

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
PAIX-TRAVAIL-PATRIE

UNIVERSITÉ DE DSCHANG

ECOLE DOCTORALE



REPUBLIC OF CAMEROON
PEACE-WORK-FATHERLAND

UNIVERSITY OF DSCHANG

POST GRADUATE SCHOOL

DSCHANG SCHOOL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENTAL SCIENCES
Unité de Recherche en Biotechnologie et Bio-Informatique (UR2B)
Biotechnology and Bio Informatics Research Unit

CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION ET VARIABILITE GENETIQUE DU
MOUTON (*Ovis aries*) PEUL EN ZONES SAHELIENNE ET SOUDANIENNE DU TCHAD

Thèse défendue publiquement en vue de l'obtention du Doctorat/PhD en Biotechnologie
et Productions Animales
Option : Amélioration Génétique et Systèmes de Production

Par :

DJOMTCHAIGUE BAMARE Herbert
M.Sc. Biotechnologie et Productions Animales
Option : Amélioration Génétique et Systèmes de Production
CM-UDS-12ASA0496

Sous la co-direction de :

MEUTCHIEYE Félix, PhD. (*Maître de Conférences*) ; **KOUSSOU Mian-Oudanang, PhD.**
(*Maître de Recherches*) et **AWAH N'DUKUM Julius, PhD.** (*Professeur*).

Le 26 Juin 2024 devant le jury suivant :

Président du jury

NIBA Aziwo TATANJA Professeur University of Bamenda

Rapporteurs:

MEUTCHIEYE Félix Maître de Conférences Université de Dschang

KOUSSOU Mian-Oudanang Maître de Recherches IRED, N'Djaména/Tchad

AWAH Julius NDUKUM Professeur Université de Dschang

Examineurs :

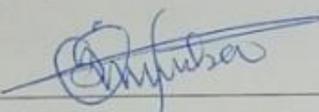
TEGUIA Alexis Professeur Université de Dschang

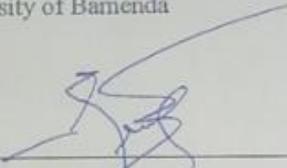
FOTSA Jean Claude Maître de Recherches IRAD Fombot

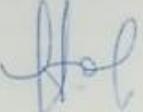
Année académique : 2023 - 2024

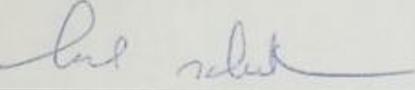
FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE

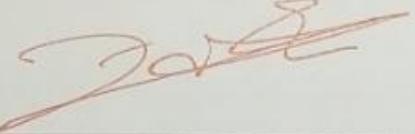
La présente thèse de Doctorat/PhD soutenue publiquement le 26 juin 2024 sur le thème « Caractéristiques d'exploitation et variabilité génétique du mouton (*Ovis aries*) Peul en zone sahélienne et Soudanienne du Tchad » a été revue et corrigée conformément aux recommandations du jury composé des membres suivants :

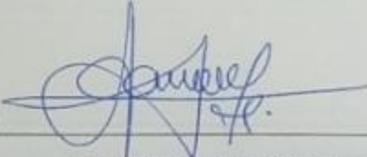
Président : 
Dr. NIBA Aziwo TATANJA, Professeur
University of Bamenda

Rapporteur : 
Dr. MEUTCHIEYE Félix, Maître de Conférences
Université de Dschang

Rapporteur : 
Dr. KOUSSOU Mian-Oudanang, Maître de Recherches
IRED N'Djaména

Rapporteur : 
Dr. AWAH Julius NDUKUM, Professeur
Université de Dschang

Examineur : 
Dr. TEGUIA Alexis, Professeur
Université de Dschang

Examineur : 
Dr. FOTSA Jean Claude, Maître de Recherches
IRAD Foubot

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussigné, DJOMTCHAIGUE BAMARE Herbert, atteste que la présente thèse est le fruit de mes propres travaux de recherche effectués dans les zones sahélienne et soudanienne du Tchad avec l'appui du projet ACCEPT (Adapter l'accès aux ressources agro-pastorales dans un contexte de mobilité et de changement climatique pour l'élevage pastoral au Tchad), sous la supervision des Professeurs MEUTCHIEYE Félix, AWAH-NDUKUM Julius de l'Université de Dschang et KOUSSOU Mian-Oudanang de l'Institut de Recherche en Élevage pour le Développement du Tchad.

Cette thèse est authentique et n'a pas été antérieurement présentée pour l'acquisition de quelques grades que ce soit.

Signature et nom de l'auteur



DJOMTCHAIGUE BAMARE Herbert

Date :

Visas des co-directeurs



KOUSSOU Mian-Oudanang

Maître de Recherches

Date :



MEUTCHIEYE Félix

Maître de Conférences

Date :



AWAH-NDUKUM Julius

Professeur

Date :



Visa du Chef de Département

Date :

DEDICACE

A Dieu Tout Puissant soit la Gloire

A mes parents : BAMARÉ DARDEY

HAWA HOMI

A mes frères et sœurs

A mon épouse : SOUCKASSOU Honorine

A mes enfants :

WAIDOYÉ BAMARÉ Chance

DJALGUÉ BAMARÉ Line

WELDANG BAMARÉ Merveille

KELMA BAMARÉ Shalom

REMERCIEMENTS

À l'issue de ce travail de recherche, je remercie toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail. Je voudrais témoigner ma reconnaissance :

- au Pr MEUTCHIEYE Félix, pour sa disponibilité depuis le cycle Master, ses initiatives, orientations, ses encouragements et le sacrifice consacré dans l'encadrement de cette thèse ;
- aux Pr AWAH-NDUKUM Julius et KOUSSOU Mian-Oudanang, pour la disponibilité pendant la direction de ce travail, merci pour les nombreux conseils et encouragement, les critiques qui ont contribué à enrichir ce travail ;
- aux enseignants et personnel du Département de Zootechnie et l'ensemble du personnel de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang pour leur dévouement et encadrement ;
- a la coordination du Projet ACCEPT, pour l'appui et accompagnement dans la collecte des données et réalisation de cette thèse ;
- aux membres de l'Unité de Recherche en Biotechnologie et Bio-informatique de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang pour la collaboration durant ces travaux ;
- aux personnels de l'Institut de Recherche en Élevage pour le Développement, pour leur collaboration, conseil et encouragement ;
- au responsable des services déconcentrés du Ministère de l'Élevage et des Productions Animales pour avoir donné consentement et facilités les travaux de collecte des données ;
- a mon épouse SOUCKASSOU Honorine pour son amour, sa patience et son encouragement durant cette période d'étude. Merci à mes enfants pour leur patience durant ce long moment d'absence ;
- a Ms. OUMAR MOCTAR Kodbé, FABA DJONGDANG, KALASS Sophie, KOSNGAR Guiriyam, NASSOU Abdias, MAHAMAT ALI OUCAR AMINE, LIMANWA KERLO LOGAMOU et GONDEBNE Séraphin, pour leurs encouragements et conseils ;
- aux éleveurs du Mouton Peul des diverses localités parcourues pour leur collaboration, leur contribution à la valorisation des connaissances locales au profit de la recherche scientifique et disponibilité ;
- a tous les enquêteurs qui ont participé à la collecte des données pour leur disponibilité et soutien malgré les difficultés ;
- aux familles BAMARE et VAINAO pour leur soutien continu et leurs encouragements permanents ;
- et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et dont les noms ne figurent pas dans ce document final ; et
- aux relecteurs anonymes qui ont contribué à l'amélioration de ce document à travers leurs observations et dont la qualité de mes publications en dépend.

TABLE DES MATIERES

Pages

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL -----	i
DEDICACE -----	ii
REMERCIEMENTS -----	iii
TABLE DES MATIERES -----	iv
LISTE DES TABLEAUX -----	viii
LISTES DES FIGURES -----	x
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES -----	xii
RESUME -----	xiv
ABSTRACT -----	xv
INTRODUCTION -----	1
CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTÉRATURE -----	4
1. Intérêt et importance de l'élevage du mouton -----	5
1.1. Intérêt de l'élevage du mouton -----	5
1.1.1. Intérêt zootechnique -----	5
1.1.2. Intérêt socioculturel-----	5
1.1.3. Intérêt économique-----	5
1.1.4. Intérêt alimentaire-----	6
1.2. Importance de l'élevage du mouton -----	8
1.3. Origine et domestication du mouton-----	9
1.3.1. Origine du mouton -----	9
1.3.2. Domestication du mouton-----	9
1.4. Systématique et phylogénie du mouton domestique -----	10
1.4.1. Systématique du mouton -----	10
1.4.2. Phylogénie du mouton-----	11
1.5. Classification des principales races de mouton -----	13
1.5.1. Critères morphologiques -----	13
1.5.2. Critères géo-climatiques -----	14
1.5.2.1. Ensemble Sud saharien-----	14

1.5.2.2. Ensemble Nord saharien -----	14
1.5.2.3. Ensemble des régions tempérées -----	14
1.5.3. Classement en fonction des objectifs la production-----	14
1.6. Caractéristiques de l'élevage du mouton au Tchad-----	15
1.6.1. Évolution du cheptel-----	15
1.6.2. Principales races-----	16
1.6.2.1. Races locales -----	16
1.6.2.2. Races exotiques -----	23
1.7. Systèmes d'élevage du mouton-----	23
1.7.1. Système extensif -----	24
1.7.2. Élevage intensif -----	25
1.7.3. Exploitation des moutons -----	26
1.8. Méthodes de caractérisation des ressources zoogénétiques -----	27
1.8.1. Méthodes de caractérisation phénotypique-----	28
1.8.1.1. Caractéristiques morphologiques-----	29
1.8.1.2. Caractéristiques phanéroptiques -----	29
1.8.1.3. Conformation générale-----	31
1.8.1.4. Les principales mensurations corporelles chez les ovins -----	33
1.8.1.5. Les mesures de la tête et de la queue -----	35
1.8.1.6. Mesure des appendices cutanés -----	35
1.8.1.7. Les indices biométriques du mouton-----	36
1.8.1.8. Les équations baryométriques chez le mouton-----	36
1.8.1.9. Structure et relations génétiques entre les populations ovines -----	37
1.8.1.10. Déterminismes génétiques des caractères morphologiques -----	38
1.8.2. Méthodes de caractérisation moléculaire -----	39
1.8.2.1. Allosymes-----	41
1.8.2.2. ADN Mitochondrial (mtDNA)-----	42
1.8.2.3. Microsatellites-----	43
1.8.2.4. Polymorphismes d'un Seul Nucléotide (SNP)-----	43

1.8.2.5. Polymorphismes de Longueur de Fragment Amplifiés (AFLP) -----	44
1.8.2.6. Amplification aléatoire d'ADN polymorphe (RAPD) -----	44
1.8.2.7. Analyse des Copy Numbers Variation (CNV) -----	44
1.9. Les forces évolutives et la dynamique de la diversité génétique -----	44
1.9.1. Mutations et recombinaisons -----	45
1.9.1.1. Dérive génétique -----	46
1.9.1.2. Sélection naturelle -----	47
1.9.1.3. Facteurs spatiaux -----	48
1.9.2. État de conservation -----	48
1.9.2.1. Conservation dans le monde -----	49
1.9.2.2. Conservation en Afrique -----	50
1.9.2.3. Conservation au Tchad -----	51
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES -----	53
2.1. Zone d'étude -----	54
2.2. Collecte des données -----	55
2.2.1 Échantillonnage -----	55
2.2.2. Matériel animal -----	55
2.2.3. Caractéristiques socioéconomiques des éleveurs enquêtés -----	56
2.2.4. Caractéristiques morpho-biométriques du mouton Peul -----	56
2.2.4.1. Caractéristiques morphologiques -----	56
2.2.4.2. Caractéristiques biométriques -----	57
2.2.4.3. Les indices biométriques -----	59
2.3. Analyses statistiques -----	60
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION -----	63
3.1. Résultats -----	64
3.1.1. Caractéristiques socioéconomiques des éleveurs du mouton Peul -----	64
3.1.1.1 Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs du mouton Peul -----	64
3.1.1.2 Caractéristiques de la main d'œuvre -----	65
3.1.1.3. Commercialisation du mouton Peul -----	66

3.1.1.4. Revenu annuel des éleveurs du mouton Peul -----	67
3.1.2. Caractéristiques d'exploitation du mouton Peul -----	67
3.1.2.1. Mode d'acquisition du mouton Peul -----	67
3.1.2.2. Diversité des espèces animales dans les élevages -----	68
3.1.2.3. Structure du mouton Peul dans les élevages -----	69
3.1.2.4. Pratiques d'élevage du mouton Peul -----	69
3.1.2.5. Pratiques sanitaires et abreuvement du mouton Peul -----	71
3.1.3. Caractéristiques morpho-biométriques du mouton Peul -----	75
3.1.3.1. Caractéristiques phanéroptiques et fréquences phénotypiques du mouton Peul --	75
3.1.3.2. Caractéristiques biométriques des populations du mouton Peul -----	83
3.1.4. Variabilité phénotypique selon les mensurations du mouton Peul -----	89
3.1.4.1. Classification selon les mesures du mouton Peul -----	90
3.2 Discussion -----	93
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES -----	102
Conclusion -----	103
Recommandations -----	104
Perspectives : -----	106
REFERENCES -----	107
ANNEXES -----	120
PUBLICATIONS -----	147

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau 1:	Composition nutritionnelle de la viande de quelques espèces animales ----	7
Tableau 2:	Effectifs ovins de certain pays producteurs dans le monde -----	8
Tableau 3:	Classification des races ovines selon leurs objectifs de productions et pays -----	15
Tableau 4:	Synthèse des caractéristiques descriptives des races locales -----	22
Tableau 5:	Races ovines importées au Tchad et leurs caractéristiques -----	23
Tableau 6:	Les différentes classes en fonction de poids -----	33
Tableau 7:	Déterminisme génétiques des caractères morphologiques -----	39
Tableau 8:	Paramètres de la diversité génétique des séquences ADNmt chez le mouton Djallonké -----	43
Tableau 9:	Répartition des effectifs des moutons caractérisés en fonction des facteurs -----	56
Tableau 10:	Caractéristiques socioprofessionnelles des enquêtés selon les zones ----	64
Tableau 11:	Répartition des caractéristiques de la main d'œuvre selon des zones ----	65
Tableau 12:	Répartition du revenu annuel des éleveurs selon les zones -----	67
Tableau 13:	Moyenne, minima et maxima des effectifs de mouton selon le département, sexe et ethnie -----	69
Tableau 14:	Répartition des pratiques d'élevage du mouton Peul selon les zones ----	70
Tableau 15:	Pratiques sanitaires et abreuvement du mouton Peul -----	72
Tableau 16:	Activités secondaires liées à la mobilité selon les zones -----	74
Tableau 17:	Pratiques de sélection du mouton Peul en fonction des groupes ethniques -----	75
Tableau 18:	Distribution des caractères phanéroptiques du mouton Peul en fonction de type génétique -----	76
Tableau 19:	Distribution des caractères phanéroptiques du mouton Peul en fonction de sexe-----	76
Tableau 20:	Distribution des caractères phanéroptiques du mouton Peul en fonction des zones -----	77

Tableau 21:	Distribution des motifs colorés en fonction de type génétique -----	78
Tableau 22:	Distribution des motifs colorés en fonction de sexe -----	78
Tableau 23:	Distribution des motifs colorés selon les zones-----	79
Tableau 24:	Fréquences phénotypiques des caractères qualitatifs du mouton Peul en fonction des types génétiques -----	82
Tableau 25:	Fréquences phénotypes des caractères qualitatifs du mouton Peul en fonction des zones -----	82
Tableau 26:	Mensurations corporelles du mouton Peul en fonction de sexe, type génétique et zones. -----	84
Tableau 27:	Mensurations corporelles du mouton Peul en fonction de sexe, type génétique et zones (suite). -----	85
Tableau 28:	Indices biométriques de la population du mouton Peul en fonction du sexe, type génétique et zones-----	86
Tableau 29:	Corrélation entre les mensurations corporelles du mouton Peul -----	88
Tableau 30:	Matrice de corrélation entre les variables et les facteurs du mouton Peul	89
Tableau 31:	Caractéristiques des morphotypes basées sur les mensurations du mouton Peul-----	91
Tableau 32:	Décomposition de la variance pour une classification optimale du mouton Peul-----	92

LISTES DES FIGURES

Pages

Figure 1:	Production de la viande ovine et caprine dans les pays sahéliens.-----	7
Figure 2:	Domestication et distribution des moutons en Afrique-----	10
Figure 3:	Phylogénie des ovins -----	11
Figure 4:	Diversité génétique des espèces d' <i>Ovis</i> sauvages -----	12
Figure 5:	Relation phylogénétique entre le mouton et les trois espèces Asiatique du genre <i>Ovis</i> -----	13
Figure 6:	Évolution du cheptel ovine-----	16
Figure 7:	Mouton arabe -----	17
Figure 8:	Mouton Peul -----	18
Figure 9:	Mouton Kababish -----	19
Figure 10:	Mouton Fezzanais-----	19
Figure 11:	Mouton Kirdimi -----	20
Figure 12:	Mouton Mayo Kebbi -----	21
Figure 13:	Flux des animaux dans les élevages-----	27
Figure 14:	Orientation des oreilles chez les moutons -----	31
Figure 15:	Dendrogramme montrant la dissimilarité et similarité entre les moutons Peuls au Nigéria -----	38
Figure 16:	Principaux types de marqueurs utilisés en sélection animale-----	41
Figure 17:	Carte de la zone d'étude -----	55
Figure 18:	Mensurations corporelles prises sur le mouton Peul -----	58
Figure 19:	Lieu de transaction du mouton Peul selon les zones -----	66
Figure 20:	Moyen de transport des moutons vers les marchés -----	67
Figure 21:	Mode d'acquisition du mouton Peul selon les zones -----	68
Figure 22:	Diversité des espèces animales dans les élevages -----	68
Figure 23:	Complément minéral et alimentaire en fonction de période et zone-----	73
Figure 24:	Conduite des troupeaux du mouton Peul -----	73
Figure 25:	Flux d'animaux dans les élevages -----	74

Figure 26:	Motifs colorés chez le mouton Peul-----	80
Figure 27:	Formes et orientations des cornes -----	81
Figure 28:	Cercle de corrélation des variables par ACP des mensurations du mouton Peul-----	90
Figure 29:	Corrélation des variables factorielles de la classe des moutons Peuls-----	91
Figure 30:	Dendrogramme des morphotypes du mouton Peul-----	92

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ACCEPT	: Adapter l'Accès aux ressources Agropastorales dans un Contexte de mobilités et de Changements Climatiques pour l'Élevage Pastoral au Tchad
ACP	: Analyse en Composante Principale
ADN	: Acide Désoxyribonucléique
AFD	: Analyse Factorielle Discriminante
AFLP	: <i>Amplified Fragment Length Polymorphism</i>
AU-IBAR	: <i>African Union – InterAfrican Bureau for Animal Resources</i>
Br⁺	: [absence des cornes]
Br^b	: [présence de la Barbe]
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique
CNV	: <i>Copy Numbers variation</i>
DADIS	: <i>Domestic Animal Diversity Information System</i>
DEPS	: Direction d'Étude, Planification et Statistique
DESPA	: Direction des Études, des Statistiques, de la Programmation et des Archives
FAO	: <i>Food and Agricultural Organization of the United Nations</i>
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
HCNE	: Haut Comité National pour l'Environnement
Ho⁺	: [absence des cornes]
Ho^p	: [présence des cornes]
ILRI	: <i>International Livestock Research Institute</i>
INSEED	: Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques
IRED	: Institut de Recherche en Élevage pour le Développement
LAGC	: <i>Livestock and Aquaculture General Census</i>
MEPA	: Ministère de l'Élevage et des Productions Animales
MERA	: Ministère de l'Élevage et des Ressources Animales
mtDNA	: <i>Mitochondrial Desoxy Nucleotide Acid</i>
PIB	: Produit Intérieur Brut
PNDE	: Plan National de Développement d'Élevage
RAPD	: <i>Random Amplification of Polymorphic DNA</i>
RFLP	: <i>Restriction Fragment Length Polymorphism</i>
RGA	: Ressource Génétique Animale
SAHN	: <i>Sequential, Agglomerative, Hierarchic and Non- overlapping</i>
SNP	: <i>Single Nucleotide Polymorphism</i>
SNPA-DB	: Stratégie Nationale et le Plan d'Action en matière de Diversité Biologique

SPSS : *Statistical Package for Social Sciences*
UA : Union Africain
Wa⁺ : [absence des pendeloques]
Wa^w : [présence de la Barbe]

RESUME

Les moutons constituent des potentielles réponses à la forte demande en protéines animales dans un contexte en mutation. L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance et amélioration de la production mouton Peul au Tchad. Les caractéristiques socioéconomiques, l'exploitation et la diversité génétique du mouton Peul ont été évaluées entre septembre 2021 et janvier 2022 dans les zones Sahélienne et Soudanienne. L'enquête a été conduite dans 144 ménages d'éleveurs pour un total de 309 moutons Peuls considérés. Les observations directes et les interviews ont été utilisées lors de la collecte de données sur l'activité d'élevage et la morphologie des animaux. Sur la base des outils métriques, 22 mesures biométriques ont été prises et 12 indices ont été calculés. Les analyses descriptives, le test de contingence et de chi-deux ont permis de passer en revue les données qualitatives alors que les analyses discriminantes ont permis d'analyser les données quantitatives. Les principaux résultats ont montré que les éleveurs de mouton Peul étaient majoritairement de l'ethnie Arabe (73,61%) et Peul (26,39%). La catégorisation des classes d'âge montre une implication des jeunes (38,19%) suivi des personnes âgées de plus de 50 ans (36,80%). La majorité des éleveurs enquêtés était mariée (98,1%). La monogamie était plus représentée (63,19%). L'activité principale des enquêtés était l'élevage (91,66%), suivi de l'agriculture (69,44%) comme activité secondaire. L'acquisition des moutons peuls se fait par héritage (63,18%) et par achat (32,63%). Le mode de conduite des animaux était basé sur la mobilité (95,48%), à la recherche de pâturage (61,80%) et d'eau (40,97%). La prophylaxie combinée (vaccination et déparasitage) et le déparasitage ont été pratiqués à 55,54% et 15,6% contre 26,48% sans prophylaxie. En termes d'exploitation, la reproduction (85,02%) était la principale source de constitution du troupeau. Les ventes (40%), les mortalités (29,4%) et les abattages (19,5%) étaient les principaux facteurs de fluctuation des effectifs du troupeau. Le critère de sélection des moutons était la conformation (83,33%) et l'adaptation (93,05%). Le mode de reproduction était libre (99,99%). Les animaux de la couleur blanc-noir ont été plus représentés (58,89%). La couleur de la robe était le caractère de polymorphisme visible qui distinguait le mieux le mouton Peul des autres races. Le patron coloré illisible était le plus représenté (77,07%) suivi du patron coloré blanc (21,68%). La présence de l'altération et de la grande ceinture était respectivement 70,55% et 69,90%. Il a été observé l'absence de crinières (98,38%), de pendeloque (99,09%) et de barbe (100%). Les cornes étaient présentes (54,04%), le profil facial busqué (87,05%) et les oreilles étaient tombantes (99,02%). Une forte corrélation a été obtenue entre le poids vif (PV) et la hauteur au garrot (HG) ($r = 0,95$). L'analyse en composantes principales (ACP) a révélé que 5 composantes ont contribué à 70,94 % de la variabilité phénotypique totale observée au sein de la population ovine Peul. La HG et Hauteur Croupe pourraient être envisagées comme critères de sélection et de conservation du mouton Peul. L'Analyse Factorielle Discriminante a permis de distinguer 2 groupes. Le 1^{er} groupe était constitué des types 1 et 2 et le 2^e groupe était constitué des types 3 et 4. Les éleveurs de mouton Peul disposent d'un énorme potentiel de pratiques endogènes adaptées aux conditions du milieu. La sélection et les études moléculaires pourraient être utilisées afin de mieux maîtriser et améliorer cette ressource génétique ovine dans un proche avenir et notamment la prolificité.

