

Steve B., 1993. Linear classification program and Enhanced Classification System. *Holstein Association*. 44p.

Somé L., 1989. Diagnostic agropédoclimatique du risque de sécheresse au B.F. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. *Thèse de Doct. USTL Montpellier II*. 312p.

Songré S. S., 1996. Performances de production laitière et de reproduction du zébu Azawak (*Bos indicus*) de la station de Loumbila. 56p.

Wattiaux A.M., PhD., 1996. Reproductive and genetic selection. Babcock Institute for international dairy research and development. *University of Wisconsin (Madison), USA*. 48p.

Wilcox C. J., Webb D. W., Delorenza M.A., 1992. Genetic improvement of dairy cattle. *University of Florida. Cooperative extension service (Gainesville). Institut of food and agricultural science*. 13p.

Xavier R., 2001. The french cattles breeds. *Département des Sciences Animales (DSA)*. 161p.

Zongo M., avril 2001, Fonction sexuelle des zébus Azawak et Taurins Gourunsi au Burkina Faso. *Thèse de troisième cycle, Université de Ouagadougou*. 121p.

TABLE DES MATIERES

	PAGE
INTRODUCTION	1
Première partie : Synthèse bibliographique	3
Chapitre 1 : Généralités sur la génétique	4
1.1 Génétique	4
1.2 Population	4
1.3 Valeur génétique (VG)	5
1.4 Phénotype	5
1.5 Génotype	5
1.6 Environnement.....	5
1.7 Performance génétique	6
1.8 Amélioration génétique	6
1.9 Techniques d'amélioration génétique	7
1.10 Progrès génétique.....	8
1.11 Héritabilité	8
Chapitre 2: Méthodes statistiques d'estimation des valeurs génétiques	9
2.1 Méthode d'indexation	9
2.2 Méthode de comparaison aux contemporaines.....	9
2.3 Modèle "père "et" père /grand-père maternel"	10
2.4 REML modèle animal.....	10
2.5 BLUP	11
CHAPITRE 3 : ÉLEVAGE PÉRIURBAIN	12
3.1 Caractéristiques des élevages laitiers en milieu périurbain.....	12
3.2 Contraintes de développement des élevages laitiers périurbains	13
3.3 Pratiques d'amélioration génétiques en milieu périurbain.....	15
3.3.1 Introductions de races	15
3.3.2 Méthodes d'introduction	15
3.4 Races exotiques introduites au niveau périurbain	16
3.4.1 Zébu Azawak	16
3.4.2 Brune des alpes	17

3.4.3 Le Gir.....	18
3.4.4 Le Girolando.....	18
3.4.5 Zébu Goudali.....	19
3.4.6 La Holstein.....	20
3.4.7 La Jersey.....	21
3.4.8 La Limousine.....	22
3.4.9 La Montbéliarde.....	22
3.4.10 La Tarentaise.....	23
3.5 Race locale au niveau périurbain : Le zébu peul soudanien.....	25
Deuxième partie : Protocole expérimental.....	27
CHAPITRE 1 : MATERIEL.....	28
1.1 Cadre expérimental.....	28
1.1.1 Situation géographique.....	28
1.1.2 Climat.....	28
1.1.3 Géomorphologie.....	30
1.1.4 Sols.....	30
1.1.5 Végétation et les ressources fourragères.....	30
1.1.6 Activités socio-économiques.....	31
1.2 Animaux.....	31
1.2.1 Caractéristiques des animaux.....	31
1.2.2 Système d'élevage.....	32
1.2.3 Suivi sanitaire.....	33
1.2.4 Méthode de Traite.....	33
1.3 Matériel de mesure et de prélèvement.....	33
1.4 Matériel d'analyse statistique.....	34
CHAPITRE 2 : METHODES.....	35
2.1 Critères de choix des élevages.....	35
2.2 Méthode d'enregistrement laitier.....	35
2.3 Méthode d'estimation de la production laitière quotidienne (PLQ).....	35
2.4 Méthodes de calcul des performances de production laitière.....	36
2.5 Méthode d'évaluation des traits physiques des vaches laitières.....	36

2.6 Méthode d'évaluation génétique : Le BLUP.....	38
2.8 Analyse statistique des données	40
CHAPITRE 3 : RESULTATS.....	41
3.1 Méthodes d'enregistrement laitier.....	41
3.2 Mensurations des paramètres physiques.....	42
3.3 Estimation des valeurs génétiques des animaux.....	46
3.3.1 Matrice de relation parentale	46
3.3.2 Matrices d'incidence X et Z.....	47
3.3.2 Observations phénotypiques (y).....	48
3.3.3 Déduction des valeurs génétiques exactes.....	50
CHAPITRE 4 . DISCUSSION.....	54
Conclusion	59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	60