Mots clés : Variabilité génétique, Phénotype, Exploitation, Biométrie, Mouton Peul, Sahel, Tchad.

ABSTRACT

Sheep are potential responses to the high demand for animal protein in a changing context. This study aimed to contribute to better knowledge and management of livestock genetic resources in Chad. The socio-economic characteristics, exploitation and genetic diversity of 309 Fulani sheep in 144 farms were evaluated between September 2021 and January 2022 in the Sahelian and Sudanese zones. Direct observations and interviews were used to collect data on the breeding activity and morphology of the animals. Based on metric tools 22 biometric measurements were collected and 12 measurements indices were also calculated. Descriptive statistics, contingency and chi-square tests were used for analyze the qualitative data analysis, while PCA, AFD, and CAH were used for quantitative data analysis. Main results showed that majority of Fulani sheep breeders were of Arab (73.61%) and Fulani ethnicity (26.39 %); youths (38.19), adults (24.99) and over 50 years old (36.80 %); married (98.1%: Monogamy (63.19%) and polygamy (34.72%)). The main activity of the herders was livestock breeding (91.66%) and agriculture (69.44%). Inheritance (63.18%) and purchase animals (32.63%) constituted the main mode of acquisition of Fulani sheep. Mobility was largely based on transhumance (95.48%) in search of pasture (61.80%) and water (40.97%). Combined prophylaxis (vaccination and deworming) and deworming were practiced by 55.54% and 15.6%, respectively, compared to 26.48% without prophylaxis. In terms of operation, reproduction (85.02%) was the main source of stock replacement. Sales (40%), mortalities (29.4%) and slaughtering (19.5%) were the main factors of affecting fluctuation of herd sizes. The preferential selection criterion by the breeders was mainly conformation (83.33%) associated to adaptation (93.05%) to extreme had conditions. The reproduction mode was uncontrolled breeding (99.99%). There were more Black-white animals (58.89%), followed by white (26.86%) and brown-white (14.59%) animals in the study. The coat color showed visible polymorphism trait that best distinguished the Fulani sheep from other breeds. There were more mixed and irregular colored patterns (77.07%) followed by the white colored pattern (21.68%). The animals showed the presence of alterations (70.55%) and large belts (69.90%) and horns (54.04%), and the absence of manes (98.38%), no pendeloque (99.09%) and no beard (100%) as well as showed busted facial profile (87,05%) and drooping ears (99,02%). Principal component analysis (PCA) revealed that 5 components contributed to 70.94% of the phenotypic variability observed in the Fulani sheep population. The study showed that two components explain 48.36% of the variability observed according to morphobiometric measurements. Thus, WH and RH could be considered for selection and conservation programs for Fulani sheep. The Discriminant Factor Analysis (DFA) distinguished 2 groups: a group made of types 1 and 2 and another group of types 3 and 4. The study concludes that Fulani sheep breeders have enormous potential of endogenous husbandry practices adapted to the local environmental conditions. Also, selection campaigns and molecular analysis could be used to effectively control and improve the genetic resources of Fulani sheep.

Keywords: Genetic variability, Phenotype, Exploitation, Biometry, Fulani sheep, Sahel, Chad.

INTRODUCTION

La diversité des animaux domestiques est une composante importante de la biodiversité mondiale. Environ 40 espèces d'animaux domestiques et de volailles contribuent à répondre aux besoins de l'humanité, en fournissant viande, fibres, lait, œufs, force de traction, sports et loisirs, peaux et fumier. Elles constituent une composante essentielle de nombreux systèmes agricoles mixtes. Au sein de ces espèces, environ 8 800 races et souches constituent les ressources génétiques animales (RGA) qui sont d'une importance cruciale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2021).

La diversité génétique est le résultat d'une histoire longue et complexe qui a commencé avec la domestication des animaux. Selon l'espèce, la domestication a eu lieu il y a 1 000 à 10 000 ans. Depuis lors, les animaux domestiques se sont rependus suivant les migrations humaines et les échanges commerciaux vers tous les continents habités. L'adaptation locale, la sélection artificielle, la mutation et la dérive génétique ont transformé la diversité génétique associée à la domestication en un vaste éventail de différences dans l'apparence, la physiologie et les caractéristiques agricoles (FAO, 2023).

La caractérisation, l'inventaire et le suivi des tendances de la diversité des RGA constituent l'un des domaines stratégiques prioritaires du plan d'action mondial. En bref, ce domaine stratégique prioritaire (SPA) porte sur la collecte d'informations en vue d'accroître les connaissances sur les RGA. Les connaissances sur les RGA sont nécessaires pour évaluer correctement la valeur des races et pour guider la prise de décision dans les programmes de développement et de sélection. Le manque des connaissances des RGA est une contrainte majeure à l'évaluation et l'exploitation de ces ressources (FAO, 2007b ; 2015).

Au cours des derniers siècles, cette différenciation a été accentuée par l'émergence et le développement de races, populations plus ou moins isolées qui ont fait l'objet d'une sélection systématique (FAO, 2023). La diffusion mondiale de ces races spécialisées met en danger, voire risque de mettre en péril, l'extinction de nombreuses races/populations locales bien adaptées. Cette tendance se produit à la fois dans des environnements de production modérément à fortement intensifs et dans des zones marginales (Godber et Wall, 2014 ; Sponenberg *et al.*, 2018), où les pratiques d'élevage locales sont abandonnées (Köhler-Rollefson *et al.*, 2009). Plusieurs initiatives de développement actuel ont renforcé l'intérêt pour les races locales. Tout d'abord, nous nous rendons compte que leur adaptation locale deviendra encore plus essentielle compte tenu du changement climatique en cours et de son aggravation (Hoffmann *et al.*, 2010).

Les races locales sont généralement beaucoup moins productives que les races exotiques hautement développées lorsqu'elles sont élevées dans des conditions optimales, mais elles sont adaptées au climat local (Mirkena et *al.*, 2010) et sont performantes dans un environnement naturel sans gestion intensive. Selon FAO (2015), les croisements sans discernement et l'introduction ou l'utilisation accrue de races exotiques spécialisées constituent les deux causes les plus importantes de l'érosion génétique au niveau mondial.

L'élevage contribue à hauteur de 53% du PIB du secteur rural, occupe 40% de la population active et fait vivre plus de 70% de la population rurale en procurant une source de revenus à la frange la plus défavorisée de la population en particulier en zones saharienne et sahélienne (MEPA, 2021). L'élevage du mouton représente un élément capital pour la sécurité nutritionnelle, économique et socioculturelle de plusieurs pays dans le monde et particulièrement au Tchad à l'instar des pays sahéliens.

L'effectif ovin est estimé à plus de 45 millions de tête (FAO, 2022). Le cheptel tchadien est régi par les systèmes pastoraux mobiles très diversifiés et largement tributaires des ressources naturelles renouvelables (RGE, 2021). Les principales races locales qu'on rencontre dans les élevages sont Arabe, Peul, Kababish, Fezzanais, Kirdimi et Mayo Kebbi. Le mouton Peul est une race transfrontalière des pays sahéliens. Il est très sollicité lors des fêtes religieuses. Plusieurs investigations portant sur son exploitation, la caractérisation et la sélection ont été menées dans divers pays sahéliens (Niger, Nigéria, Sénégal, Burkina-Faso) d'après Yaye (2019) ; Yakubu (2013) et N'Diaye (2018). Cependant au Tchad, il existe très peu d'information sur son mode d'exploitation et sa diversité génétique. Ce qui réduit largement l'implémentation des stratégies durables de son exploitation et les retombés de ce patrimoine génétique. L'objectif général est de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'exploitation du mouton Peul dans un contexte de changement climatique (CC). Plus spécifiquement, il s'agira :

- de décrire les caractéristiques socio-économiques des éleveurs du mouton Peul ;
- de décrire les caractéristiques d'exploitation des élevages du mouton Peul ;
- d'évaluer les caractéristiques morphobiométriques du mouton Peul ; et,
- d'analyser la variabilité génétique du mouton Peul.

CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTÉRATURE

Pour mieux mener cette étude, il est nécessaire de passer en revue les travaux de recherche effectués en rapport à la thématique. Dans cette optique, plusieurs thèses, mémoires, articles et rapports ont été consultés afin d'avoir des connaissances approfondies.

1. Intérêt et importance de l'élevage du mouton

1.1. Intérêt de l'élevage du mouton

1.1.1. Intérêt zootechnique

Le mouton possède une faculté d'adaptation aux climats divers et un intérêt zootechnique universel (Meyer *et al.*, 2003). Leur élevage constitue souvent le seul moyen de valorisation de la terre dans les zones marginales où les pâturages et les sources d'eau sont aléatoires (Mason, 1988). Leur court cycle de reproduction leur permet de contribuer efficacement à la survie de nombreuses populations pastorales.

1.1.2. Intérêt socioculturel

L'élevage du mouton occupe une place prépondérante dans la vie sociale des populations. Il joue un rôle socioculturel significatif dans les coutumes et les traditions de la plupart des pays Africains (Anyanwu *et al.*, 2010). Dans certaines régions éthiopienne, Solomon (2008) a relevé que dans le système d'élevage pastoral, la fonction socioculturelle occupait le second rang après les fonctions financières. Ils jouent un rôle très important dans la sécurité alimentaire et contribuent fortement à l'économie familiale et la réduction de la pauvreté en milieu rural (Alary *et al.*, 2015). Au Tchad, les moutons sont particulièrement sollicités lors des cérémonies et rituels musulmans (Mopaté *et al.*, 2020). Ils assurent un statut social et une reconnaissance par leur utilisation lors des fêtes religieuses (mouton de la Tabaski), les cérémonies heureuses ou de deuil.

1.1.3. Intérêt économique

Les moutons occupent une place de choix dans l'économie rurale et citadine des peuples. L'aspect économique représente le but initial dans la plupart des élevages dans le monde à divers niveaux. Le mouton constitue une source d'épargne des ménages dans un contexte de faible monétarisation et d'insécurité et contribue à la diversité des ressources possibles de revenu et de nourriture (Kamuanga, 2002). La viande et le lait de mouton sont les deux principaux produits de valeur économique en élevage ovins ; ils sont très utilisés comme matières premières en industrie agroalimentaire pour la fabrication de plusieurs dérivés. La laine produite par les ovins est la fibre d'origine animale la plus utilisée et est généralement

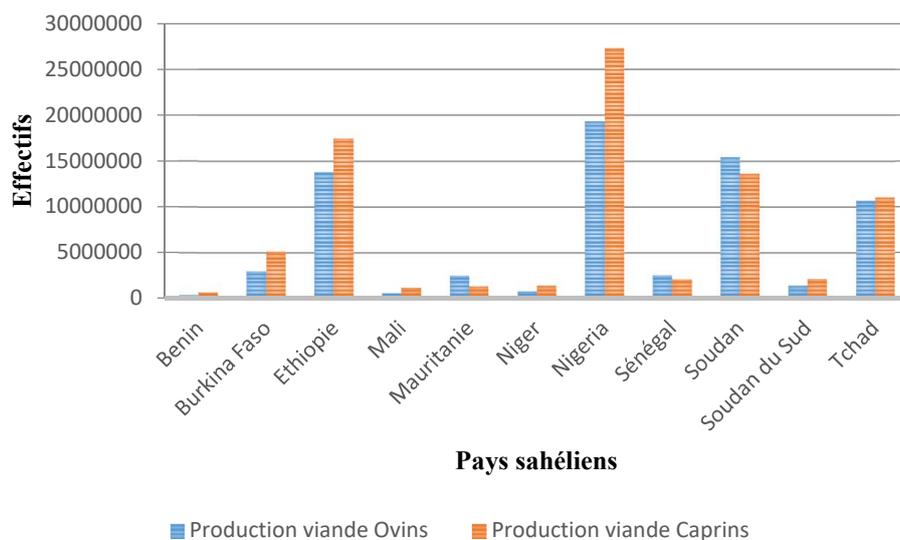
récoltée et utilisée dans l'industrie du textile (Gbangboche et *al.*, 2005). La peau du mouton est utilisée dans plusieurs pays pour des usages divers : fabrication de cordages, de chaussures, des coussins, des ornements des couchettes, des sacs pour la réserve de grain et de l'eau, des tapis et des tentes (Djalal, 2011). L'exportation des ovins sur pieds représente environ 59 686 tonnes par an (Goni, 2010). Les abattages contrôlés pour la consommation sont de 167 627 caprins contre 160 651 ovins, soit respectivement 2,60 % et 5,36 % des animaux abattus (MERA, 2009). Ce taux d'abattage des ovins est très faible comparé à ceux effectués par les ménages, particulièrement dans les zones urbaines et les périodes de fête.

1.1.4. Intérêt alimentaire

L'africain élève le mouton principalement pour sa viande et son lait. Sa petite taille est un avantage pour les pays chauds où la chaîne de froid est inopérante, une carcasse suffit aux besoins d'une famille avec très peu de gaspillage. Par ailleurs, une famille pauvre peut plus facilement se nourrir d'un mouton que d'une vache.

- Production de la viande du mouton

La Figure 1 présente la production de la viande ovine et caprine dans les pays sahéliens. Il apparaît que, le Nigéria est en tête suivi du Soudan et d'Éthiopie, du Tchad. L'effectif des moutons est en pleine croissance dans les pays subsahariens. La production de la viande ovine au Tchad est estimée à 1 037 594 tonne (FAO, 2022). Cela montre la dynamique de cet élevage et sa contribution à la sécurité alimentaire.



Source : FAO (2020).

Figure 1: Production de la viande ovine et caprine dans les pays sahéliens.

Le Tableau 1 montre la composition nutritionnelle de la viande de quelques espèces animales.

Tableau 1: Composition nutritionnelle de la viande de quelques espèces animales

Composants des viandes	Chèvre	Poulet	Bœuf	Porc	Mouton
Calorie (kcal)	122,0	162,0	179,0	180,0	175,0
Matières grasses (g)	2,6	6,3	7,9	8,2	8,1
Acides gras saturés(g)	0,79	1,7	3,0	2,9	2,9
Protéines (g)	22,0	25,0	25,0	25,0	24,0
Cholestérol (mg)	63,8	76,0	73,1	73,1	78,2

Source : Liviu (2004) ; Salifou (2013)

Il ressort du Tableau 1 que la viande ovine serait plus hygiénique que celle du bœuf et contiendrait bien moins de gras ; de plus, cette viande n'est frappée d'aucun tabou religieux selon Fall et *al.* (2004). La viande ovine contient un taux de cholestérol élevé comparé à la viande caprine.

- Production laitière

Le lait de brebis est très utilisé pour la fabrication des fromages. Ce lait contient beaucoup plus de matières grasses (75 g/litre contre 35) et autant d'autres matières sèches. Il résiste bien à la contamination au cours du refroidissement en raison de sa teneur en calcium beaucoup plus élevée (FAO, 2004).

1.2. Importance de l'élevage du mouton

Le secteur de l'élevage contribue entre 30 % et 80 % du Produit Intérieur Brut (PIB) agricole de l'Afrique. Il dispose ainsi du potentiel lui permettant de réaliser la croissance agricole et la transformation socio-économique énoncée selon la déclaration de l'Union Africaine (UA) adoptée à Malabo sur la croissance et la transformation accélérée de l'agriculture en Afrique pour une prospérité équitable et de meilleure condition de vie (Union Africaine, 2015). Au Tchad, la contribution du secteur de l'élevage fait vivre 40 % de la population rurale, représente 53 % du PIB et emploie 80 % de la population active dont plus de la moitié est composée de femmes (MERA, 2008).

Le Tableau 2 démontre que la Chine domine la production ovine mondiale avec environ 164079093 de têtes. Le Nigéria, quant à lui, représente la plus grosse réserve en Afrique avec environ 42971860 de têtes suivi d'Éthiopie avec 47743807 têtes suivi du Tchad avec 41771929 de têtes. Au Tchad, le taux d'exploitation des petits ruminants était de 32,07 % chez les ovins et de 32,50 % chez les caprins (MERA-DEPS, 2009). Ce taux est passé de 28 % en 1964 à 75 % en 1994 en Afrique subsaharienne (Tacher et *al.*, 1999). En 2007 l'abattoir de Farcha seul a fourni 56 443 et des ovins destinés aux consommateurs de la ville de N'Djaména (MERA, 2008).

Tableau 2: Effectifs ovins de certain pays producteurs dans le monde

Pays	Nombre de têtes	Population
Chine	164 079 093	1 425 213 790
Australie	70 067 316	26 679 693
Éthiopie	47 743 807	129 455 603
Nigéria	42 971 860	228 713 044
Tchad	45 081 553	19 042 687
Soudan	40 846 000	44 484 758
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	33 781 000	71 672 853
Turquie	33 677 636	91 192 023
Algérie	28 693 330	46 228 227
Nouvelle-Zélande	27 295 749	5 266 804

Source : FAO (2020).

1.3. Origine et domestication du mouton

1.3.1. Origine du mouton

Herbivore de l'ordre des ruminants, le mouton ou *Ovis aries linnaeus* 1758 est une ressource génétique dont l'origine reste encore assez incertaine (Meyer et al., 2003). D'après un certain nombre d'études archéologiques, plusieurs espèces sauvages sont susceptibles d'être l'ancêtre du mouton actuel (Hiendleder et al., 2002). Mais des études d'ADN des animaux et leurs distributions géographiques, six espèces ont été retenues comme étant plus proches du mouton actuel (Lallemand, 2002 et Maiika, 2006). Trois d'entre elles ont été présentées comme les plus étroitement liées au mouton actuel, le mouflon au sens strict, *Ovis orientalis* (54 chromosomes) ; l'Ural, *Ovis vignei* (58 chromosomes) ; l'Argali, *Ovis ammon* (56 chromosomes) selon Meyer (2003). Plusieurs auteurs (Annelyse et al., 2008 ; Fournier, 2006) s'accordent que le mouflon ou *Ovis oreintalis* serait le plus proche ancêtre du mouton domestique.

1.3.2. Domestication du mouton

La Figure 2 montre l'origine et la dispersion du mouton en Afrique. Les routes commerciales maritimes méditerranéennes ont peut-être facilité la dispersion des moutons le long de la côte nord-africaine littorale. Le mouton est l'une des premières espèces domestiquées par l'homme après le chien et la chèvre, aux alentours de 9000 – 8500 av J.C. Cette date paraît la plus raisonnable pour Lallemand (2002), la domestication du mouton est très ancienne. Elle a eu lieu dans la région du « croissant fertile » (Turquie, Syrie, Irak, Iran actuels) (Meyer et al., 2003). Le mouton apparaît pour la première fois, en Europe en 6300 av. J.C. A Argissa-Magula, il arrive en Europe occidentale quelques siècles plus tard, par voie terrestre et par voie maritime. Ces animaux étaient plus grands et avaient une toison de laine. Le mouton existait déjà en Afrique du Nord, venu par l'Egypte vers 5000 av. J.C. La répartition du mouton est mondiale, sa densité est plus forte dans les zones arides, semi-arides, méditerranéennes et en Afrique. Il existe des races de moutons trypano-tolérants, ce qui indique la présence ancienne de cette espèce sur place (Meyer et al., 2003). Le processus de domestication d'une espèce (animale ou végétale) est l'acquisition, la perte ou le développement de caractères morphologiques, physiologiques ou comportementaux nouveaux et héréditaires, résultant d'une interaction prolongée, d'un contrôle voire d'une sélection délibérée de la part de l'homme (Lauvie, 2007).

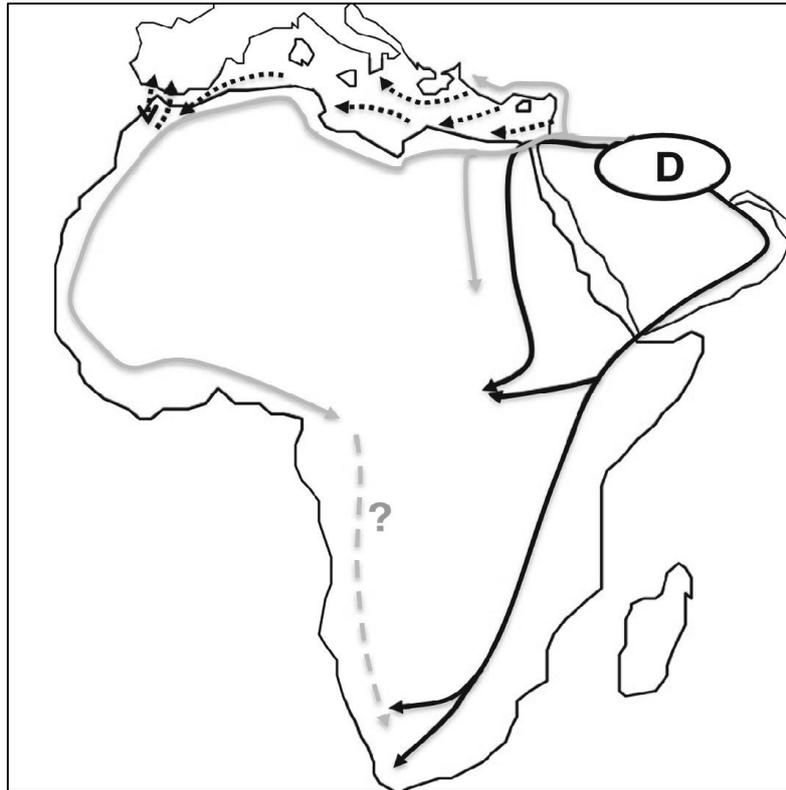


Figure 2: Domestication et distribution des moutons en Afrique

Source : Pereira et *al.*, 2006

1.4. Systématique et phylogénie du mouton domestique

1.4.1. Systématique du mouton

Herbivore du genre *Ovis*, le mouton appartient à la sous-famille des caprinaes, de la famille des bovidés. Ces bovidés dérivent du sous-ordre des ruminants embranchements des vertèbres du règne animal. La classification des moutons est la suivante selon les études antérieures (Meyer et *al.*, 2003 ; Belaid, 2012).

Règne : Animalia

Embranchement : Vertébrés

Classe : Mammifères

Sous-classe : Mammifères ongulés

Ordre : Artiodactyles

Sous-ordre : Ruminants

Famille : Bovidés

Sous-famille : Ovinés

Genre : *Ovis*

Espèce : *Ovis aries*.

1.4.2. Phylogénie du mouton

La Figure 3 montre la phylogénie des ovins dans la sous-famille des *Caprinae*.

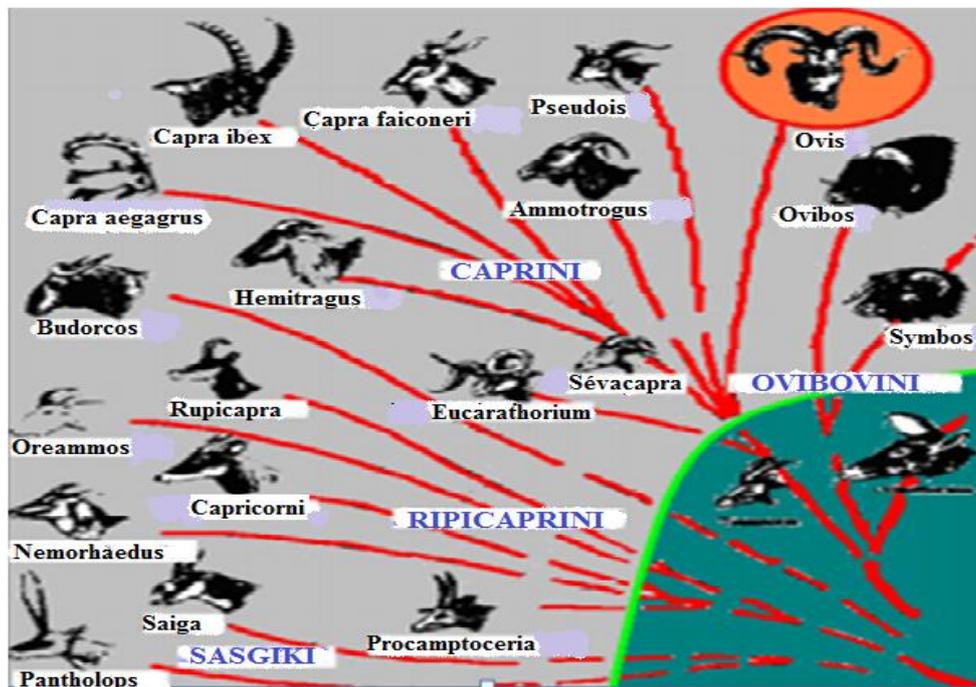
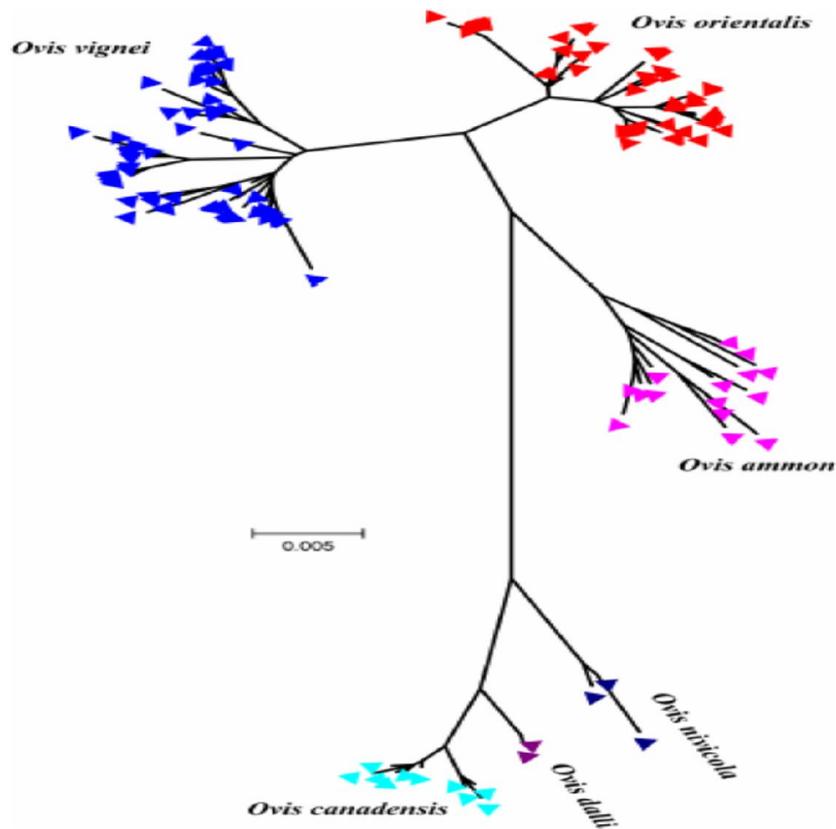


Figure 3: Phylogénie des ovins

Source : Vivicorsi (1998)

Il ressort de cette Figure 3 que le mouton regroupe plusieurs genres, mais il existait des formes intermédiaires entre le mouton et la chèvre, dont *Pseudois* (bharal du Tibet et de la Chine de l'Ouest), *Hemitragus* (tahr, intermédiaire entre la chèvre des montagnes et le mouton américain), et *Ammotrogus* (mouton de Barbarie). Ce dernier semble être le seul réel mouton, sur le plan physiologique, anatomique et comportemental, et certains auteurs pensent qu'il s'agit de l'ancêtre du mouton actuel.

La Figure 4 montre la phylogénie entre les différentes espèces de mouton genre *Ovis* (*O*) à base d'analyse comparative du cytochrome b de l'ADN mitochondriale de chacune de ces espèces.

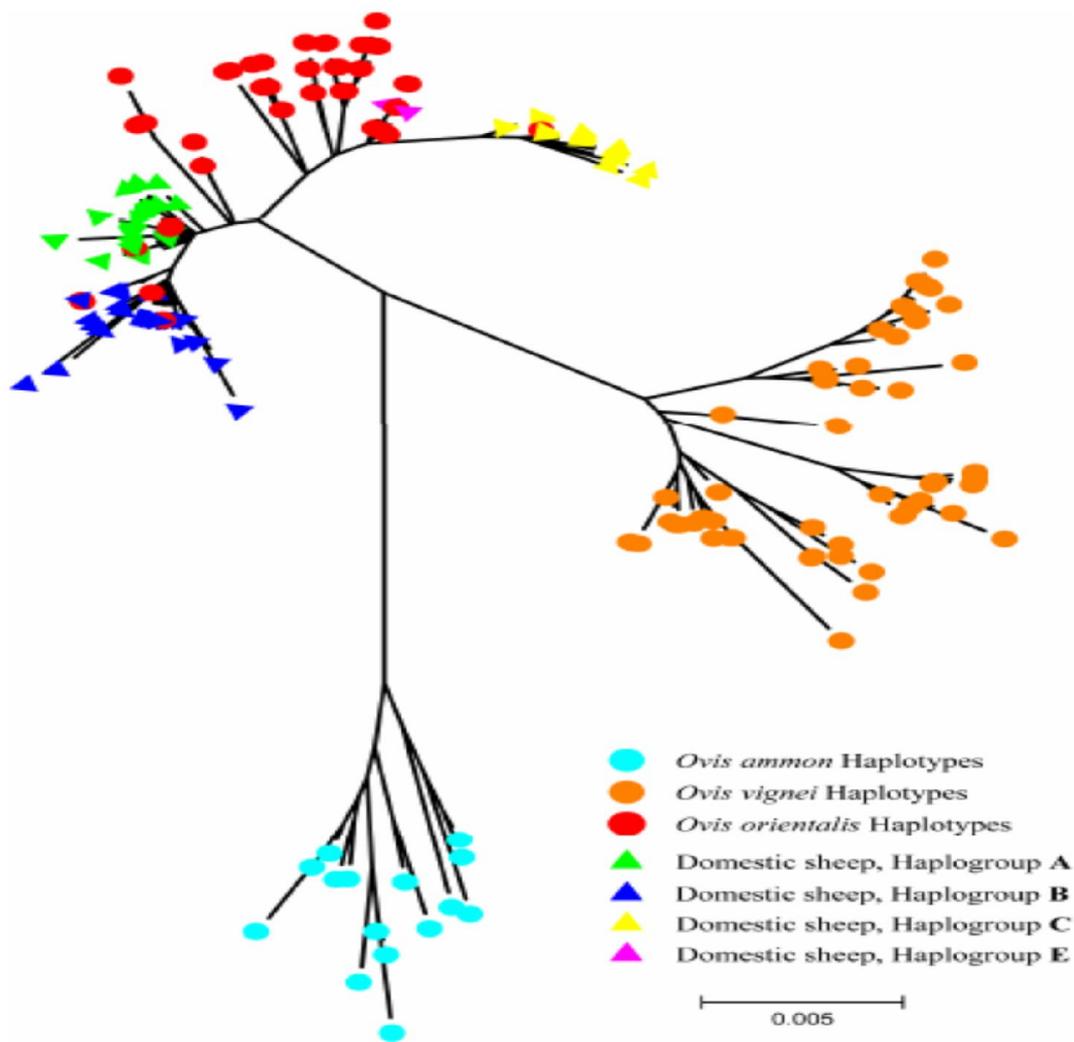


Source : Hamidreza, (2011)

Figure 4: Diversité génétique des espèces d'*Ovis* sauvages

Il ressort de cette Figure 4 que le problème le plus complexe concerne l'Urial et le Mouflon, qui ont été considérés soit comme appartenant à une seule espèce (*Ovis orientalis*) soit comme deux espèces différentes (respectivement *O. orientalis* et *O. vignei*). Ces deux taxons forment deux groupes monophylétiques fortement soutenus (valeurs de bootstrap élevées de 99 sur 100). L'ADN mitochondrial des hybrides de ces deux taxons les situe dans l'un ou l'autre des groupes parentaux, et ceci quelle que soit leur origine géographique au sein de la zone hybride. La situation des autres taxons est parfaitement claire, le mouflon européen (*O. musimon*) appartient au clade d'*O. orientalis*. Les autres espèces *O. dalli*, *O. Canadensis*, *O. nivicola* and *O. ammon* sont monophylétiques.

La Figure 5, établie une phylogénie comparative entre le mouton domestique et le mouton sauvage basée sur l'étude de l'ADN Mitochondrial (Cytochrome b) et de l'ADN nucléaire.



Source : Hamidreza (2011)

Figure 5: Relation phylogénétique entre le mouton et les trois espèces Asiatique du genre *Ovis*

Il ressort de cette Figure 5 que le mouton a bien été domestiqué à partir d'*Ovis Orientalis*. Il en est également de la localisation des individus sauvages génétiquement plus proches des domestiques. Ces deux critères nous apportent des informations sur les lieux de domestication (Hamidreza, 2011).

1.5. Classification des principales races de mouton

1.5.1. Critères morphologiques

Plusieurs classifications des races ovines sont proposées à travers le monde. Cependant la classification généralement utilisée distingue trois grands groupes d'animaux en se basant sur la forme de la queue et la taille de la laine ou poils :

- mouton à queue fine ;

- mouton à queue grasse qui est partagés en deux sous-groupes : mouton « stéatopyge » chez qui la graisse s'accumule de chaque côté de la queue et les animaux sont dits « à fesse grasse » et le mouton à queue grasse proprement dit, chez qui la graisse s'accumule autour de l'appendice caudal et
- mouton sans laine.

Comme le souligne Quemener (1997), l'absence de laine ou de queue grasse ne définit pas de manière certaine une race primaire. Les animaux de même origine ont pu conserver l'un ou l'autre de ces caractères, en fonction de l'éventuelle supériorité adaptative qu'il leur conférerait dans des milieux différents. Dans ce contexte où la prudence est de rigueur Lallemand (2002) considère que le classement prudent qui sépare les races ovines en trois grands ensembles est peut-être le plus intéressant.

1.5.2. Critères géo-climatiques

1.5.2.1. Ensemble Sud saharien

Cet ensemble, rencontré dans la moitié Sud de l'Inde et se caractérise par des proportions franchement longilignes et une absence de laine. La queue est ordinairement longue et fine, voire courte en Inde ou encore courte et grasse en Afrique de l'Est.

1.5.2.2. Ensemble Nord saharien

On rencontre ce groupe au Nord du Sahara, dans les zones arides du Moyen Orient, de la Syrie, de l'Afghanistan et dans les déserts de l'Asie Centrale et de l'Est. Sa conformation est médioligne à sub-longiligne, sa toison grossière et sa queue le plus souvent longue et grasse.

1.5.2.3. Ensemble des régions tempérées

Ce groupe s'est développé en Europe et se caractérise par des proportions médiolignes à brévilignes, avec une toison parfois grossière, mais souvent de bonne à très bonne qualité (Lallemand, 2002).

1.5.3. Classement en fonction des objectifs la production

Le Tableau 3 montre la classification des races ovines en fonction des objectifs de la production.

Tableau 3: Classification des races ovines selon leurs objectifs de productions et pays

Production	Races Ovines	Pays d'origines
Races à laine	Mérinos	France
	Races de l'Est à laine	France
Races à viande	Ile de France	France
	Southdown	Angleterre
	Chamoisé	France
	Berrichon de cher	France
	Suffol	Angleterre
	Hampshire	Angleterre
Races à viande et à laine	Avranchin	France
	Cotentin	Angleterre
	Bleu de Maine	Angleterre
	Texel	Nouvelle-Zelande
	Charolais	Angleterre
Races rustiques	Limousin	France
	Solognate	Sologne
	Bizet	France
Races laitières	Lacaune	France
	Causse du lait	France
Races à fourrure	Boukhara	Turquie
Races à forte prolificité	Romanov	Russie
	Finnoise	France

Source : Khettal et Boussadia (2003)

1.6. Caractéristiques de l'élevage du mouton au Tchad

1.6.1. Évolution du cheptel

La Figure 6 donne l'évolution du cheptel ovin de 1991 à 2019.

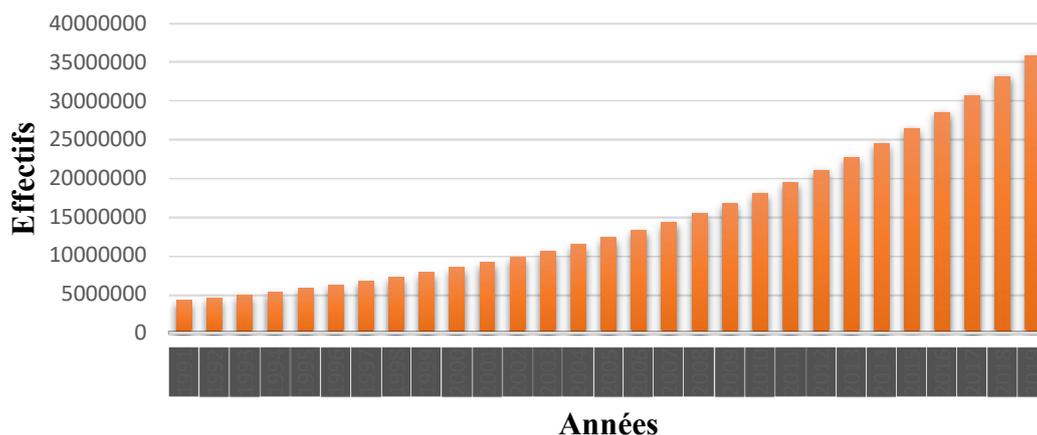


Figure 6: Évolution du cheptel ovin

Source : FAO, 2020

Il ressort de cette Figure 6, que le cheptel ovin Tchadien a considérablement augmenté sur les 30 dernières années. Le cheptel ovin est estimé à 41 772 000 de tête (RGE, 2021).

1.6.2. Principales races

1.6.2.1. Races locales

Les premières descriptions des ressources génétiques animales en Afrique subsaharienne furent publiées vers le 17^e siècle lors des missions exploratrices dans les colonies. Ces descriptions ont été reprises dans la plupart des ouvrages de synthèse qui traitent de l'élevage en Afrique (Pierre, 1906). Vers les années cinquante, la nomenclature raciale a été résumée dans le catalogue mondial de Masson (1951) remis à jour en 1957, 1969 et 1988. D'autres auteurs Joshi *et al.* (1957), Epstein (1971) et Wilson (1991) font apparaître les premières synthèses détaillées et la cartographie des ressources animales africaines à partir des données anciennes.

Les ovins sont classés en trois principaux groupes : les moutons à queue mince des zones tropicales sèches (de grande taille et nains des forêts), à queue grasse de l'Afrique de l'Est et à croupe grasse de la Corne de l'Afrique (Wilson, 1991). Au Tchad, on rencontre six principales races ovines liées aux zones écologiques : les moutons Arabes, Peul, Kababich et Barbarin pour la zone sahélienne et saharienne, les moutons Kirdimi et Mayo-Kebbi pour la zone soudanienne (Zeuh, 2000).

a) Moutons Sahéliens

- **Le mouton Arabe (Synonyme : Black maure, Mouton maure à poil long, Arabe et au mouton Touabire d'après Wilson, 1992).**

Selon Zeuh (2000), il occupe tout le Sahel à l'exception des quelques poches des troupeaux des moutons Peuls généralement en transhumance. La hauteur au garrot chez les adultes est $77,94 \pm 4,10$ cm chez le mâle et $74,00 \pm 4,54$ cm chez la femelle. Sa robe est de dominance noire (69,5 %) et des troupeaux à dominance fauve ont été observés dans le Salamat (46 à 66 %) et à Biltine (50 à 63 %). Les poils sont généralement longs (45,0 %) ou mi-longs (29,5 %) et seulement un quart des animaux présentent de poils ras. Les trois types de poils se rencontrent mélangés dans les troupeaux. Les poches de dominance n'ont pas été observées lors de notre enquête pour parler des variétés comme l'a suggéré Dumas (1980). Le chanfrein est busqué ou fortement busqué (86,7 %). Le mouton Arabe, pour sa robe noire et ses poils longs, a connu la plus longue histoire d'amélioration génétique du Tchad entre 1938 et 1958, où il a été croisé avec le mouton Karakul pour la production de fourrure (Zeuh, 1993). Le rapport entre les fréquences des mâles sans cornes (10,5 %) et des femelles cornues (10,4 %) est au point de vue génétique, très stable, pratiquement égal à un. Chez les femelles, les cornes sont rudimentaires ou réduites à des moignons. Les pendeloques sont assez fréquentes (25,1 %), généralement chez les femelles, et les oreilles sont pour la plupart tombantes (99,3 %) (Zeuh, 2000).



Figure 7: Mouton arabe

- **Le mouton Peul (Synonyme : Bororo, Oudah, Waïla, Balami, Yankassa, Bouli)**

C'est la race la plus fixée par son extérieur des ovins au Tchad. Selon Dumas (1980) chez la race Peul, le pelage est ras (92,6%). La proportion des mâles cornues est très élevée (53,6%). Les pendeloques sont très rares (2,9 %). Le chanfrein est comme chez le mouton Arabe busqué ou fortement busqué chez le mâle. Sa queue, proportionnellement mince, s'arrête au niveau du jarret (47,1 %) ou le dépasse légèrement (47,1%). D'après Zeuh (2000), la hauteur au garrot mesure chez les mâles adultes ($83,85 \pm 3,11$ cm) et chez la femelle adulte ($80,01 \pm 4,55$ cm). Les

animaux de robe bicolore, constituant un type génétique appelée Oudah, présente une robe colorée noire ou brune en avant et blanc en arrière, la séparation se faisant en milieu du corps. L'évaluation de la limite de séparation a permis d'estimer à 40% l'occupation du blanc à l'arrière main, avec une variance assez faible. Le type Waïla ne se distingue du premier que par la robe blanche. Le pelage du mouton Peul est ras (92,6%), les oreilles longues ($21,42 \pm 1,75$ cm) et pendantes. Ce mouton transhume annuellement entre les régions de l'Assalé, du Batha, du Chari Baguirrni et du Logone (Dumas, 1980).



Figure 8: Mouton Peul

- **Le mouton Kababich (Synonyme : Kababish, Dudan desert, Desert sudanese)**

Aussi charpenté et grand que le mouton Peul, la croupe du Kababich a l'apparence d'être enfoncé, se prolongeant par une queue légèrement grasse à la base et dont la circonférence peut atteindre 30 cm. Dumas (1980) a montré que, chez la race Kababich, la queue mesure (60,33 cm), la longueur du corps chez le mâle (76,33 cm) et chez la femelle (67,10 cm), la hauteur au garrot (81,66 cm) et la longueur de la tête (20,17 cm). Le chanfrein est busqué ou fortement busqué chez le mâle. Les femelles sont toujours sans cornes et le taux des sans cornes est très élevé (50%) chez les mâles. Selon Zeuh (2000), sa queue très longue dépasse toujours le jarret et touche parfois le sol. La race est caractérisée par une robe fauve (64,7%), parfois pie fauve ou blanche (23,4%). Les proportions des types de poils sont identiques au mouton Arabe : 26,5% ras, 29,4% mi-long et 44,1% de poils longs. Comme toutes les races du sahel, les oreilles sont pendantes. Une autre particularité de la race, c'est le comportement sexuel, la femelle ne s'accouple qu'avec le mâle de sa race à cause de l'anatomie particulière de sa croupe. Pour cette raison, seul le mâle est utilisé pour des croisements dans son habitat habituel de l'Est et dans les régions avoisinantes (Zeuh, 2000).



Figure 9: Mouton Kababish

Source : Zeuh, 2000

- **Le mouton Barbarin (Synonyme : Mouton Fezzanais)**

Originaire de la Libye, le mouton Barbarin est élevé par les immigrants fezzanais qui se sont implantés au nord de Mao (en zone saharo-sahélienne) et à l'ouest de cette ville. L'effectif de la race ne devrait pas dépasser un millier de têtes au total. Lors d'une mission en août 1993 par l'équipe du Laboratoire de Farcha, un seul troupeau d'environ 300 têtes de race pure a été identifié. La plupart des animaux de la race sont mélangés aux moutons Arabe à poil. Le mouton Barbarin a été décrit dans les rapports du service vétérinaire de l'Afrique équatoriale française (A.E.F) en 1958 comme un mouton à laine présentant une grosse queue, une robe de couleur blanche avec généralement la tête noire. La hauteur au garrot ne dépasse guère 60 cm (Zeuh, 2003). Compte tenu de son faible effectif et de son faible importance économique, la race n'est pas mentionnée dans les statistiques officielles de la Direction des services vétérinaires du Tchad. Fatima (2017) montre que, les animaux de cette race ont un format moins important par rapport aux autres races, ils sont moins hauts ($79,65 \pm 4,18$ cm) et moins large ($15,10 \pm 1,56$ cm) avec une tête courte ($24,30 \pm 1,53$ cm) et une profondeur de poitrine moins développée ($26,03 \pm 2,93$ cm).



Figure 10: Mouton Fezzanais

Source : Zeuh, 2000

b) Les moutons soudaniens

Les deux races du Sud, le mouton Kirdimi et le mouton du Mayo-Kébbi ont en commun l'habitat, avec pour le premier le Sud en général et le Sud-Ouest de la même zone avec une prolongation d'occupation sur le territoire camerounais pour la deuxième race. Cependant, les deux populations sont différentes tant au niveau des caractéristiques biométriques que des caractères visibles (Zeuh, 2000).

- Le mouton kirdimi (Synonyme : Mouton nain du sud, Kirdi, Djallonké, Fouta djallon)

Le mouton Kirdimi est le plus petit des races ovines et toutes ses caractéristiques biométriques sont différentes de celles du mouton du Mayo-Kébbi. Il a une hauteur au garrot de 61,32 cm, présente une robe de couleur blanc-dominant avec des tâches oculaires (65,0%) ou une tête noire (25,3%). Les animaux tout noir (1%) et tout blanc (6,8%) sont rares, par contre, le Kirdimi présente une variabilité de robes comparable aux caprins, avec une dominance du tout noir (54,2%) et de noir à ventre rouge (10,4%) (Zeuh, 2000). Selon Hidjir (2003), le mouton Kirdimi a un pelage long (59,4%), mi-long (22,9%) et court (17,7%), les oreilles du type dressé horizontal (88,5%), la queue est au-dessus du jarret (72,9%) et le chanfrein du type droit (100%).



Figure 11: Mouton Kirdimi (Cliché Djomtchaigué)

- Le mouton du Mayo-Kébbi (Synonyme : Mouton de l'Ouest, Poulfouli, Foulbé)

La hauteur au garrot du mouton du Mayo-Kébbi est comparable à celle du mouton Arabe, elle mesure chez les mâles ($76,25 \pm 7,42$ cm) et pour les femelles ($68,04 \pm 4,24$ cm). Ainsi, Zeuh (2000) a recommandé la distinction des deux populations en races contrairement à Dumas (1977) qui considère le mouton du Mayo-Kébbi comme un type génétique du Kirdimi. Le mouton du Mayo-Kébbi se rencontre aussi au Nord et à l'Extrême-Nord du Cameroun où il prend le nom de Poulfouli. L'appellation Foulbé ou Peul de DAD-IS porte confusion pour les lecteurs tchadiens (et peut-être d'autres lecteurs encore) avec le type génétique blanc du mouton Peul appelé localement Waïla qui, par ailleurs, porte l'appellation de Bororo. Le mâle est en

général cornu et femelle motte chez les deux races. Zeuh (2013) a montré que, la hauteur au garrot chez le mâle (75,25 cm) et chez la femelle (67,04 cm), la longueur du corps (65,25 cm) et la profondeur de poitrine (29,46 cm). Le chanfrein est droit (46,6%) et busqué (43,7%), les oreilles sont dressées horizontales et la queue dépasse le jarret (62,1%).



Source : Zeuh, 2000

Figure 12: Mouton Mayo Kebbi

Le Tableau 4, présente une synthèse des caractéristiques de la race locale en fonction de leur localisation.

Tableau 4: Synthèse des caractéristiques descriptives des races locales

	Oudah	Waïla	Kirdimi	Arabe	Kababish	Mayo Kebbi
Aire de répartition	Cameroun, le Tchad, le Niger, Nigeria, Mali, Sénégal,	Sénégal, du Niger, le Nord du Nigéria, le Sud du Tchad et le Nord Cameroun	Le nord du Nigéria, le sud du Tchad et le Nord-Cameroun	Toute l’Afrique de l’ouest et du centre	Zone Saharienne, Nord du Tchad, Soudan, Lybie	Sud du Tchad, Nord Cameroun
Couleur de la robe	Noir ou fauve à l’avant jusqu’à garrot et blanc sur tout le reste postérieur	Blanche	Noir	Blanc, brun à noir et blanc tachetée	Fauve avec le ventre et pattes blanc, queue grasse	Blanc avec des lunettes sur la tête
Profil facial	Largement busqué	Largement busqué	Légèrement busqué	Légèrement busqué	Légèrement busqué	Rectiligne
Oreilles	Longues et Tombantes	Larges, longues, et tombantes	Minces, courtes et pédonculé	Larges, longues, et tombantes	Longues et Tombantes	Minces, courtes et pédonculé
Corne	Moyennement développées, prismatiques, larges à la base	Longues spiralées et horizontales	Moyennement développées, prismatiques et dirigées vers l’arrière	Moyennement développées	Moyennement développées et courbé vers l’arrière	Moyennement développées, prismatiques et dirigées vers l’arrière
Hauteur au garrot	70 à 90cm	60 à 90 cm	40 à 55 cm	40 à 80 cm	70 à 80 cm	55 à 80 cm
Poids adulte moyen	45 à 80 kg	25 à 70 kg	20 à 30 kg	25 à 35 kg	25 à 35 kg	20 à 50 kg

1.6.2.2. Races exotiques

Le Tableau 5, présente les caractéristiques races ovines importées au Tchad en fonction des pays d'origine.

Tableau 5: Races ovines importées au Tchad et leurs caractéristiques

Races	Pays d'origine	Caractéristiques
Katadhin	Etats-Unis	<ul style="list-style-type: none">- Mouton à laine de couleur blanche avec la tête, les pieds et la queue noire- Taille scapulo-ischiale et au garrot 122 et 70 cm respectivement- Poids mâle et femelle 60 et 55 kg respectivement
Merinos d'arles	France	<ul style="list-style-type: none">- Mouton à laine de couleur blanche- Petite taille- Brebis pèsent entre 50 et 55 kg et les béliers entre 80 et 85 kg
Berrichon du cher	France	<ul style="list-style-type: none">- Grande taille- Les brebis mesurent 68 cm pour 70 à 90 kg et les béliers 73 cm pour 110 à 140 kg- Surtout réputé pour ses aptitudes bouchères
Karakul	Karakul entre Tashkurgan et Kashgar en Chine	<ul style="list-style-type: none">- Taille moyenne 78cm- Pesant 70 à 80 kg, la femelle adulte pèse 50 à 60 kg- Moutons à poils longs ;- Sa qualité première est sa prolificité

Sources : Zeuh (2003)

1.7. Systèmes d'élevage du mouton

L'élevage ovin est en générale de type extensif dans toute la sous-région, notamment dans les zones peu peuplées (savane et forêts), avec un important taux de divagation journalière. Dans les localités où les cultures et les constructions humaines occupent une grande partie du territoire (les régions septentrionales et occidentales des pays), les animaux sont nourris dans des enclos, gardés par des enfants ou mis au piquet pour éviter les dégâts et les conflits subséquents. Dans les systèmes de production péri-urbains, la conduite d'élevages est spécialisée, peut fournir du travail et répondre aux besoins croissants de consommation alimentaire de la population urbaine.

L'élevage ovin peut être classé selon plusieurs critères (CCNC, 2003) :

- le type de spéculation (production de viande, de lait ou élevages à double fins, la laine);
- du degré d'intensification (élevages extensifs, semi-intensifs et intensifs), sous cet angle, on parle parfois aussi d'élevages traditionnels ou d'élevages modernes ;
- des mouvements des éleveurs et de leur bétail (élevages sédentaires ou nomades, des élevages transhumants ou non) ;
- de la taille des élevages ("petits élevages", "élevages moyens" et "gros élevages") et
- de la façon dont l'élevage est combiné à d'autres activités agricoles (des élevages purs, des élevages associés à une petite agriculture, l'agriculture comprenant un petit élevage, des élevages par délégation et le ranching).

1.7.1. Système extensif

L'élevage traditionnel inclut la transhumance et l'élevage sédentaire. Il est caractérisé par une forte occupation de l'espace, une main d'œuvre réduite, familiale, sous-employée et une faible productivité (Lefort, 1985).

a) Système pastorale

Ce système se base sur la mobilité des hommes et du troupeau. La transhumance est un déplacement saisonnier et cyclique des troupeaux pour l'exploitation des ressources fourragères et hydrauliques temporaires dans un espace agraire dont les éleveurs ont la maîtrise technique par droit d'usage coutumier. Au Tchad, les éleveurs des bovins qui ont en même temps des ovins partent en transhumance avec ces derniers et reviennent à la fin de la saison sèche (la transhumance de saison sèche) ou à la fin de la saison des pluies (transhumance de saison pluvieuse). Dineur et *al.* (1985) signalent l'existence d'une conduite des animaux, les petits ruminants guidés par un berger (les enfants à plus de 40% des cas) vont aux pâturages le matin loin du village et reviennent le soir.

b) Système sédentaire

Il s'agit d'un élevage fixe sur le même territoire pendant toute l'année avec des déplacements de faible amplitude des troupeaux. Il est pratiqué dans la zone sud du Niger et du Tchad où il est associé à l'agriculture (Midani et Mireani, 2007). L'élevage sédentaire est un système d'élevage où les animaux domestiques et sauvages sont incités à se déplacer pour atténuer l'incidence des fluctuations saisonnières des ressources fourragères, et devrait être associé à des activités de productions végétales (Alary et Lhoste, 2002). Ce mode varie selon qu'on est dans la zone guinéenne ou soudanienne, on distingue l'élevage gardien, divagant et l'embouche.

- **Système gardien**

Il est rencontré dans la zone soudanienne où les animaux utilisent les pâturages autour du village sous le contrôle du propriétaire, d'un enfant ou d'un berger. Durant la saison de pluies, pour éviter les dégâts aux cultures, ils sont maintenus à l'attache et reçoivent de l'herbe (zéro grazing). C'est pendant cette période aussi que les animaux maigrissent le plus à cause de l'insuffisance de l'alimentation, des stress dus aux pluies et à la recrudescence des parasitoses.

- **Élevage en divagation**

Dans la zone guinéenne où les cultures sont éloignées des habitations, soient protégées par des palissades, les animaux sont en divagation, l'éleveur intervient peu en dehors du gardiennage. Les animaux dépendent ainsi principalement de l'exploitation des ressources du milieu naturel pour leur alimentation. Les performances reproductives sont en général faibles du fait de l'allongement des périodes improductives, mais aussi en raison des mortalités élevées des jeunes et des adultes. Le stress climatique et la disette alimentaire consécutives associées aux pathologies sont au rang des principales raisons des faibles performances reproductives (Tchoumboué et Manjeli, 1991).

1.7.2. Élevage intensif

- **Le système semi-intensif**

L'augmentation de la production est liée à un meilleur suivi sanitaire, une alimentation avec une proportion plus grande de concentrés, et de façon générale des pratiques d'élevage. L'amélioration des performances technico-économiques est recherchée, car l'insertion dans les circuits marchands est plus grande, comparativement aux autres systèmes. L'émergence de ces systèmes vise non seulement à satisfaire une demande croissante. C'est une stratégie permettant aux producteurs de tirer bénéfice de la proximité des lieux de vente des intrants, de rapprocher les unités de production des centres de consommation dans un contexte où la hausse de la demande favorise la valorisation de la fonction marchande des animaux (Lossouarn et Lapière, 1996).

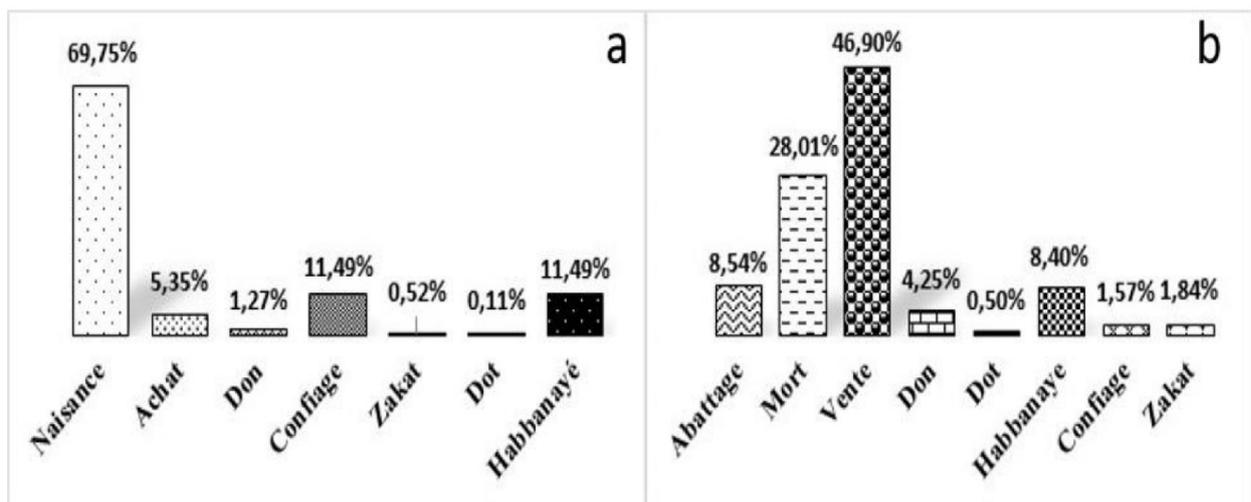
- **Embouche**

L'embouche se définit comme la préparation des animaux pour la boucherie, quelle que soit la méthode utilisée (Pagot, 1985). Très pratiquée en zone périurbaine et urbaine, cette technique implique un engraissement qui n'est autre qu'une augmentation de la masse corporelle avec une proportion plus ou moins importante de dépôts adipeux. Elle est effectuée pour avoir des

beaux animaux pour les fêtes religieuses (Tabaski) ou les fêtes familiales (baptêmes et mariage). Les animaux gardés dans une case, une hutte ou attachés à un poteau, reçoivent de l’herbe, de l’eau, des céréales et du son de céréale. Les effectifs ne sont pas élevés (2 à 3 animaux) mais certaines personnes, dans le but lucratif embouchent jusqu’à 20 petits ruminants à l’approche des fêtes (Doufissa, 1983).

1.7.3. Exploitation des moutons

Les entrées dans les troupeaux sont constituées des facteurs de la constitution et du renouvellement significatif des troupeaux (Figure 13). Les naissances, le habbanaye, le confiage ou placement et les achats constituent les principaux modes de constitution des troupeaux avec une part importante pour les naissances (69,75%) selon Yaye et *al.* (2019) et Mani (2013) au Niger. Quant aux sorties qui constituent les principaux facteurs de la baisse de la taille du troupeau, elles sont représentées par les ventes suivies des mortalités, des abattages, du habbanaye et des dons. Les ventes concernent principalement les mâles, ce constat a été également rapporté par Traoré et *al.* (2006) sur la race ovine locale Mossi au Burkina Faso. Dans les différents troupeaux, les effectifs des brebis sont supérieurs à ceux des béliers à cause de la forte exploitation de ces derniers par les ventes et les abattages d’après Thys and Ekembe (1992) au Cameroun et par Ousseini (2011) au Sénégal. Les principaux facteurs d’entrées et de sorties, surtout les naissances et les ventes, sont fonctions de la disponibilité du fourrage, donc d’une bonne saison hivernale. En effet, l’activité sexuelle des moutons n’est à son maximum que quand ils sont bien alimentés (Boussena, 2013) et les animaux ne sont rentables par la vente que quand ils sont bien embouchés (Sangaré et *al.*, 2005).



Source : Yaye et *al.* (2019)

Figure 13: Flux des animaux dans les élevages

1.8. Méthodes de caractérisation des ressources zoogénétiques

La caractérisation des ressources zoo génétiques regroupe un ensemble d'activités parmi lesquelles l'identification, la description qualitative et quantitative, la documentation des populations raciales, des habitats naturels et des systèmes de productions auxquels elles sont ou pas adaptées (FAO, 2008). Le but principal étant de recueillir les connaissances adéquates sur les ressources zoogénétiques, de leurs utilisations présentes et, éventuellement futures pour l'alimentation et l'agriculture dans des environnements définis, et leur état actuel en tant que populations raciales différentes (Rege, 1992). Longtemps resté assez confus, l'on commence à avoir une définition claire du domaine de caractérisation des ressources génétique vers les années 1950 avec les écrits de l'entomologiste allemand Willi Hennig (Belharfi, 2017).

En effet, les activités de caractérisation peuvent contribuer de manière objective et efficace à la prédiction des performances des animaux dans un environnement donné. Elles permettent la comparaison des performances potentielles des RGA dans différents systèmes de production que l'on retrouve dans une région ou un pays. L'importance des populations animales indigènes que l'on retrouve en majorité dans les pays en voie de développement, réside dans leur capacité à s'adapter aux conditions des stress biotique et abiotique locales. Mais, la majorité de ces races restent encore non caractérisées et les limites entre elles ne sont pas assez claires (FAO, 2015). La distinction entre ces races est, pour plusieurs entre elles encore, basée sur des données et informations subjectives obtenues des communautés locales. Se baser sur des suggestions historiques pour la prise des décisions stratégiques peut entraîner des biais dans la classification, l'utilisation et la conservation des RGA (Gamaniél et *al.*, 2017). Si l'on veut prendre des décisions sur les stratégies de conservation et les programmes de mise en valeur des races durables de façon autonome. Les informations qualitative et quantitative sur les races et leur milieu de vie sont nécessaire (FAO, 2008).

Au niveau national, les études de caractérisation concernent généralement les activités telles que l'identification et la description des RGA du pays y compris la taille et la structure de la population, la distribution géographique et l'environnement de production (Gamaniél et *al.*, 2017). Avec l'évolution des sciences et une compréhension plus claire des éléments de caractérisation, l'on a pu les regrouper en deux grandes catégories : la caractérisation phénotypique et la caractérisation moléculaire. La caractérisation phénotypique et génétique

moléculaire des ressources zoogénétiques est essentiellement utilisée pour mesurer et décrire la diversité génétique de ces ressources afin de les comprendre et les utiliser de façon durable.

1.8.1. Méthodes de caractérisation phénotypique

Le terme « caractérisation phénotypique des ressources zoogénétiques » désigne généralement l'identification des races distinctes et la description de leurs caractéristiques externes et productives dans un milieu de production donné. Au sein de ces directives, la définition est élargie pour inclure la description du milieu de production (FAO, 2013). Ce processus implique la synthèse des données existantes et la collecte des données sur le terrain (description, image et prise de mensurations). La description de la répartition géographique fait également partie intégrante de la description phénotypique (FAO, 2015). Les mesures physiques qualitatives et quantitatives des animaux nécessaires pour l'identification et la description des différentes populations ou races sont collectées par des enquêtes (Solomon, 2008). La mise en place des plans d'amélioration n'est possible que si l'on a une bonne maîtrise des caractères morphologique et biométriques des différentes localités géographiques, animaux et pratique d'élevage production (Gamaniel et *al.*, 2017).

Dans le cadre des travaux visant à élaborer des banques de données mondiales pour la gestion des ressources zoo génétiques, plusieurs guides de caractérisation des RGA ont été établis par différents organismes pour faciliter la collecte des données. C'est ainsi que la FAO a élaboré une liste complète des descripteurs d'animaux et d'environnements en tant que guide pour les activités de caractérisation standardisée aux différents niveaux (FAO, 1986). Cependant, ces descripteurs étaient trop complexes pour une application universelle. Par conséquent, la FAO a élaboré des formats simplifiés pour la collecte des données sur les espèces aviaires et de mammifères (FAO, 2008). La FAO (2013) a fourni également un guide pour la planification, la collecte et la gestion des données. L'ILRI, en collaboration avec la FAO (Rowlands et *al.*, 2003), a élaboré et testé une approche pour la collecte et l'analyse des informations au niveau des exploitations et des races au Zimbabwe.

L'ensemble de ces guides reposent sur l'objectif de produire les informations sûres :

- la description des caractéristiques phénotypiques de la population raciale, y compris les caractéristiques et l'aspect physiques, les caractéristiques économiques (par exemple, la croissance, la reproduction et la qualité/le rendement des produits) et certaines mesures (par exemple l'étendue) de variation de ces caractères ;

- la description de l'environnement production, de l'habitat originaire et du système de production de la population élevée spéciale (caractéristiques unique) de la population en termes d'adaptation et de production incluant les réponses aux facteurs de stress environnemental (maladies et parasites, phénomènes météorologiques extrêmes, faible qualité des aliments pour animaux) ;
- la description de toute caractéristique spéciale (caractéristiques unique) de la population en termes d'adaptation et de production ;
- des photos d'animaux mâles et des femelles adultes typiques dans leur environnement de production habituel ;
- des connaissances autochtones pertinentes sur les stratégies de gestion traditionnelles des communautés pour l'utilisation de la diversité génétique de leurs animaux d'élevage ;
- la description des actions en cours (utilisation et conservation) et les acteurs impliqués et,
- la description de toute relation génétique connue entre les races à l'intérieur et l'extérieur du pays.

1.8.1.1. Caractéristiques morphologiques

Les caractéristiques morphologiques constituent un outil de quantification rapide de la variabilité visible entre les populations animales. Les polymorphismes visibles sont très fréquents chez les animaux domestiques et sont très utilisés aussi bien pour la création de nouvelles races que pour la classification de celles-ci (Lauvergne et *al.*, 2011). Les caractères généralement utilisés regroupent entre autres, le profil, les proportions, la conformation, les aptitudes et même le phanéroptiques (Manallah, 2012).

1.8.1.2. Caractéristiques phanéroptiques

Elles constituent l'ensemble d'éléments, donc les variations de couleur de la peau et ses éléments dépendant comme le pelage, les poils, la laine, les cornes, les sabots et les onglons.

- Le pelage

En générale le pelage a pour fonction primordiale de protéger l'animal contre les intempéries de son milieu de vie. La couleur du pelage est un caractère affectant les habitudes et la survie des animaux dans leur environnement (Koseniuk et *al.*, 2018). Avec l'évolution des conditions d'élevages et les critères du marché, le pelage s'est vu attribué une attention de plus en plus grandissante. En effet la couleur du pelage varie énormément dans l'espèce ovine, elle est

rarement uniforme. Bernard (1993) lors de son étude sur la couleur de la robe des animaux a observé une disparition continue de la robe sauvage chez le mouton. La sélection des centaines de couleurs de la robe a permis de classifier les moutons selon une plus grande variation de couleur du pelage (Koseniuk et *al.*, 2018). Les races ovines peuvent arborées différente couleur du pelage (blanche, noires ou brunes) à différents degrés ou bien avec des taches plus ou moins larges (Belaib, 2012).

Les races ovines africaines possèdent une couleur du pelage très variées. Ainsi Dayo et *al.* (2015) au Togo ont déterminé que le type d'eumélanine varie significativement entre les espèces. Les moutons Djalonké étaient majoritairement noir (40,2%) ou roux (40,2%). Le mouton sahélien avait une robe blanche (87,67%) et leur croisés Vogan étaient majoritairement roux (56,73%) ou noir. Amadou et *al.* (2006), Tamini et *al.* (2014) au Burkina Faso, rapportent que les ovins Mossi sont majoritairement bicolores blanc et noir (50%) avec des poils. Chez les moutons des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun, deux robes sont dominantes, la robe blanche (47%) et la robe blanc-noir (39%) selon Tadankeng (2015). La couleur de la robe des animaux est diversifiée : allant du blanc (34%), noir (17%), au noir-blanc (16%). Le type eumélanine noir (44,31 %) est fréquemment observé chez le mouton Peul-peul, suivi du noir-feu et du brun avec des fréquences respectives de 38,32 % et 17,37 % d'après N'Diaye et *al.* (2018).

- Les cornes

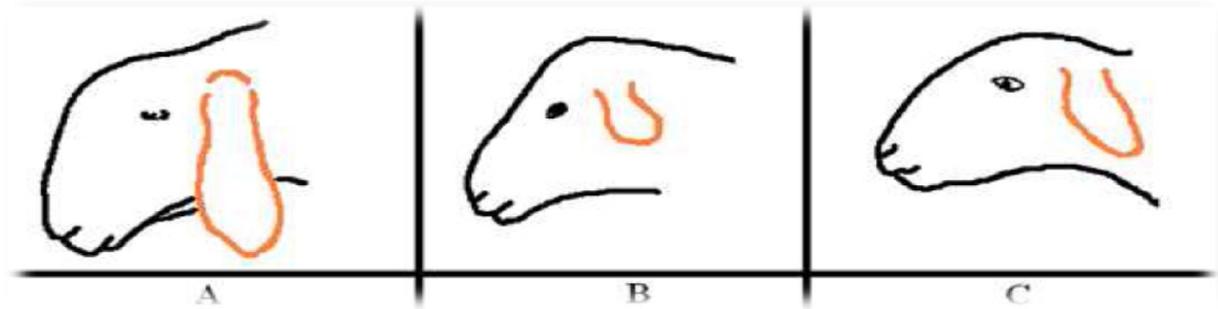
Les cornes, chez les moutons suivent une variation inter et interraciales (Belaib, 2012). Elles peuvent être soit absentes ou présentes avec différentes formes et orientations. Chez le mouton Djalonké, les mâles ont généralement les cornes mais très peu de femelles (1,15%) ont des cornes (Aliou, 1997 ; Dayo et *al.*, 2015). Néanmoins, chez les moutons touabires (22,6%) et Peuls (59,9%), les femelles portent des cornes (Aliou, 1997). Les Cornes chez les ovins peuvent être droites, en spirales, enroulées, vers l'avant, vers l'arrière (Aliou, 1997 ; Tadankeng, 2015 ; Dayo et *al.*, 2015). Les cornes peuvent également être utilisées pour l'aspect ornement et pour la classification des sous espèces ovines dans le monde.

- Les oreilles

Les oreilles des animaux ont pour principales fonctions l'audition. Mais pour certains animaux du climat chaud, elles jouent un rôle important dans la régulation de la température ambiante. Les oreilles, chez les moutons sont très variables (Marmet, 1971). Aliou (1997) a identifié différentes formes d'oreilles chez certaines races ovines, tombante (Peul et Touabir) et

légèrement oblique chez le Djalonké. Le mouton de type black belly présente des oreilles soit horizontales (Shelton et *al.*, 1990) soit petites et pendantes (Manjeli et *al.*, 1998).

La Figure 14 présente une représentation schématique des oreilles de mouton d'après Bonacini (1982).



Oreilles longues et pendantes Oreilles petites et dressées Oreilles horizontales

Figure 14: Orientation des oreilles chez les moutons

- Les pendeloques

Encore appelés pampilles, sont des formations cutanées ou excroissances de la peau en forme de tube situé sous la gorge (Quittet, 1976 ; Amegee, 1983). Elles peuvent être unies ou bilatérales et présentent chez les deux sexes. Elles sont plus ou moins développées et pouvant atteindre 10 à 12 cm chez certains animaux (Amegee, 1983). Ce caractère est dominant et aurait une influence sur la reproduction et la production laitière (Casu et *al.*, 1970 ; Wang, 1980 ; Machado et *al.*, 2000).

1.8.1.3. Conformation générale

En général, les ovins possèdent un corps cylindrique (Merghem, 2018). Mais il existe une très grande variabilité pour la taille des ovins, certains sont hauts sur pattes, allongés et étriqués, d'autres sont à pattes courtes et trapues (Marmet, 1971). Ces variations ont permis à différents spécialistes, de classifier les ovins selon différents paramètres dont les plus courants sont les proportions, le profil et le format (Aliou, 1997 ; Cheik et Hamdani, 2007 ; Pura et *al.*, 2018).

a) Les proportions

- Les ovins longilignes

Les proportions des longueurs sont plus développées que celles des largeurs (Merghem, 2018). Les extrémités, le cou et la croupe sont généralement longs mais fins (Fitzhugh et Bradford, 1980). Les moutons de ces types ont un indice corporel généralement supérieur à 0,88 cm

(Arora, 2010 ; Dayo et *al.*, 2015 ; Pura et *al.*, 2018). Ils sont haut sur patte et ont un format long. Certaines races longilignes sont de type Peul comme la race Vogan (Amegee, 1983 et Alilou, 1997).

- **Les ovins médiolignes**

Ils ont des conformations moyennes, et sont intermédiaires entre les deux catégories extrêmes (Marmet, 1971). Ils possèdent une tête assez large et sont adaptés pour une production mixte viande et laine (Laoun, 2007). Ils ont généralement un indice corporel compris entre 0,66 et 0,88, c'est-à-dire ces animaux ont un format moyen et taille intermédiaire selon Arora (2010).

- **Les ovins brévilignes**

Ces animaux sont généralement courts sur pied et développés en largeur. Le front est large, le cou réduit et les membres courts (Laoun, 2007). Ils ont généralement un indice corporel inférieur à 0,66. Ces animaux ont un petit format et cour sur patte d'après Arora (2010).

b) Le profil

Les ovins peuvent être classifiés selon trois grands profils (Laoun, 2007).

- **Le type rectiligne**

Selon Cheik et Hamdani (2007), le type rectiligne est constitué des moutons ayant une uniformité des lignes et des silhouettes. Le front et le chanfrein sont droits, le cou et le dos sont rectilignes. Les pattes sont verticales et la croupe droite.

- **Le type convexiligne**

Pour ce type toutes les lignes du mouton sont convexes dans ce groupe. Ils ont généralement le front et le chanfrein convexes, des oreilles tombantes et pendantes. Avec un dos voûté et un cou en forme de cygne, ces animaux ont les membres arqués et une croupe abaissée sur les côtés et présentant des saillies au niveau des épines dorsales. La Limousine et Noire de Velay sont des moutons ayant ce profil (Cheik et Hamdani, 2007).

- **Le type concaviligne**

Le profil céphalique est concave et le chanfrein retroussé. On remarque également des oreilles plus redressées et le dos ensellé.

c) Le format

Ce caractère indique généralement la taille ou le poids de l'animal ; pour cela, on distingue en général le mouton ellipométrique, eumétrique et hypermétrique (Tableau 6).

Tableau 6: Les différentes classes en fonction de poids

Classes	Ellipométriques	Eumétriques	Hyperométriques
Poids	<40 kg	50 -70 kg	>80 kg

Source : Cheik et Hamdani (2007)

Il ressort du Tableau 6 que la classe hyperométrique a un poids supérieur à 80 Kg par rapport aux autres classes Eumétriques et Ellipométriques.

1.8.1.4. Les principales mensurations corporelles chez les ovins

L'une des difficultés majeures pour la conservation et l'exploitation des ressources génétiques animales est le manque d'information sur les caractéristiques et sur les systèmes de productions qui leurs correspondent le mieux (Edilberto et al., 2011). La maîtrise des variations au sein des caractères morphobiométriques constituent la première étape pour la caractérisation génétique des animaux (Delgado et al., 2001). Les mensurations constituent une base d'information importante pour la sélection (Yakubu et al., 2009). D'après plusieurs auteurs, les mensurations corporelles sont utilisées pour apprécier le type et la fonction chez les bovins à viande, les vaches laitières, les moutons et les chèvres, mais également la valeur animale comme potentiel d'élevage (Salako, 2006).

a) Hauteur au Garrot (HG)

Elle a longtemps été l'unique et la principale mensuration utilisée dans la caractérisation des ressources animales (Epstein, 1971). Elle représente la distance entre la haute pointe du garrot jusqu'au-dessous du sabot du membre antérieur. Elle a généralement une corrélation positive avec le poids vif de l'animal (Amadou et al., 2006). La hauteur au garrot varie selon les races et le sexe de moutons.

Dayo et al. (2015) au Togo ont enregistré respectivement les HG de 54,633 cm ; 71,65 cm et 75,43 cm chez le mouton Djalonke, Vogan et Sahélien. Arora et al. (2010) rapportent une HG de 67,7 cm chez le mouton Ganjam en Inde. Amidou et al. (2006) ont enregistré pour la race Mossi du Burkina Faso, des HG de 51,6 cm et 46,9 cm chez le mâle et la femelle respectivement. Denis (1975) a enregistré une hauteur au garrot de $64,8 \pm 11$ cm chez le mouton Peul du Sénégal. Plusieurs auteurs (Vallerand et Branckaer, 1975 ; Charray et al., 1980 ; Tobit, 1990 ; Wilson, 1992) ont trouvé de HG allant de 40 à 60 cm chez le mouton Djalonké au Cameroun. Tadankeng (2015) a enregistré des HG semblables sur les moutons des hauts plateaux de l'ouest Cameroun ($60,59 \pm 8,30$ cm).

b) Longueur du corps

Cette mesure nous renseigne sur le profil de l'animal et est généralement répartie en deux : la longueur du corps et la longueur scapulo-ischiale (Meutchieye, 2008). Arora et *al.* (2010) ont enregistré respectivement des longueurs du corps de $60,7 \pm 0,50$ cm et $58,7 \pm 0,36$ chez le mâle et la femelle de la race Ganjam en inde. Par contre, Sibomana (1998) a obtenu une longueur moyenne de $83,08 \pm 6,00$ cm chez le mouton local Rwandais et Burundais. Au Nigeria, Yunusa et *al.* (2013) ont trouvé chez la race Yankasa, une longueur du corps de $66,93 \pm 0,43$ cm ; $69,97 \pm 0,42$ cm pour la race Uda ; $71,06 \pm 0,67$ cm pour la race Balami et $57,82 \pm 0,53$ cm pour le West Africa Dwarf. Tadakeng (2015) au Cameroun a trouvé des longueurs du corps de $76,75 \pm 12,28$ cm chez les ovins des hauts plateaux de l'ouest Cameroun. Denis (1975) a obtenu une longueur scapulo-ischiale de $64,8 \pm 1,0$ cm chez le mouton Peul au Sénégal. On peut observer que la longueur du corps est un caractère qui distingue les races selon leur origine et leur adaptation aux conditions agroécologiques.

c) Pourtour thoracique

Les mesures de la poitrine regroupent, le pourtour thoracique, la profondeur de la poitrine, la largeur de la poitrine. Différents auteurs (Bouchel et *al.*, 1997 ; Lauvergne, 2007) ont conclu que les dimensions de la poitrine donnaient une information sur le potentiel métabolique de l'animal. Chez le mouton, les études antérieures (Djallonké et *al.*, 1980 ; Tobit, 1990 et Wilson, 1992) ont enregistré un pourtour thoracique de 75 cm alors que Vallerand et Brankaert (1975) ont trouvé un pourtour de 67 cm chez les mêmes moutons au Cameroun. Arora (2010) a enregistré un pourtour thoracique allant de $72,7 \pm 0,68$ cm à $69,5 \pm 0,47$ cm chez les moutons Ganjam en inde. Rodirogo et *al.* (2015) en Chili ont trouvé des pourtours thoraciques de $107,33 \pm 12,99$ chez les races Dorset, $93,71 \pm 9,66$ chez le Corriedale et $105,68 \pm 8,71$ chez les races Suffolk. Amegee (1983) a obtenu au Togo chez la race Vogan, un périmètre de thoracique de 84 et 85 cm respectivement chez les brebis et les béliers. Chez le mouton Peul sénégalais, Denis (1975) a obtenu un pourtour thoracique de $75,3 \pm 1,7$ cm. Au Cameroun, Tadakeng (2015) a obtenu un pourtour thoracique moyen de 69,07 cm, une profondeur moyenne de la poitrine de 29,50 cm et la largeur moyenne de la poitrine est de 22,54 cm sur les races ovines de l'ouest Cameroun. Chellig (1992) en Algérie a trouvé des pourtours thoraciques respectivement de 67 cm, 70 cm et 76 cm chez la brebis et 84 cm, 71 cm et 81 cm chez le bélier. Dayo et *al.* (2015) au Togo ont enregistré une profondeur de la poitrine de $25,243 \pm 3,25$ cm, $31,502 \pm 3,09$ cm, $33,171 \pm 2,74$ cm respectivement chez le Djallonké, le Vogan et la race Sahélienne. Il ressort

que les moutons sahéliens ont des mensurations supérieures aux moutons soudaniens et guinéens.

1.8.1.5. Les mesures de la tête et de la queue

Amadou *et al.* (2006) au Burkina Faso, une longueur moyenne de la tête de $14,47 \pm 0,04$ a été trouvée. Dayo *et al.* (2015) au Togo ont rapportés respectivement $14,672 \pm 1,57$ cm, $17,44 \pm 1,55$ cm, $17,56 \pm 1,22$ cm chez le Djalonké, le Vogan et la race Sahélienne. Au Nigeria Yunusa *et al.* (2013) ont trouvé chez la race Yankasa une longueur de la tête de $24,36 \pm 0,15$ cm, $26,36 \pm 0,19$ cm pour la race Uda, $25,91 \pm 0,26$ cm pour Balami et $21,21 \pm 0,23$ cm pour West Africa Dwarf. Par contre, au Cameroun Charray *et al.* (1980), Tobit (1990) et Wilson (1992) ont trouvé une longueur de la tête comprise entre 18-20 cm chez le mouton Djallonké. Cependant, Denis (1975) a obtenu une longueur de la tête de $19,9 \pm 0,4$ cm chez le mouton Peul au Sénégal. Charray *et al.* (1980) rapportent que chez le mouton du Macina, la longueur de la tête est de 25 cm, Tadakeng (2015) a enregistré pour les moutons des hauts plateaux de l'ouest, une longueur de la tête de 16,66 cm.

Dayo *et al.* (2015) au Togo ont rapporté des longueurs de la queue de $27,47 \pm 8,0$ cm, $45,24 \pm 6,23$ cm, $48,20 \pm 5,37$ cm, respectivement chez le Djalonké, le Vogan et la race Sahélienne. Au Cameroun Tadakeng (2015) a répertorié une moyenne de longueur de la queue de $27,94 \pm 4,90$ cm, au Burkina Faso ont enregistré une longueur moyenne de la $31,83 \pm 0,11$ cm. Charray *et al.* (1980), Tobit (1990) et Wilson (1992) ont trouvé la longueur de la queue de 25 cm chez le mouton Djallonké. Ce résultat est conforme à celui de Vallerand et Branckaert (1975) chez le même mouton au Cameroun.

1.8.1.6. Mesure des appendices cutanés

Les moutons et autres ovins primitifs possèdent, à l'origine des oreilles petites et dressées. Après la domestication, elles se sont développées en devenant longues et tombantes (Shelton (1977). Bouchel (1995) a révélé que les oreilles ont un rôle important dans la thermorégulation. Au Cameroun, Tadakeng (2015) a répertorié une moyenne de longueur de l'oreille de $11,21 \pm 2,11$ cm sur les moutons des hauts plateaux de l'Ouest. Amadou (2006) a trouvé des longueurs d'oreille de $13,78 \pm 0,05$ cm. Alilou (1997) a identifié différente forme d'oreille chez certaines races ovines, tombant chez la race Peul et Touabir, chez le Djalonké légèrement oblique. Le mouton de type Peul présente des oreilles longues et tombantes (N'Diaye *et al.*, 2018). En effet, ses variations pourraient s'expliquer par le fait que la variation de longueur de l'oreille est une

adaptation à la thermorégulation. Les moutons des régions chaudes développent ainsi des oreilles plus longues que ceux résidant dans les régions froides.

1.8.1.7. Les indices biométriques du mouton

L'évaluation de la conformation nécessite la mise en place des modèles standards parmi lesquelles les indices biométriques propres à chaque races (Salako, 2006). Ce sont des rapports entre les mensurations corporelles qui rendent compte des proportions entre les parties de l'organisme des ovins et autres races (Bouchel, 1995). Les relations entre certaines mensurations corporelles ou entre les mensurations corporelles et le poids vif permettent de déterminer divers indices zoométriques importants pour estimer le développement des animaux ou sont adaptabilité (Felipe et *al.*, 2005). Plusieurs indices ont été développés, pour fournir des informations précises sur les races ovines :

- les indices d'archaïsmes (caudal et auriculaire) permettent d'analyser le peuplement ovin ;
- l'Indice Corporelles (ICo) permettant d'analyser la conformation de l'animale (l'animal est longiligne, médioligne ou bréviligne) ;
- l'Indice de Gracilité sous-sternale (IGs) et l'indice Ariculo-thoracique qui donne une analyse du format de l'animal ;
- l'Indice de Longilignité (IL) qui donne une analyse de la forme du corps de l'animal. Les indices fonctionnels à savoir ;
- l'Indice de Masse corporelle (IM) donne une analyse de la relation entre les extrémités et la masse corporelle ;
- l'Indice Dactylo-cephalique (IDT) donne une analyse sur le niveau de la sélection ayant lieu. Au Sénégal, Gueye (1997) a enregistré les valeurs de IGs de 1,61 chez le mouton Touabire, 1,51 chez le mouton Peul et 0,59 chez le mouton Djallonké au Sénégal. Alors que Tadakeng (2015) a rapporté les indices suivants pour les moutons des hauts plateaux de l'ouest : $0,90 \pm 0,08$ (ICo) ; $1,13 \pm 0,10$ (IM) ; $0,79 \pm 0,07$ (IC).

1.8.1.8. Les équations baryométriques chez le mouton

Le contrôle pondéral de la croissance du gros bétail a été à la base du développement des équations barimétriques, elles sont basées sur les corrélations qui existent entre les mensurations corporelles (Poivey et *al.*, 1980). Il existe plusieurs types d'équation de prédiction du poids vif, mais chez les plus petits ruminants, les plus faciles à manipuler et à vérifier sont les équations linéaires (Thys et Hardouin, 1991). Les régressions multiples peuvent être

utilisées pour la prédiction du poids vif (Bhadula *et al.*, 1979). Les équations de régression linéaire multiples suivantes ont été trouvées entre le poids vif et le PT, la HG :

$$Y \text{ (kg)} = 0,35 \text{ PT (cm)} - 0,11 \text{ HG (cm)} + 4,48 \text{ (r = 0,81 et P < 0,05) (Traoré et al., 2006)}$$

$$Y \text{ (kg)} = 0,5002 \text{ HG (cm)} + 55,301 \text{ (Baenyi et al., 2018)}$$

1.8.1.9. Structure et relations génétiques entre les populations ovines

Les individus se ressemblent et se différencient par un ensemble de variables qui rendent difficile la détermination et la classification des groupes taxonomiques au sein des populations animales (FAO, 2013). Des analyses multivariées permettent de distinguer parmi les variables d'intérêt pour distinguer les populations et évaluer les caractères morphologiques nécessaire pour classer les groupes.

a) Structure de la population

L'étude des relations entre caractéristiques morphométriques et les races animales a été plus efficace grâce à l'usage des méthodes multivariées tel que l'analyse en composante multiple (Widya et Fahrul, 2019). Elle permet d'établir la structure de populations au sein de plusieurs espèces animales dans les études antérieures (Arora *et al.*, 2010, Tadankeng, 2015, Pura *et al.*, 2019 ; Widya et Fahrul, 2019).

Selon Cavalli-Sforza *et al.* (1994), l'ACP est une méthode statistique qui met en évidence la variabilité au sein de la population en réduisant un grand nombre de variables en un plus petit nombre de variable sans perdre trop d'informations. Elle propose une représentation dans un espace de dimension réduite. L'ACP transforme de façon linéaire les variables initiales en un ensemble de variables non corrélées (appelées composantes principales). Elle explique pour l'essentiel la même information statistique (variance) que l'ensemble originel de variables (FAO, 2013). Ces nouvelles variables, définissent des plans factoriels servant de base à une représentation graphique plane des variables initiales (Liberato *et al.*, 1999). Les premières composantes qui sont souvent les plus importantes expliquent la majeure partie de la variance. Les axes orthogonaux contribuent de manière indépendante permettant de discrimination des groupes d'individus (FAO, 2013). Yakubu (2013) et Osaiyuwu (2010) avaient obtenu 3 composantes après l'analyse discriminantes des mensurations collectées chez les moutons Yankassa et Balami du Nigeria.

b) Relation génétique entre populations

Elle repose sur la construction d'un arbre phylogénétique permettant de décrire efficacement, les relations entre les taxons (FAO, 2013). En systématique biologique, il existe plusieurs méthodes de classification, mais la plus utilisée est la classification ascendante hiérarchique selon le procédé SAHN (Sequential, Agglomerative, Hierarchic and Non- overlapping). Dans cette méthode, les différents groupes taxonomiques initiaux sont successivement agglomérés en un nombre de groupe inférieur. Cette procédure aboutit à un arbre hiérarchique (ou classification) à partir duquel le nombre désiré de groupes homogènes (regroupements) peut être dérivé (FAO, 2013).

Cependant, des études de confirmation sont encore rares pour certains caractères jugés trop divergents chez le mouton (Millar et Lauvergne, 1990). Les efforts de caractérisation moléculaire, sur des études chromosomiques, commencent à ouvrir des perspectives nouvelles en analyse phylogénétique (Boichard et *al.*, 2014).

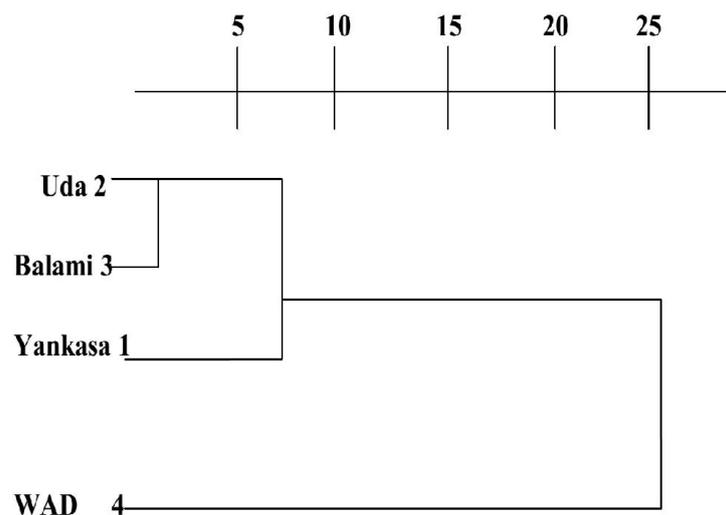


Figure 15: Dendrogramme montrant la dissimilarité et similarité entre les moutons Peuls au Nigéria (Yunusa et *al.*, 2013).

Il ressort de cette Figure 15, que les types Uda, Balami et Yankassa appartiennent à un même groupe et plus rapprochés par rapport au WAD qui appartiendrait à un autre groupe.

1.8.1.10. Déterminismes génétiques des caractères morphologiques

Les caractères morphologiques suivent l'héritage mendélien simple, mais le mécanisme d'héritage de certaines couleurs de pelage chez les moutons est plus complexe et sous le contrôle d'un grand nombre de loci et d'autres mécanismes tels que l'épistasie. L'intérêt de la recherche

pour le caractère qualitatif chez le mouton est ancien. La plupart de ces travaux ont été réalisés par peu d'auteurs ; parmi eux, Lauvergne (1987) est l'un des pionniers en ce qui concerne les couleurs de mouton. Cependant, depuis l'avènement des nouvelles technologies, les moutons n'ont pas encore bénéficié d'investigations approfondies de ces caractères, à savoir la couleur du pelage et les tétines surnuméraires. Le Tableau 7 donne les locus et allèles proposés et si possible, les gènes responsables.

Tableau 7: Déterminisme génétiques des caractères morphologiques

Caractères	Locus	Allèles	Phénotype	Sources
Barbiche	Bd	Bd ^b , Bd ⁺	Présence ou absence	Asdell et Buchana (1928)
Long, Oreille	EL	EL ^r , EL ⁺	Long ou court	Audiot et <i>al.</i> (1985)
Port Oreille	EC	EC ^p , EC ⁺	Port Oreille	Ghelardoni (1956)
Diminution Oreil	ECr	ECr ^c , ER ^c	Dim Oreille	Lauvergne et <i>al.</i> (1987)
		Ho ^p , Ho ⁺	Présence ou absence	Lauvergne (1989)
Pool/PIS	Ho	PIS ^{-/-}	Conversion en femelle (stérile), infertilité masculine	Pailhoux et <i>al.</i> (2001)
		PIS ^{+/-}	Slightly, hyper fertile	Pailhoux et <i>al.</i> (2005)
Réduction des cornes	HR	HR ^r , HR ⁺	Réduction des cornes	Lauvergne et <i>al.</i> (1993)
Pendeloques	Wa	Wa ^w , Wa ⁺	Présence ou absence	Ricordeau (1996)
Spotting	S	S ^s , S ⁺	Spotting	Lauvergne (1982)

Source : Adapté de Lauvergne et *al.* (1993).

1.8.2. Méthodes de caractérisation moléculaire

La caractérisation génétique moléculaire étudie le polymorphisme des molécules protéiques sélectionnées et des marqueurs d'ADN pour mesurer la variation génétique au niveau de la population. Le niveau de polymorphisme observé dans les protéines étant faible et, par conséquent, l'applicabilité aux études sur la diversité étant limitée. Les polymorphismes au niveau de l'ADN sont les marqueurs de choix, pour la caractérisation génétique moléculaire (FAO, 2013). Les avancées récentes en technologie génomique ont été d'un apport majeur en production animale. La disponibilité accrue en outil d'étude moléculaire a très fortement impacté les études sur les RGA et la gestion (FAO, 2015). La caractérisation génétique

moléculaire s'entend principalement pour explorer la diversité génétique au sein et entre les populations animales et déterminer les relations génétiques parmi ces populations. Elle se définit ainsi comme étant une procédure complémentaire à la compréhension des caractères phénotypique, leur mode de transmission entre les générations, dans la structure génétique d'une race, ainsi que le niveau de variabilité et de relation entre les races (FAO, 2015).

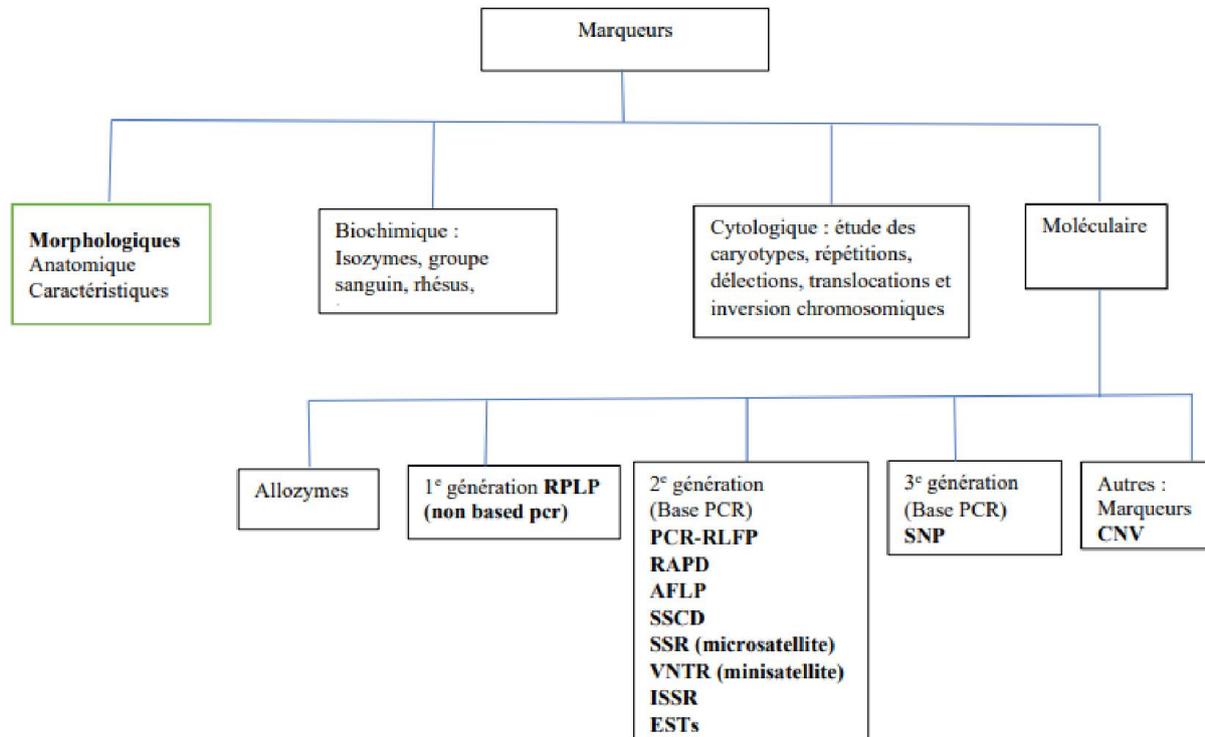
De façon plus spécifique, les résultats du travail de laboratoire sont utilisés pour :

- déterminer les paramètres intra et interraciale ;
- identifier les localisations géographiques des populations particulières et/ou de mélange génétique entre les populations d'origines génétiques différentes ;
- fournir des informations sur les évolutions (arbres phylogénétiques) et déterminer les centres d'origines et les routes de migration ;
- mettre en œuvre des activités de cartographie génétique, y compris l'identification des porteurs de gènes connus ;
- déterminer les liens et la paternité génétique (les empreintes de fragments de restriction d'ADN) au sein des populations ;
- soutenir l'amélioration génétique assisté par marqueurs des populations animales ;
- établir de répertoire d'ADN recherche et le développement (FAO, 2005).

Plusieurs marqueurs ont été développés depuis les années. Les polymorphismes des protéines ont été les premiers marqueurs utilisés pour les études génétiques dans le secteur de l'élevage.

Cependant, le nombre de loci polymorphiques pouvant se doser et le niveau des polymorphismes observés aux loci sont souvent faibles, ce qui limite beaucoup leur application aux études sur la diversité génétique. Les groupes sanguins et les polymorphismes biochimiques des animaux domestiques sont étudiés depuis le début des années 60 et ils ont dès cette époque été utilisés pour comparer des races et étudier les relations entre elles (Grosclaude et *al.*, 1990). Cependant, ce n'est qu'à partir des années 1990, avec le développement de la cartographie génétique et des marqueurs moléculaires que des marqueurs ont pu être localisés avec précision sur les chromosomes, et en nombre suffisant pour réaliser une couverture adéquate des génomes et assurer ainsi la représentativité des marqueurs choisis (Foulley et Olivier, 2006). Avec le développement de nouvelles technologies, les polymorphismes d'ADN sont devenus les marqueurs préférés lors des analyses moléculaires de variation génétique (FAO, 2013).

Firas et al. (2015) ont classifié les différents marqueurs jusqu'ici utilisés en trois grands groupes à savoir : les variantes de protéines (Allosymes), les polymorphismes des séquences d'ADN et les variations répétées d'ADN (Figure 16).



Source : Adapté de Dhutmal et al. (2018), Kouam et al. (2021)

Figure 16: Principaux types de marqueurs utilisés en sélection animale

NB : Les marqueurs en gras sont les plus utilisés dans les études de sélection et de biodiversité afin d'accéder aux déterminants génétiques. RFLP = Polymorphisme de longueur de fragment de restriction ; CAP = polymorphisme d'amplification de clivage ; RADP = ADN polymorphe amplifié aléatoirement ; AFLP = Polymorphismes de longueur de fragment amplifiés ; SSCP = Polymorphisme de conformation monobrin ; SSR = marqueurs de répétition de séquence simple ; VNTR = nombre variable de répétitions en tandem ; ISSR = répétitions de séquence simple inter ; EST = étiquette de séquence exprimée ; CNV = Variation du numéro de copie.

1.8.2.1. Allozymes

Les allosymes sont des variantes d'enzymes qui, grâce à leurs différences alléliques peuvent être visualiser par électrophorèse (Firas et al., 2015). C'est une technique développée pour identifier la diversité génétique dans les populations sauvages et reste une méthode à faible coût et assez objective en plus du fait que les techniques utilisées sont universelles (Avisé, 1994). En effet, la constitution en acides aminés d'une enzyme peut varier entre les individus, ce qui

va affecter sa charge électrique. Dans cette technique, ce n'est pas l'ADN en lui-même mais les protéines issues des gènes. Les différentes formes (allèles) de l'enzyme peuvent alors être séparées par électrophorèse (en fonction de leur charge électrique) et sont appelées allosymes (Renaud Kaeuffer, 2008). Le problème majeur des allozymes reste leur neutralité très relative à l'origine de biais dans l'étude de la structuration génétique ou des effets de dérive génétique (Avisé, 2004). Mais, également le faible nombre de marqueurs disponibles (limité par le nombre d'enzymes isolables) et le nombre relativement faible d'allozymes pour une enzyme donnée limitent la précision des études (Avisé 2004, Kaeuffer, 2008).

1.8.2.2. ADN Mitochondrial (mtDNA)

L'ADNmt est un génome extra-chromosomal dans la mitochondrie de la cellule hors du noyau, il est hérité de la mère sans aucune contribution du père (Avisé, 1994). Même s'il ne représente qu'une petite fraction de la taille du génome de l'organisme, il a été et de loin, le marqueur le plus populaire pour étudier la diversité moléculaire chez les animaux au cours des quatre dernières décennies (Galtier, 2009). Il a été démontré que le manque d'efficacité des mécanismes de réparation de l'ADNmt accélérât son évolution (mutation) comparée au reste du génome (Wilson et *al.*, 1985). Selon Avisé (2004), la large diversité génétique observée à ces séquences permet des études très fines de phylogénie. De plus, l'ADNmt est facilement amplifié car les séquences d'initiations (primers) sont quasiment les mêmes pour toutes les espèces (Kaeuffer, 2008). Selon El Hage (2017), l'analyse du polymorphisme de l'ADNmt est parfaitement adaptée à l'étude de l'origine et de l'évolution des espèces, de l'utilisation de l'ADNmt comme marqueur génétique de choix pour ces études et sont bien connues. De plus l'ADNmt est très variable dans les populations naturelles en raison de son taux de mutation élevé, ce qui peut générer un indicateur sur l'histoire des populations à courts intervalles de temps étant transmis verticalement par la mère à la descendance.

Le Tableau 8 montre les paramètres de la diversité génétique des séquences ANDmt chez les Djallonké.

Tableau 8: Paramètres de la diversité génétique des séquences ADNmt chez le mouton Djallonké

Parameters	Values
N	15
h	14
Hd ± e.t.	1.0000±0.027
K	62.945
S	354
Indels	40
π ± e.t.	0.11082±0.062
D	-2.23540 p< 0.01
Fu's test	-1.053 p= 0.00

N : Nombre des échantillons ; *h* : nombre des haplotypes ; *Hd* : diversité des haplotypes ; *k* : nombre de différence ; *S* : nombre de coupure des sites ; *D* :Tajima D statistiques ; π : diversité des nucléotides.

Il ressort du Tableau 8 que la distance génétique moyenne par paire de tous les haplotypes calculée à l'aide du paramètre Kimura 2 modèle était de 0,034. Les valeurs des statistiques Tajima D : -2,23540 $p < 0,01$ et Fu's test : -1,053 $p = 0,00$ étaient négatifs et significatifs pour toutes les données. Selon le résultat négatif du test de Fu, les échantillons du mouton Djallonké des hautes terres occidentales du Cameroun avait fait l'objet d'une récente expansion démographique. Elle était similaire à l'étude de Mariotti *et al.* (2013).

1.8.2.3. Microsatellites

Les microsatellites ont été très largement utilisés avec succès dans la caractérisation des ressources génétiques. Il s'agit en effet des polymorphismes ayant un nombre variable de séquences répétées en tandem (VNTR). Ce sont des loci polymorphiques faits d'unités répétées d'une longueur d'une à six paires de base (Bidichandani *et al.*, 1998, cité par Gamaniel et Gwaza, 2017). Ces séquences sont généralement très variables entre les individus d'une même espèce avec 2 à 5 nucléotides répétés plusieurs fois qui sont identifiés par PCR. Les microsatellites sont devenus l'un des marqueurs les plus utilisés pour l'étude de la diversité génétique (Lenstra, 2012).

1.8.2.4. Polymorphismes d'un Seul Nucléotide (SNP)

Il s'agit des variations dans une séquence d'ADN qui se produisent à un point donné de l'ADN sans modifier la longueur de l'ADN (FAO, 2015). Il induit donc le changement d'un simple nucléotide (A, T, G ou C) qui se diffère entre les individus d'une même espèce. Cependant la plupart est localisée dans des régions non codantes et n'induisent aucun impact direct sur le phénotype de l'individu. C'est un marqueur très retrouvé dans la science animale et végétale

permettant un génotypage rapide et efficace (Tsuchihashi et Dracopoli, 2002 cités par Gamaniel et Gwaza, 2017).

1.8.2.5. Polymorphismes de Longueur de Fragment Amplifiés (AFLP)

Il s'agit d'une méthode d'empreinte d'ADN permettant de détecter les fragments de restriction d'ADN par amplification PCR (El Hage, 2017). C'est une méthode très stable et reproductible qui s'applique à presque toutes les espèces animales. Elle est très largement utilisée pour l'analyse moléculaire de la variabilité génétique chez les animaux. Cependant, elle implique une grande maîtrise technique et est assez coûteuse (Gamaniel and Gwaza, 2017).

1.8.2.6. Amplification aléatoire d'ADN polymorphe (RAPD)

Elle consiste à l'amplification de l'ADN génomique par des amorces uniques de séquences de nucléotides arbitraires (Williams et *al.*, 1990). Ces amorces détectent des polymorphismes en absences d'information de séquences spécifiques de nucléotides. Cette technique est assez simple et ne nécessite pas à priori des informations sur l'ADN. Elle est rapide, simple, efficace et nécessite une faible quantité d'ADN (10-100ng). Néanmoins, c'est une méthode dominante ne permettant pas ainsi la distinction de la nature hétérozygote ou homozygote de l'ADN amplifié et sa reproductibilité est faible (Karp et *al.*, 1997).

1.8.2.7. Analyse des Copy Numbers Variation (CNV)

Il s'agit des segments d'ADN dont le nombre de copies est différent de celui trouvé dans l'ADN de référence. Ils sont soit hérités soit issues de modification causée par des délétions, translocations et inversions. Leurs tailles varient de 50 bp à plusieurs mégabases (Alkan et *al.*, 2011). Ces modifications peuvent être accompagnées soit de perte ou de gain de certaines fonctions.

On peut également regrouper les marqueurs en deux types :

- Les marqueurs dominants révélés en masse (RAPD et AFLP) ;
- Les marqueurs codominants révélés individuellement (microsatellites et RFLP).

1.9. Les forces évolutives et la dynamique de la diversité génétique

La dynamique de la diversité génétique est sous l'influence de plusieurs facteurs (Kaeuffer, 2008). Ces facteurs sont à l'origine des différenciations et évolutions observées dans les individus et les populations. Kaeuffer (2008) a proposé une classification en deux grands groupes de ces facteurs sont basés sur le temps et l'espace. Il s'agit notamment des facteurs

temporels (mutation, sélection, dérive génétique) et les facteurs spatiaux (structure de la population, flux de gènes).

1.9.1. Mutations et recombinaisons

Ce sont des forces génomiques qui induisent des variations ou flux génétiques soit par mutation ou recombinaison des gènes. Les mutations apparaissent de manière aléatoire sur le génome. Cependant Avise (2004), reprenant le principe de l'horloge moléculaire, prédit que le rythme des mutations se fait de manière constante au cours du temps (10^{-6} à 10^{-5}). D'après Nachman et Crowell (2000), les mutations peuvent être issues des phénomènes endogènes (à la suite d'erreurs spontanées de réplication de l'ADN), ou exogènes causés par des agents mutagènes qui peuvent accélérer le rythme de mutation (Kaeuffer, 2008). La recombinaison engendre des nouvelles combinaisons alléliques et donc de nouveaux haplotypes par brassage intrachromosomique et interchromosomique du matériel génétique. Les mutations et recombinaison créent de la diversité génétique en générant de nouveaux allèles et haplotypes. Avise (2004) a proposé une classification des mutations selon le type de base affectée : les mutations, s'il y'a remplacement d'une base par une base de même type (purine par purine ou pyrimidine par pyrimidine) et les transversions lorsqu'il y'a remplacement entre bases de types différents (purine par pyrimidine ou pyrimidine par purine).

Selon Avise (2004), il existe une classification basée sur les effets de la mutation sur les gènes. Cette classification paraît plus spécifique car elle permet d'exprimer la conséquence induite par la mutation sur la structure génétique de l'individu. On distingue ainsi selon le remplacement, l'ajout ou la suppression des nucléotides :

- ❖ les mutations par substitution
 - les mutations silencieuses : ce type implique que, le codon issu de la mutation d'un nucléotide code pour le même acide aminé que le codon d'origine ;
 - les mutations non-sens : abouti à la formation d'un codon stop après le changement des nucléotides. Ce codon stop provoque la formation tronquée ;
 - les mutations faux sens : implique que, le codon issu de la mutation d'un nucléotide code pour un acide aminé différent que celle du codon d'origine, pouvant aboutir à de nouvelle protéine à impact néfaste pour l'individu ;
 - les mutations par insertion : implique l'insertion d'un nucléotide et,

- les mutations décalantes : ces mutations impliquent généralement des additions ou délétions de nucléotide avec décalage de fenêtre de lecture sur l'ADN et production d'une protéine tronquée.

Les mutations génétiques dues aux variations sont généralement influencées par d'autres forces évolutives notamment la sélection et la dérive génétique. En effet dans les populations de grande taille, les mutations délétères sont rapidement sélectionnées négativement et éliminées de la population. Cependant, dans une population de faible taille, à la suite de la dérive génétique, la sélection est moins forte et les mutations faiblement délétères peuvent être fixées dans la population. Si les mutations et les recombinaisons induisent l'apparition de nouveaux variants, d'autres forces évolutives, comme la dérive génétique, la migration et la sélection naturelle vont ensuite agir sur ce nouveau variant et modifier leurs fréquences et leurs distributions dans la population.

1.9.1.1. Dérive génétique

La dérive génétique est le changement ou la fluctuation aléatoire de la composition génétique d'une population de faible taille. Elle peut causer la perte, la fixation de certains allèles ou de changement de leur fréquence (Frankham, 2002). La dérive génétique est généralement associée à des phénomènes qui induisent une très faible population, parmi lesquels le goulot d'étranglement et l'effet fondateur. Comme souligné par Nachman et Crowell (2000), dans les populations de grands effectifs, les fréquences alléliques restent stables et peu variables durant plusieurs générations successives. À l'inverse, les écarts de fréquences alléliques d'une génération à l'autre vont d'autant plus grands que la taille de la population est faible. En effet, en cas de goulot d'étranglement ou d'effet fondateur, l'effet de dérive est plus accentué. Il y a une réduction de la diversité génétique dans la nouvelle population de taille réduite issue de la grande population d'origine. Cette nouvelle population aura une composition génétique nouvelle issue de l'échantillonnage aléatoire d'allèles de la population ancestrale (Slatkin et Excoffier, 2012 ; Kaeuffer, 2008). La dynamique de dérive génétique aboutit à la perte de certains allèles et la fixation d'autres, contribuant à la réduction de la diversité génétique au sein d'une population par la perte progressive du polymorphisme génétique. Si les mécanismes sont divers, il est sans doute consenti que la fluctuation de la taille de la population accentue l'érosion génétique au sein de cette population à la suite de la faible pression sélective.

1.9.1.2. Sélection naturelle

Parmi les forces évolutives qui influencent la diversité des populations, Darwin (1859) identifie la sélection comme un mécanisme majeur de transformation et de diversification évolutive des espèces. En effet, la sélection agit sur le succès reproducteur des individus d'une population en fonction de leur génotype. Elle implique le tri des individus les mieux adaptés aux conditions de leur milieu de vie, ayant une meilleure survie et potentiellement un plus grand descendant (Li, 1988). Par ce mécanisme, les allèles, contribuant à une plus forte fécondité et à une survie plus importante jusqu'à l'âge de reproduction, auront tendance à augmenter en fréquence dans une population (Kaeuffer, 2008). Par ailleurs, la fréquence d'un allèle change en fonction de l'intensité de sélection qui s'exerce sur lui. La sélection naturelle peut, en effet, en quelques générations seulement, faire varier fortement les fréquences alléliques. Elle a pour conséquence la fixation des allèles favorables et la disparition des allèles qui ne le sont pas, ou encore le maintien de l'allèle à une fréquence d'équilibre stable sur une longue période. On distingue trois grands types de sélection naturelle au niveau moléculaire, il s'agit de la sélection négative et la sélection positive qui sont dites directionnelles et la sélection balancée.

- **Sélection négative**

Elle est encore la sélection de purification. En effet, elle consiste en la réduction de la fréquence des allèles délétères (qui confère un désavantage sélectif aux individus qui les portent) jusqu'à leur diminution complète dans la population. Elle permet ainsi de maintenir la fonction biologique de l'organisme par réduction des mutations délétères (Kaeuffer, 2008).

- **Sélection positive**

Elle entraîne une augmentation rapide de la fréquence des allèles avantageux (qui confère un avantage sélectif pour la survie et la reproduction de l'individu) jusqu'à leur fixation dans la population (Kaeuffer, 2008). Ce mode de sélection agit généralement comme un phénomène de balayage sélectif des gènes à proximité du locus sélectionné, on peut alors observer des déséquilibres de liaison fortes et un excès de variant avec des fréquences élevées (Slatkin et Excoffier, 2012).

- **Sélection balancée**

Elle joue un rôle important de l'équilibre allélique dans la population. C'est un processus qui maintient la diversité génétique des populations quand certains allèles sont favorables dans un type d'environnement (Kaeuffier, 2008).

1.9.1.3. Facteurs spatiaux

a) Migration

La migration est le mécanisme d'échange des individus et donc des gamètes entre les sous-populations entraînant un flux de gènes entre elles. En effet, une forte migration limite la structure d'une population en homogénéisant la répartition des gènes entre les individus des différentes sous-populations (Storz, 1999). La migration limite les divergences génétiques entre les sous-populations. Elle conduit à une homogénéisation des fréquences alléliques et conduit à une diminution du niveau de différenciation génétique des deux populations. Par ailleurs, la perte de la diversité génétique dans une sous-population est ralentie par la migration d'individu qui proviennent d'une autre sous-population et apportent de nouveaux allèles (flux génique) (Sugg, 1996 ; Storz, 1999). Avec la mutation, la migration est le moyen d'augmenter la diversité génétique d'une population. Une migration très faible suffit à apporter la diversité génétique et à limiter la dérive génétique. Cependant dans les systèmes d'élevage traditionnel, en plus des migrations naturelles, la migration entre sous-populations est due à des processus d'échanges induits par l'homme par des échanges commerciaux (vente, remboursement dette, prêt) ou des échanges culturels pendant des cérémonies ou fêtes. Ce mécanisme entraîne un niveau important de migration des gamètes au sein des populations animales indigènes et en modifiant par conséquent sa structure.

1.9.2. État de conservation

La gestion durable et l'amélioration des ressources génétiques animales ne peuvent être effectives que s'il existe une stratégie durable de conservation de la biodiversité. D'après la FAO (2008), la conservation de la biodiversité animale consiste à maintenir en l'état la diversité intra et interrassiale en vue d'une future utilisation fonctionnelle. Sponenberg *et al.* (2008) présentent la conservation comme un instrument permettant de mettre en lumière ces ressources génétiques, les sécuriser et préserver de manière durable afin de répondre à la demande des reproducteurs et de leurs produits. En effet, la conservation du mouton a connu une grande impulsion ces dernières décennies. Les organisations internationales et nationales ont développé des cadres techniques et politiques permettant au pays d'assurer une gestion durable de leur ressource génétique. Les organismes mondiaux ont développé des stratégies de conservation de la biodiversité, notamment le programme de conservation du mouton développé par la FAO afin d'assurer un maintien efficace des races ovines mondiales. Cependant plusieurs raisons déterminent la mise en place d'un programme de conservation : les caractères d'importance économique ou scientifique ainsi que la valeur culturelle des

ressources (Oldenbrock, 1999). La conservation peut être réalisée selon trois principales modes :

- **Conservation *in situ***

C'est une approche qui consiste à maintenir la ressource génétique dans son milieu naturel (FAO, 2008). Elle fait référence au maintien et à la gestion de la ressource génétique dans son écosystème naturel (CUE, 2004). Cette approche implique généralement l'usage continu de la ressource animale concernée par les éleveurs dans les systèmes qui ont abrité, maintenu et fait évoluer la ressource au fil des années (FAO, 2008). Ainsi, l'avantage majeur de cette approche est que, en plus du maintien de la ressource génétique dans le temps, elle permet de conserver la pratique de la production de sa diversité (Pattison et *al.*, 2007). Cependant, l'une des difficultés reste parfois la maîtrise des paramètres des gestions des ressources lorsqu'ils dépendent majoritairement des facteurs de la nature.

- **Conservation *ex situ***

Dans cette approche, les animaux sont maintenus à l'état vivant, soit dans les conditions de gestion normale (parc) soit en dehors de la zone dans laquelle ils évoluent ou sont encore présents de manière habituelle (FAO, 2008). Cette approche consiste ainsi à conserver la ressource génétique animale dans des réserves zoologiques ou encore plus des exploitations en dehors de leur environnement habituel dans les exploitations. Cependant, c'est une approche qui peut souvent être confuse avec la conservation *in situ*, la définition claire des objectifs de conservation demeure un facteur clé de leur distinction.

- **Conservation *in vitro***

Elle implique ici le maintien des populations animales en condition externe à l'animal vivant dans un environnement artificiel. On parle généralement de cryogénie, qui inclut : la cryoconservation des embryons, du sperme, des ovocytes, des cellules ou des tissus somatiques ayant le potentiel de reconstituer dans l'avenir, un des animaux vivants y compris des animaux utilisables pour l'introgession des gènes et de développement de races (FAO, 2008). Cependant, les méthodes *in-vitro* fournissent une assurance contre les pertes de ressources zoogénétiques sur le terrain, qu'elles soient dues à l'érosion ou à des situations d'urgence.

1.9.2.1. Conservation dans le monde

La FAO (2008), dans son rapport sur la situation mondiale des ressources zoogénétiques a noté la diminution de la taille du cheptel de mouton ces dernières décennies dans certaines régions

et pays de forte production (Europe et Caucase, l'Amérique du Nord et l'Australie). Un signal important pour les différents pays en ce qui concerne l'état critique de certaines ressources génétiques animales. En ce qui concerne le mouton, de nombreux pays mettent en place des programmes de conservation divers pour maintenir certaines races de qualité à travers le monde. À ce jour, on dénombre plus de 77 pays ayant des programmes de conservation *in-vivo* et 55 avec de programme de conservation *in-vitro*. Le mouton est parmi les espèces animales domestiques d'importance zootechnique ayant le plus grand nombre de races répertoriées. On enregistre, à ce jour, plus de 1392 races ovines dans le monde, dont près de 995 races locales et 134 races transfrontalières régionales (FAOSTAT, 2020). Cependant, il n'existe que 261 programmes des moutons de conservation *in-vivo* et *in-vitro* dans le monde. Ce qui démontre un faible taux de conservation de cette ressource animale malgré son importante diversité génétique. Dans la zone d'Amérique du Nord et d'Europe, il existe de nombreux programmes de conservation de races ovines. Cependant, en Afrique et dans la grande partie de l'Asie, il en existe très peu (FAO, 2008). Au-delà de l'importance zoogénétiques, les différents pays doivent prendre conscience de l'importance globale de la conservation des races de mouton en élargissant l'analyse de la problématique sur le plan : 1) de la sauvegarde pour les besoins futurs, 2) de la satisfaction du besoin présent, 3) de la sauvegarde de l'identité culturelle et historique.

1.9.2.2. Conservation en Afrique

L'Afrique constitue avec l'Asie l'un des plus grands stocks de ressources zoogénétiques ovines. Cependant, la gestion durable et la conservation de ces races rencontrent d'énormes difficultés aussi bien matérielles, infrastructurelles, financières et règlementaires. Il existe cependant, plusieurs textes qui régissent la gestion et la conservation de la biodiversité en Afrique. Parmi ceux-ci, la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, d'Alger 1968, l'accord sur les règlements conjoints de la faune et la flore dans le bassin du Lac Tchad en 1977, et le traité relatif à la conservation et à la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale signé à Brazzaville le 5 Février 2005. À la suite de la promulgation de tous ces textes, les activités des conservations des ressources zoogénétiques sont restées très peu en Afrique. En effet, l'Afrique ne compte qu'environ 130 races de moutons clairement répertoriées dont 109 races locales et 27 races transfrontalières régionales. Cependant, il existe très peu de programme de conservation des races de mouton en Afrique, soit 18 programmes *in-vivo* et un programme *in-vitro* (FAO, 2008). Les manques de connaissances scientifiques et des infrastructures constituent ici des freins importants pour la mise en place des programmes

de conservation. Cependant, certains pays africains se distinguent par une forte implication dans la conservation de leurs races ovines locales notamment le Maroc qui s'est fortement efforcé d'établir une gestion durable des ressources génétiques ovines. Une étape importante a été, en 1980, l'établissement d'un programme connu sous le nom de *plan moutonnier* (Boujenane, 2005). D'autres pays, notamment d'Afrique de l'Ouest, ont mis en place des initiatives de programme de sélection. Mais, ce dernier reste encore très instable à cause du manque de données sur les tailles de la population, les systèmes d'identification et les livres généalogiques. Certaines races transfrontalières doivent bénéficier de programmes de conservation sous régionaux solidement bâtis entre les états notamment le mouton *Peul* en Afrique Centrale au regard de son importance zoo-génétique mondiale. Si les méthodes *in-vivo* semblent prendre forme en Afrique, la cryoconservation reste encore très faible et peu maîtrisée. Le financement des initiatives, le développement des compétences et la mise en place des infrastructures de conservation sont des solutions capables d'impulser l'activité de conservation en Afrique.

1.9.2.3. Conservation au Tchad

Le Tchad dispose d'importante diversité de races de moutons. Il possède le premier cheptel d'Afrique Centrale. Cependant la gestion durable de cette ressource reste encore moins implémentée. Néanmoins, plusieurs initiatives ont été prises par le gouvernement pour permettre la conservation des ressources zoogénétiques nationales. Partie prenante de la concertation internationale ayant abouti à l'institution de la Convention sur la Diversité Biologique, le Tchad a signé cette convention le 05 juin 1995 et l'a ratifiée le 30 avril 1993. Afin de s'acquitter de ses obligations, le Tchad a présenté le document portant la Stratégie Nationale et le Plan d'Action en matière de diversité biologique (SNPA-DB) au Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE), la seule instance de l'État chargée de gestion des ressources naturelles, et qui l'a adopté le 08 octobre 1999. Enfin, le décret N° 198/PR/MEE/00 du 09 mai 2000 portant adoption de la SNPA-DB fait de ce document un instrument officiel du gouvernement pour la planification nationale et la gestion des ressources biologiques. Il faut toutefois signaler que ce document n'est malheureusement pas spécifique à la mise en valeur des ressources zoogénétiques. Le Tchad s'est engagé dans le processus d'élaboration par la note N° 194/ME/DE/151/LRVZ/2002 adressée au Directeur de la FAO et l'arrêté N° 276/DG/ME/239/LRVZ/2002 portant création d'un comité consultatif pour les ressources zoogénétiques. Après la publication de son rapport sur la conservation des ressources zoogénétiques, ce comité a disparu et ne fonctionne plus. Le Tchad dispose de plusieurs races ovines qui participent à la satisfaction des besoins de l'identité culturelle des différentes

populations. Parmi celles-ci, figurent les races Peul, Arabe, Kababich, Mayo Kebbi et Kirdimi. Il n'existe pas une bonne base de données ni de travaux sur la caractérisation de ces races et leurs systèmes de production au Tchad (Zeuh, 2000 ; Zeuh, 2013 ; Khitir, 2018). Malgré que des derniers visent à améliorer les connaissances sur ces races ainsi que les moyens de valorisation et de conservation de ces ressources génétiques.

Ces travaux passés en revue visent à améliorer les connaissances sur ces races ainsi que les moyens de valorisation et de conservation de ces ressources zoogénétiques. Cependant, certaines d'entre elles sont à risque. Cette ressource zoogénétiques nécessite la mise en place d'un programme de sélection et de conservation adapté. Son écosystème étant limité à la zone sahélienne d'Afrique subsaharienne, les pays transfrontaliers abritant ce mouton doivent mettre en place une approche conjointe pour maintenir le mouton Peul.

Les différents outils pour la caractérisation génétique des moutons Peul sont ainsi définis et devront être utilisés pour atteindre l'objectif de la présente étude. C'est ce qui fait l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

Ce chapitre commence par la description de la zone d'étude, la climatologie ainsi que la végétation. Par ailleurs, l'échantillonnage basé sur les éleveurs peuls et sur la présence des moutons peuls. Les caractères ont été décrits avec précision ainsi que les divers loci et leur phénotype. Cette partie s'achève sur les outils statistiques bien décrits et suivants les modèles précis pour les analyses des données aussi bien qualitatives que quantitative pour atteindre les résultats présentés au chapitre suivant.

2.1. Zone d'étude

L'étude a été menée (Figure 17) dans la zone sahélienne (Chari-Baguirmi : 11°24' Nord et 16°10' Est) et dans la zone soudanienne (Mandoul : 8°55' Nord et 17°58' Est). Le choix de ces zones est justifié par la densité relative des éleveurs de moutons Peul. Le climat de la zone sahélienne est de type sahélien tropical caractérisé par deux saisons ; une très courte saison des pluies de mai à septembre et une longue saison sèche d'octobre à mai avec des températures annuelles moyennes de 40°C. Les précipitations annuelles varient d'une part de 200 à 600 mm et la végétation est généralement de savane herbeuse et de pseudo-steppe dominée par *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritania*, *Calotropis procera*, et d'autre part par un couvert herbacé avec les espèces suivantes : *Panicum turgidum*, *Aristida mutabilis*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula* et *Andropogon gayanus*. Le climat de la zone soudanienne (sud de celle précitée) est de type tropical soudanien caractérisé par deux saisons : une saison des pluies de mai à novembre et une saison sèche de novembre à avril avec une température moyenne de 40 °C. La pluviométrie annuelle varie de 800 à 1200 mm. La végétation est caractérisée par une forêt ouverte et une savane arborée, un mélange de légumineuses (*Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa*) et de Combretaceae (*Anogeissus leiocarpa*, *Guiera senegalensis*, *Combretum collinum*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, *Terminalia avicennioides*, *Terminalia glaucescens*, *Terminalia laxiflora* et *Terminalia macroptera*). La strate herbacée est continue avec une prédominance de graminées vivaces parmi lesquelles *Andropogon gayanus*, *Vitex doniana* et *Cymbopogon giganteus* (Sougnabe, 2013). La zone soudanienne est une zone des trypanosomoses par excellence.

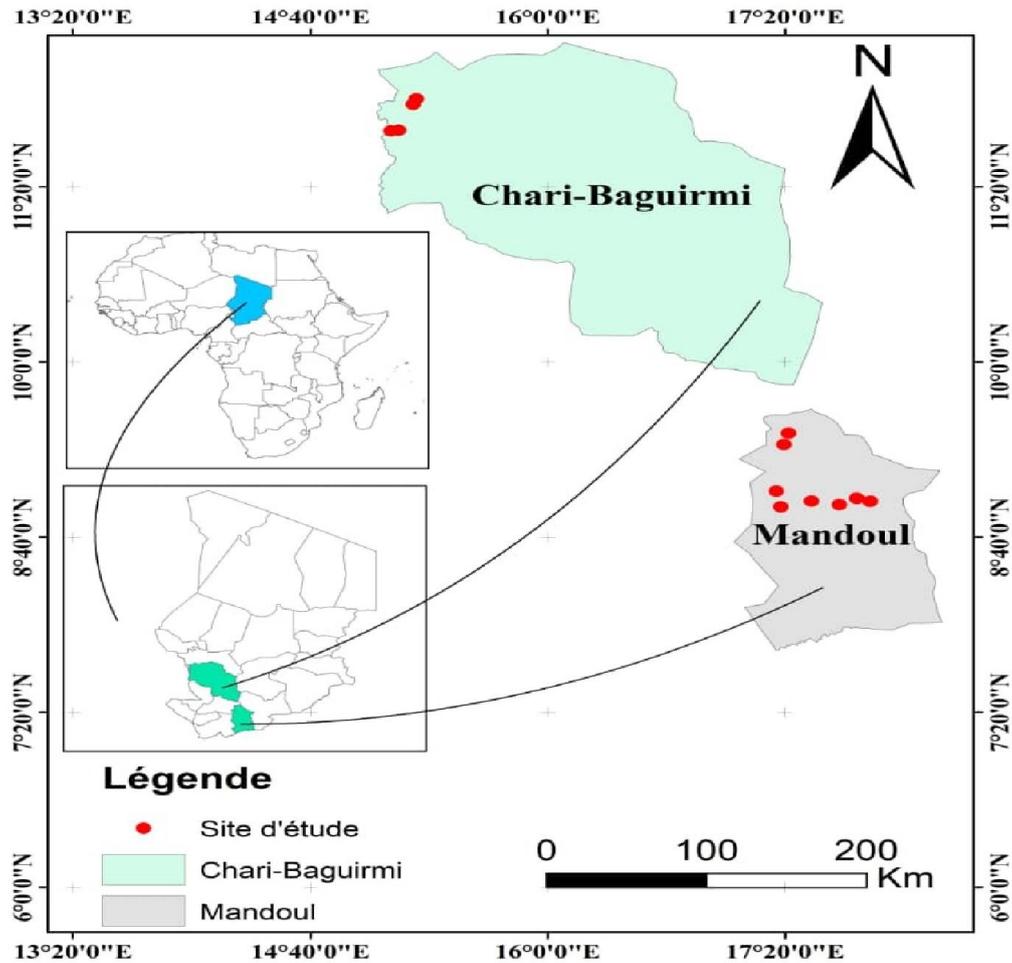


Figure 17: Carte de la zone d'étude

2.2. Collecte des données

Dans le but de mener à bien cette étude, des contacts ont été établis avec les services déconcentrés du Ministère de l'élevage et les autorités administratives. Les questionnaires ont été conçus sur un support numérique (Kobocollect) installé sur une tablette et administré dans chaque élevage sous forme d'entretien individuel.

2.2.1 Échantillonnage

Les éleveurs ont été choisis aléatoirement et en fonction de la présence du mouton Peul et de l'accessibilité du site. Au total, 144 éleveurs et chef de ménage répartis dans les deux zones ont été enquêtés.

2.2.2. Matériel animal

Le matériel animal considéré était le mouton Peul. Pour chaque population de mouton Peul, les animaux ont été choisis au hasard dans chacun des élevages retenus pour la collecte des données morphologiques et biométriques. L'âge de l'animal donné par interview des éleveurs a été

confirmé par l'observation de la dentition en utilisant la méthode de table dentaire suivant une échelle de référence (Annexe 1), en considérant que l'animal atteint l'âge adulte à partir de 4 paires d'incisives (Bouchel et *al.*, 1997 ; Tadankeng, 2015). En ce qui concerne les paramètres morphobiométriques, seuls les animaux adultes (>2 ans) ont été retenus. Pour éviter tout biais dans les observations, les animaux croisés, castrés, gestants et en mauvaise santé ont été éliminés. Le Tableau 9 présente la répartition des effectifs des moutons caractérisés.

Tableau 9: Répartition des effectifs des moutons caractérisés en fonction des facteurs

Facteurs	Modalités	Effectifs
Sexe	Brebis	229
	Bélier	80
Type génétique	Oudah	237
	Waïla	72
Zone	Sahélienne	146
	Soudanienne	163

2.2.3. Caractéristiques socioéconomiques des éleveurs enquêtés

Des enquêtes ont été menées de septembre 2021 à janvier 2022 dans les zones sahéenne et soudanienne porteuses du projet ACCEPT. Les données relatives aux caractéristiques socio-économiques des éleveurs ont été collectées grâce à des interviews (individuelles et des focus groups) et entretiens directs avec les éleveurs. Une trame d'enquête structurée a permis de capitaliser ces données socioéconomiques qui portaient principalement sur : l'âge de l'éleveur, le sexe, la religion, nombre d'enfants et personnes en charge, situation matrimoniale, ethnie, niveau d'éducation, activité principale, activité secondaire, objectif d'élevage, mode d'acquisition des animaux, main d'œuvre, les formes d'exploitation et la commercialisation des animaux.

2.2.4. Caractéristiques morpho-biométriques du mouton Peul

Les informations concernant les caractères morphologiques et biométriques ont été collectés à l'aide d'une fiche d'enquête (Annexe 5 et 6) adaptées conformément aux directives de la FAO (2013) et de l'AU-IBAR (2015) tel qu'illustré sur la Figure 18.

2.2.4.1. Caractéristiques morphologiques

Les principaux caractères observés lors de la collecte des caractéristiques morphologiques sont entre autres :

Cornes :

- ✓ l'allèle Ho⁺ pour [absence des cornes]
- ✓ l'allèle Ho^p pour [présence des cornes]

Pendeloques :

- ✓ l'allèle Wa⁺ pour [absence des pendeloques]
- ✓ l'allèle Wa^w pour [présence des pendeloques]

Barbe :

- ✓ l'allèle Br⁺ pour [absence de la Barbe]
- ✓ l'allèle Br^b pour [présence de la Barbe]

Couleur de la robe :

- ✓ Blanche, blanc-brun ; blanc-noir, et noir.

Orientation de l'oreille : pédonculé et tombante

Profil du visage : busqué, moyennement busqué, rectiligne.

Les cornes, pendeloques, crinières et la barbe ont été étudiés dans les travaux antérieurs (Zafindrajoana et Lauvergne, 1993 ; Yakubu et *al.*, 2010 ; et Tadakeng et *al.*, 2020), pour l'analyse de la différenciation morphologique et génétique chez les petits ruminants. La couleur de la robe et les motifs colorés ont été étudiés en utilisant l'approche de Lauvergne (1993) et Machado et *al.* (2000).

2.2.4.2. Caractéristiques biométriques

Les mensurations corporelles réalisées à l'aide d'un ruban métrique pour la mesure se rapportant aux longueurs et aux circonférences et une canne-toise pour les caractères de hauteur au garrot (0,1 mm). Les animaux ont été manipulés avec le consentement des éleveurs et n'ont pas fait l'objet d'une souffrance ou de sévices corporelles.

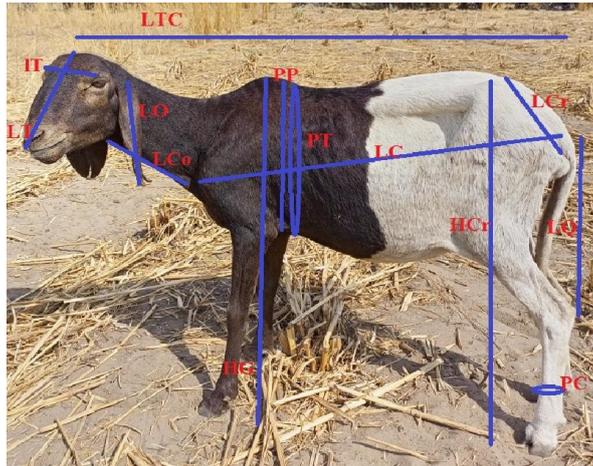


Figure 18: Mensurations corporelles prises sur le mouton Peul

❖ **Mensurations de la tête :**

- ✓ Longueur de la tête (LT) : distance entre la haute limite du front jusqu'à la pointe d'attachement des deux naseaux ;
- ✓ Largeur de la tête (IT) : distance entre les sommets des deux cavités orbitales ;
- ✓ Longueur des oreilles (LO) : distance entre la base et l'extrémité de l'oreille.

❖ **Mesure du corps :**

- ✓ Longueur totale du corps (LTC) : distance de la tête à la racine de la queue.
 - ✓ Longueur du corps (LC) : distance de la nuque à la racine de la queue.
 - ✓ Hauteur au garrot (HG) : distance de la haute pointe du garrot jusqu'au sol. L'animal doit être positionné sur un sol plat pour éviter les biais.
 - ✓ Hauteur de la croupe (HCr) : c'est la distance entre la haute pointe intermédiaire du sacrum (entre l'ilion et l'ischion) jusqu'au sol ;
 - ✓ Pourtour thoracique (PT) : cette mesure est obtenue en passant le ruban mètre verticalement en arrière du garrot au passage des sangles.
 - ✓ Profondeur de la poitrine (PP) : sommet du garrot jusqu'au passage des sangles (à l'arrière des pattes antérieures).
 - ✓ Longueur de la croupe (LCr) : distance entre le point des hanches et la pointe de la fesse.
 - ✓ Largeur de la croupe (ICr) : distance entre les deux pointes des hanches
 - ✓ Longueur du cou (LCo) : distance de la nuque jusqu'au sommet du garrot.
- ❖ **Mesures des membres et extrémités :** les mesures suivantes ont été réalisés :
- ✓ Longueur de la queue (LQ) : distance de la racine ou point d'attachement de la queue à la dernière vertèbre lombaire jusqu'à l'extrémité

- ✓ Longueur du testicule (LTes) : distance de la base des bourses à l'extrémité.
- ✓ Circonférence du testicule (CTes) : diamètres des testicules.
- ✓ Pourtour du canon (PC) : périmètre pris au milieu du canon de la patte avant.
- ❖ Poids vif (kg) : il a été calculé en utilisant l'équation baryométrique de Putra et Ilham (2019) : $PV = (0,886*PT) - 36,43$
Avec : PV = poids vif et PT = pourtour Thoracique de l'animal

2.2.4.3. Les indices biométriques

Les mensurations corporelles ont permis d'établir les indices biométriques tels que définis par Lauvergne *et al.* (1993 a) et Bourzat *et al.* (1993). Il s'agissait principalement de :

- ✓ Indice de gracilité sous sternale (IGs) : Cet indice met en évidence le caractère ramassé ou échassier de l'animal. En général, plus l'animal est brévipe, plus il est lourd et, en conséquence, son potentiel en carcasse et viande est plus élevé ;
IGs = $HG-PP/PP$ ou HG : est la hauteur au garrot et PP : la profondeur de la poitrine.
- ✓ Indice auriculo-thoracique (IAt) : il permet d'apprécier le développement de l'oreille des moutons ;
IAt = LO/PP ou LO : est la longueur de l'oreille et PP : la profondeur de la poitrine.
- ✓ Indice de format (IF) :
IF = LC/HG ou LC : est la longueur du corps et HG : la hauteur au garrot ;
- ✓ Indice de compacité (IC) :
IC = PT/LC ou PT : est le pourtour thoracique et LC : la longueur du corps ;
- ✓ Indice de massivité (IM) :
IM = PT/HG ou PT : est le pourtour thoracique et HG : la hauteur au garrot ;
- ✓ Indice thoracique (IT) :
IT = LP/PT ou LP : est la largeur de poitrine et PT : le pourtour thoracique ;
- ✓ Index de Longilignité (IL) :
IL = $HG-PP/HG$ ou HG : est la hauteur au garrot et PP : la profondeur de poitrine ;
- ✓ Index d'ossature (IO) :
IO = PC/HG ou PC : est le pourtour de canon et HG : la hauteur au garrot ;

- ✓ Indice Corporel Relatif (ICR) permet de déterminer le format de l'animal : longiligne ($ICP \geq 0,90$), médioligne ($0,84 \leq ICP \leq 0,89$) et bréviligne ($ICP \leq 0,83$), Boujenane *et al.* (2008), $ICR = LC/PT$ avec LC : longueur du corps et PT : pourtour thoracique ;
- ✓ Indice dactylo-thoracique (IDT) :
IDT = PC/PT ou PC : est le pourtour du canon et PT : le pourtour thoracique ;

Les indices qui permettront d'évaluer l'archaïsme des troupeaux considérés sont :

- ✓ L'indice caudal : longueur de la queue /hauteur au garrot ;
- ✓ L'indice auriculaire : longueur de l'oreille/hauteur au garrot ;

2.3. Analyses statistiques

- ✓ Les données socioéconomiques ont été extraites du serveur Kobocollect (CIRAD) vers un tableur Excel.
- ✓ La statistique descriptive a été utilisée pour calculer les fréquences, moyennes et pourcentages des variables qualitatives (caractéristiques socio-économiques et exploitation).
- ✓ Le test de contingence khi-deux a permis d'évaluer l'association ou l'indépendance des caractéristiques socio-économiques et d'exploitation en fonction des zones ou groupes ethniques des éleveurs.
- ✓ La statistique descriptive a permis de calculer les caractéristiques de tendance centrale et de dispersion (moyennes, écarts-types, fréquences alléliques, coefficient de variation) des caractéristiques morphologiques et des indices biométriques en fonction des différents facteurs de variation.
- ✓ Les fréquences des allèles récessifs (Ho^+ , Wa^+ , Br^+ et absence de crinière) ont été estimées en utilisant l'équilibre de Hardy-Weinberg selon Facolner et Mackay (1996) et tel qu'utiliser par Yakubu *et al.* (2010) et comme indiqué ci-après :

$$q^2 = \frac{m}{M} \quad \Rightarrow \quad q = \sqrt{m/M}$$

m : nombre d'animaux observé présentant les caractères morphologiques ;

M : nombre total d'animaux échantillonnés.

À partir de la fréquence (q) des allèles récessif (Ho^+ , Wa^+ , Br^+ et absence de crinière) ci-dessous, les fréquences (p) des allèles dominants (Ho^p , Wa^p , Br^b et présence de crinière) ont été calculées comme suit :

$$p = 1 - q$$

Avec p fréquence de l'allèle dominant particulier.

Les fréquences observées ont été testées par rapport au rapport Mendélien de 3 : 1 correspondant aux valeurs 0,75 pour les allèles dominants et 0,25 pour les allèles récessifs en utilisant le test Khi-deux de Pearson. L'hypothèse nulle (HO) est que la population étudiée présente des proportions mendéliennes tandis que l'hypothèse alternative (H1) est que la population ne présente pas des proportions mendéliennes.

Le Test Khi-deux de Pearson pour la qualité de l'ajustement stipule que :

$$\chi^2 = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{(\text{théorique} - \text{observé})^2}{\text{théorique}} \right)$$

Le niveau de signification a été fixé au seuil de $p < 0,05$.

L'analyse de la variance a permis de tester l'influence de la zone agro-écologique, du sexe et du type génétique sur les mesures et les indices biométriques.

Le modèle suivant a été utilisé : $Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\delta_{ik} + \beta\delta_{jk} + \alpha\beta\delta_{ijk} + e_{ijkl}$ où Y_{ijkl} : est le poids vif ou la mesure corporelle sur l'animal l de la zone i, du sexe j et du type génétique k.

μ : moyenne sur la population ;

α_i : effet moyen de la zone agro-écologique i ;

β_j : effet moyen du sexe j ;

δ_k : effet moyen du type génétique;

$\alpha\beta_{ij}$: effet moyen de l'interaction de la zone i et du sexe j ;

$\alpha\delta_{ik}$: effet moyen de l'interaction de la zone i et du type génétique k ;

$\beta\delta_{jk}$: effet moyen de l'interaction du sexe j et du type génétique k ;

$\alpha\beta\delta_{ijk}$: effet moyen de l'interaction de la zone i, du sexe j et du type génétique k

e_{ijkl} : erreur résiduelle sur l'individu l, sur la zone i, du sexe j et de l'âge k.

- ✓ Pour comparer les moyennes lorsque l'effet de la zone et du sexe sont significatifs, le test F a été utilisé au seuil ($p < 0,05$). La signification et le degré d'association entre les mesures corporelles et les indices biométriques ont été évalué à l'aide des coefficients de corrélation de Pearson.
- ✓ Une analyse en composantes principales (ACP) basée sur les mesures corporelles a été effectuée pour évaluer la cause de la variabilité génétique (Faye et al., 2012).
- ✓ La fiabilité globale de l'analyse des composantes principales a été établie par le Test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de l'adéquation de l'échantillonnage par le Test de Bartlett de la sphéricité.

- ✓ L'analyse factorielle discriminante (AFD) sur la base de 17 mesures corporelles (FAO, 2013) a été utilisée pour identifier les types de liens morphotype de la population étudiée. Un coefficient de variation inférieur à 15 % est considéré comme indiquant que la population est homogène, tandis qu'un coefficient supérieur à 15 % indique que les valeurs sont relativement dispersées (Peter, 2020 ; Faria et *al.*, 2010).
- ✓ La construction de l'arbre phylogénétique, suivant le protocole de Classification Hiérarchique Ascendante (HAC), a permis d'établir le dendrogramme entre les types génétiques (Roux, 2006).
- ✓ Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels SPSS 21,0 et XLSTAT 2022.

L'ensemble des outils passés en revue ont permis les analyses qui ont abouti aux résultats qui feront l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

Ce chapitre présente succinctement les résultats obtenus des outils statistiques utilisés. Par ailleurs, il passe en revue les résultats des caractéristiques socioéconomiques, d'exploitation, des mensurations et l'analyse de la variabilité morphométrique. En outre, les analyses des caractères qualitatifs et quantitatifs sont contenues en Annexes 8-10.

3.1.1. Caractéristiques socioéconomiques des éleveurs du mouton Peul

3.1.1.1 Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs du mouton Peul

Il n'y a pas d'interaction de la zone sur les caractéristiques socioéconomique ($P > 0,05$).

Le Tableau 10 présente les caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs enquêtés.

Tableau 10: Caractéristiques socioprofessionnelles des enquêtés selon les zones

Caractères	Modalité	Zone				Toute zone		χ^2
		Sahélienne		Soudanienne		%	n	
		%	n	%	n			
Ethnie	Arabe	60,93	39	83,85	67	73,61	106	0,25 ^{ns}
	Peul	39,07	25	16,25	13	26,39	38	
Sexe	Femme	1,56	1	3,75	3	2,77	4	0,06 ^{ns}
	Homme	98,47	63	96,25	77	97,22	140	
Tranches d'âge	Jeune [15-35]	29,68	19	45,00	36	38,19	55	0,19 ^{ns}
	Adulte [36-50]	23,43	15	26,2	21	24,99	36	
	Âgée ≥ 51 [46,87	30	28,75	23	36,80	53	
Situation matrimoniale	Célibataire	3,12	2	1,25	1	2,07	3	0,06 ^{ns}
	Marié	98,82	62	98,75	79	97,91	141	
Régime matrimoniale	Monogame	58,73	37	69,62	55	63,88	92	0,29 ^{ns}
	Polygame	41,26	26	30,38	24	34,71	50	
Niveau d'instruction	Non scolarisé	65,62	42	58,75	47	61,79	89	0,09 ^{ns}
	Primaire	3,12	2	6,25	5	4,85	7	
	Secondaire	1,56	1	1,25	1	1,38	2	
	École coranique	29,68	19	33,75	27	31,94	46	
Taille de la famille	Petite famille ≤ 3	48,43	31	37,50	30	42,35	61	0,20 ^{ns}
	Moyenne famille [4-6]	21,87	14	37,50	30	30,55	44	
	Grande famille ≥ 7	23,75	19	20,00	20	27,02	39	
Nombre de personnes en charge	≤ 5	17,18	11	22,50	18	20,14	29	0,13 ^{ns}
	[5 – 10]	51,56	33	57,50	46	54,84	79	
	≥ 10 [31,25	20	20,00	16	24,99	36	
Croyance religieuse	Musulman	100	64	100	80	100	144	1,00 ^{ns}
	Chrétien	0	0	0	0	0	0	
Activités principales	Agriculture	15,62	10	0	0	6,94	10	0,20 ^{ns}
	Élevage	84,35	54	97,50	78	91,66	142	
	Fonction public	0	0	2,50	2	1,38	2	
Activités secondaires	Agriculture	57,81	34	75,95	60	67,35	97	0,33 ^{ns}
	Élevage	42,19	27	20,25	16	30,55	44	
	Commerce	0	0	3,79	3	2,08	3	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

Il ressort du Tableau 10 qu'il n'y a pas d'interaction de la zone sur l'ensemble des caractères ($P>0,05$). Les communautés pastorales (Arabes et les Peuls) sont représentées dans cette étude. Elles appartiennent à la confession musulmane (100 %). Les hommes sont plus représentés (97,22 %). La proportion des jeunes est plus représentée dans la zone soudanienne (45%) par contre les jeunes sont dominants dans la zone sahélienne (46,87%). Ce qui traduit la transmission de la gestion du troupeau aux jeunes car les personnes âgées ne pouvant plus effectuer une longue transhumance, s'installent à la périphérie des grandes agglomérations avec un noyau pour leur survie. La majorité des éleveurs est mariée (97,91%). Les familles monogames sont prédominantes (63,19%). La plupart des éleveurs interrogés n'est pas scolarisée suivie des scolarisés (61,79%) dans les écoles coraniques. Les ménages, possédant une petite famille de 3 enfants sont plus représentés (42,35%). Le groupe de 5-10 personnes vivants sous le toit est le plus représenté (54,84%). L'activité principale des enquêtés est l'élevage (91,66%) suivie de l'agriculture comme activité secondaire (63,35%).

3.1.1.2 Caractéristiques de la main d'œuvre

Le Tableau 11, montre les caractéristiques de la main d'œuvre selon les zones.

Tableau 11: Caractéristiques de la main d'œuvre selon des zones

Caractères	Modalité	Zone				Toute zone		χ^2
		Sahélienne		Soudanienne		%	n	
		%	n	%	n	%	n	
Genre	Femme	19,52	33	1,48	2	11,51	35	0,28 ^{ns}
	Homme	80,47	136	98,52	133	88,48	269	
Classe d'âge	≤ 8 ans	1,18	2	0,74	1	0,98	3	0,26 ^{ns}
	8 à 14 ans	28,40	48	20,74	28	25,08	76	
	15 à 35 ans	67,45	114	77,77	105	72,04	219	
	≥ 35 ans	3,59	5	0,74	1	1,97	6	
Niveau scolaire	École Coranique	11,83	20	2,96	4	7,90	24	0,17 ^{ns}
	Non scolarisé	84,61	143	94,81	128	89,14	271	
	Primaire	3,55	6	0,98	3	2,96	9	
Type de main d'œuvre	Familiale	63,90	108	41,91	57	54,27	162	0,26 ^{ns}
	Salarié permanent	27,81	47	32,59	44	29,93	91	
	Salarié temporaire	8,24	14	25,18	34	15,79	48	
Type de contrat	Temps partiel	14,77	25	32,59	44	22,69	69	0,28 ^{ns}
	Temps plein	85,20	144	67,40	91	77,30	235	
Mode de rémunération	Autres	50,88	86	20,74	28	37,5	114	0,16 ^{ns}
	Nature	13,02	22	57,03	77	32,56	99	
	Salaire	36,09	61	22,22	30	29,93	91	
Activités de la main d'œuvre	Gardiennage et Abreuvement	76,33	129	97,77	132	85,85	261	0,19 ^{ns}
	Soins	0	0	0,74	1	0,32	1	
	Tâches agricoles	23,67	40	1,48	2	13,80	42	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P>0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

Il ressort du Tableau 11 qu'il n'y a pas d'interaction de la zone sur l'ensemble des caractères ($P > 0,05$). Indépendamment de la zone, la conduite du mouton Peul est assurée une main d'œuvre familiale (54,27 %), suivie des salariés permanents (29,93 %) constitués des bergers peuls. Elle est assurée essentiellement par les hommes (88,48 %). Cette activité est menée par les jeunes appartenant à la classe d'âge de 15 à 35 ans (72,04 %). La majorité de la main d'œuvre n'est pas scolarisée (89,14 %). Selon les éleveurs, le type de contrat est de temps plein (77,30%). Les tâches de la main d'œuvre sont l'abreuvement et le gardiennage (85,85 %).

3.1.1.3. Commercialisation du mouton Peul

La Figure 19 présente les lieux de transactions ou de commercialisation du mouton Peul.

Il apparait sur cette Figure 19 que le marché de collecte est plus fréquenté (76,92 %) dans la zone sahélienne et, par contre dans la zone soudanienne, ce sont les marchés de regroupement et de relais qui sont plus fréquentés (38,40 %).

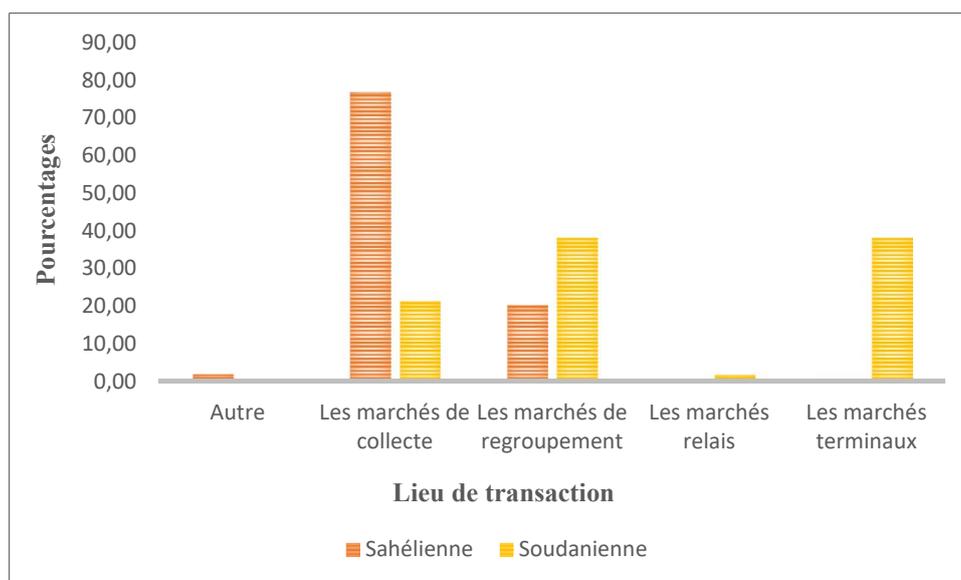


Figure 19: Types de marché du mouton Peul selon les zones

Cette activité est en évolution avec l'apparition des exportateurs. Ces derniers achètent les moutons dans les marchés de collecte et les convoient dans les grandes villes ou dans les pays voisins (Niger, Nigeria, Cameroun, Soudan, Lybie, RCA et Gabon) surtout à l'approche des fêtes de mouton ou de fin d'année. On remarque une dynamique avec l'utilisation des camions servant de moyen de transports (Figure 20).



Figure 20: Moyen de transport des moutons vers les marchés

3.1.1.4. Revenus annuels des éleveurs du mouton Peul

Le Tableau 12 présente la variation des revenus annuels des éleveurs du mouton Peul selon zones.

Tableau 12: Répartition des éleveurs en fonction des tranches de revenus et des zones

Revenu annuel	Zone				Toute zone	
	Sahélienne		Soudanienne		%	n
	%	n	%	n		
Inférieur à 150000	40,62	26	12,50	10	24,99	36
150 000 à 450 000	48,43	31	37,50	30	42,36	61
450 000 à 750 000	10,93	7	47,50	38	27,72	45
Plus de 750 000	0	0	2,50	2	2,82	2

% : Pourcentage ; (n) : effectif.

Il ressort du Tableau 12 que la majorité des ménages a un revenu issu de la vente des moutons de 150000 à 450000 FCFA tandis qu'une partie des ménages a un revenu qui varient entre 450000 et 750000 FCFA. Considérant les zones, les ménages de la zone soudanienne ont un revenu supérieur (450000 à 750000) à ceux de la zone sahélienne (150000 à 450000). Ce revenu permet aux éleveurs de subvenir au besoin du ménage en sucre, sel et autres soins sanitaires.

3.1.2. Caractéristiques d'exploitation du mouton Peul

3.1.2.1. Mode d'acquisition du mouton Peul

La Figure 21 présente les modes d'acquisition du mouton Peul selon les zones.

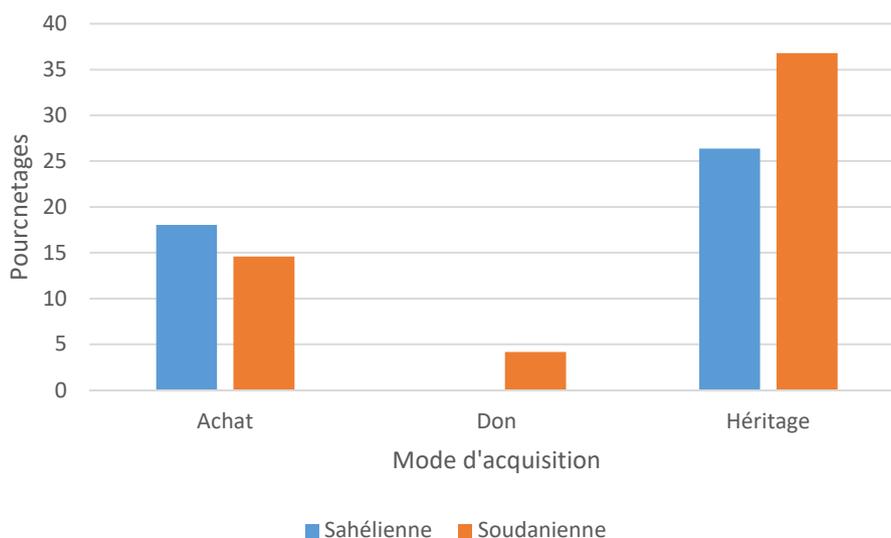


Figure 21: Mode d'acquisition du mouton Peul selon les zones

Il ressort de la Figure 21 qu'indépendamment de la zone, la majorité des éleveurs enquêtés a hérité les moutons peuls de leurs parents. Le mode d'acquisition par achat est aussi observé. Cette pratique démontre la tradition de la communauté à conserver leur mouton peul et à transmettre aux jeunes générations. Le mode d'acquisition par don est observé dans la zone soudanienne.

3.1.2.2. Diversité des espèces animales associées dans les élevages

La Figure 22, présente la diversité des espèces dans les ménages selon les zones.

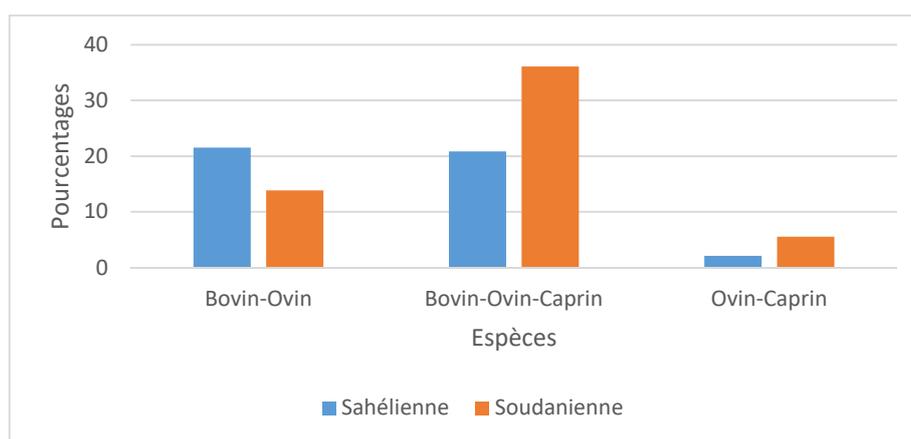


Figure 22: Diversité des espèces animales dans les élevages en fonction des zones

Selon la Figure 22, la proportion des éleveurs possédant des bovins-ovins-caprins est plus représentée (54,30%) suivie des bovins-ovins (33,74%) dans les deux zones. Cette diversité des espèces, dans l'élevage, illustre les pratiques d'adaptation des élevages face aux effets du changement climatique (sécheresse, inondation).

3.1.2.3. Structure du troupeau de mouton Peul dans les élevages

Le Tableau 13 présente la moyenne par ménage et par sexe dans les différents départements.

Tableau 13: Moyenne, minima et maxima des effectifs de mouton selon le département, sexe et ethnie

Zone	Sexe	Moyenne \pm E,T	Minima	Maxima
Sahélienne	Femelle	43,43 \pm 31,51	2	300
	Mâle	16,74 \pm 14,88	0	100
Soudanienne	Femelle	45,20 \pm 30,17	7	167
	Mâle	19,60 \pm 13,86	2	64
Total	Femelle	44,31 \pm 30,84	4	233
	Mâle	18,17 \pm 14,37	1	82
Ethnie				
Arabe	Femelle	43,43 \pm 31,51	3	180
	Mâle	16,74 \pm 14,88	1	70
Peul	Femelle	47,83 \pm 45,15	2	300
	Mâle	16,39 \pm 19,39	0	100
Total	Femelle	45,63 \pm 38,33	2	240
	Mâle	16,56 \pm 17,13	1	85

L'analyse du Tableau 13 montre que le mouton Peul est numériquement important dans les ménages indépendamment de la zone. La moyenne par ménage est de 44,31 \pm 30,84 brebis et 18,17 \pm 14,37 béliers selon la zone. Le maxima varie de 82 béliers à 233 brebis. Considérant les ethnies, la moyenne est similaire chez les arabes comme chez les peuls de 45,63 \pm 38,33 brebis et 16,56 \pm 17,13 béliers.

3.1.2.4. Pratiques d'élevage du mouton Peul

Le Tableau 14 présente les pratiques d'élevage du mouton Peul selon les zones

Tableau 14: Répartition des éleveurs du mouton Peul selon les pratiques et les zones

Caractères	Modalité	Zone				Toute zone		χ^2
		Sahélienne		Soudanienne		%	n	
		%	n	%	n			
Mobilité	Sédentaire	0	0	7,50	6	4,16	6	0,18 ^{ns}
	Transhumant	100	64	92,50	74	95,83	138	
Types de logement	Enclos à épine	0	0	11,25	9	6,25	9	0,23 ^{ns}
	Pas d'habitat	100	64	88,75	71	93,75	135	
Raison de la mobilité en saison sèche	Protection contre les insectes piqueurs	0	0	0	0	0	0	0,61 ^{ns}
	Recherche de pâturage	93,75	60	37,50	30	62,50	90	
	Recherche d'eau	6,25	4	55,00	44	33,33	48	
	Insécurité	0	0	7,50	6	4,17	6	
	Terroir d'attache	0	0	0	0	0	0	
Raison de la mobilité en saison de pluie	Insécurité	7,81	5	0	0	4,67	5	0,53 ^{ns}
	Protection contre les insectes piqueurs	39,06	25	7,69	3	26,17	28	
	Recherche de pâturage	15,62	10	36,23	25	32,71	35	
	Recherche d'eau	0	0	2,57	1	0,93	1	
	Terroir d'attache	37,50	24	25,64	10	35,51	38	
Décideur de la mobilité	Chef de campement	87,80	72	85,48	53	86,80	125	0,37 ^{ns}
	Éleveur	12,20	10	15,52	9	13,20	19	
Groupe familial en mobilité	Ensemble de la famille nucléaire	9,43	10	5,26	2	8,33	12	0,14 ^{ns}
	Une partie de la famille nucléaire	90,57	96	94,74	36	91,67	132	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

Il ressort du Tableau 14 qu'il n'y a pas d'interaction entre les zones. Indépendamment des zones, le système d'élevage pastorale est pratiquée dans les zones d'études. Il s'agit des modes de conduite par la transhumance et la sédentarité. La transhumance demeure la plus pratiquée (95,83%) par les éleveurs dans les deux zones. La raison principale de la mobilité en saison sèche est la recherche de pâturage (62,50 %) et la recherche d'eau (33,33%). En saison de pluies les pasteurs regagnent leurs terroirs d'attache (35,51%) afin de cultiver leurs champs et une partie de leur famille se déplace avec le troupeau à la recherche de pâturage (32,71%) sur l'axe nord (Barh El Gazal). Les chefs de campement sont les grands décideurs (86,80%) de cette mobilité. Lors de la mobilité, une partie de la famille nucléaire transhumait avec le troupeau (91,66 %). L'absence de logement est observée (93,75%) dans les deux zones. Les enclos en épine sont observés dans la zone soudanienne.

3.1.2.5. Pratiques sanitaires et abreuvement du mouton Peul

3.1.2.5.1. Pratiques sanitaires du mouton Peul

Il n'y a pas d'interaction de la zone sur les caractères des pratiques sanitaires ($P > 0,05$). En matière de pathologie, selon les éleveurs enquêtés la Peste des Petits Ruminants (PPR) est plus fréquente (71,54%), suivie de l'entéroxémie (12,96%) et des parasites externes dans l'ensemble des zones. La prophylaxie combinée (Vaccination et déparasitage) est plus pratiquée dans les deux zones. La prophylaxie combinée (vaccination + déparasitage) est pratiquée par les éleveurs de la zone soudanienne (70,79%). En matière de suivi sanitaire, la plupart des éleveurs faisaient eux-mêmes le suivi de leur troupeau pour la zone sahélienne d'une part et d'autres part, ceux de la zone soudanienne font appel aux auxiliaires d'élevages dans les zones proches des postes vétérinaires (Tableau 15).

3.1.2.5.2. Typologie des sites d'abreuvement du mouton Peul

Aucune interaction a été obtenue entre les deux zones ($p > 0,05$). L'abreuvement en saison de pluie est assuré (Tableau 15) dans les mares (68,74 %), suivi des fleuves/cours d'eau (29,16%) indépendamment des zones. La fréquence d'abreuvement en cette période se fait selon le besoin des animaux. En saison sèche, les moutons s'abreuvent dans les fleuves/cours d'eau permanente de la vallée de Mandoul pour la zone soudanienne et dans les yaérés du Logone (55,55 %) pour la zone sahélienne. Il est observé le développement d'installation des forages (18,04 %) par les particuliers à but commerciale dans la zone soudanienne.

Tableau 15: Pratiques sanitaires et abreuvement du mouton Peul

Caractères	Modalité	Zone				Toute zone		χ^2
		Sahélienne		Soudanienne		%	n	
		%	n	%	n			
Pathologies dominantes	Entérotoxémie	18,26	21	8,06	10	12,96	31	0,53 ^{ns}
	Charbon bactérien	22,61	26	1,61	2	11,70	28	
	Parasites externes	0,87	1	2,42	3	2,49	4	
	Parasites internes	0,87	1	1,61	2	1,24	3	
	PPR	57,39	66	84,68	105	71,54	171	
	Trypanosomose	0	0	1,61	2	0,83	2	
Prophylaxie sanitaire	Aucun	56,80	71	28,32	32	43,09	103	0,51 ^{ns}
	Combinée (Vaccination et Déparasitage)	21,60	27	70,79	80	44,96	107	
	Déparasitage	21,60	27	0,88	1	20,29	28	
Mode de suivi sanitaire	Auxiliaires d'élevage	11,20	14	58,88	58	30,11	72	0,49 ^{ns}
	Éleveur	88,00	110	49,12	56	69,45	166	
	Vétérinaire public	0,80	1	0	0	0,41	1	
Abreuvement en saison de pluie	Fleuve / Cours d'eau	30,49	25	26,98	17	28,96	42	0,26 ^{ns}
	Forage	0	0	1,58	1	0,69	1	
	Mare	67,07	55	69,84	44	68,27	99	
	Puit pastoral	2,44	2	0	0	1,38	2	
	Puit traditionnel	0	0	1,58	1	0,69	1	
Abreuvement en saison sèche	Fleuve / Cours d'eau	75,00	48	40,00	32	55,55	80	0,61 ^{ns}
	Forage	3,12	2	30,00	24	18,04	26	
	Mare	21,87	14	12,50	10	16,66	24	
	Puit pastoral	0	0	3,75	3	2,08	3	
	Puit traditionnel	0	0	13,75	11	7,63	11	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

3.1.2.5.3. Complémentation alimentaire

L'alimentation est basée principalement sur la conduite des animaux au pâturage sur les parcours naturels (Figure 24). Il en ressort que sous la responsabilité du berger, les animaux sont conduits toute la journée vers des zones de pâturage naturel et ramenés au village ou au campement (Ferrick) en fin de la journée. Le principal complément minéral utilisé est le natron (Bicarbonate de Sodium) 68,93 % en saison de pluie appelé Harif (Aout-Septembre) en arabe. Le tourteau d'arachide (30,92 %), son de céréale (19,73 %) et tourteau de coton (16,44 %) sont des compléments alimentaires utilisés en période de soudure appelés Sef (Mars-Avril-Mai) en arabe (Figure 23).

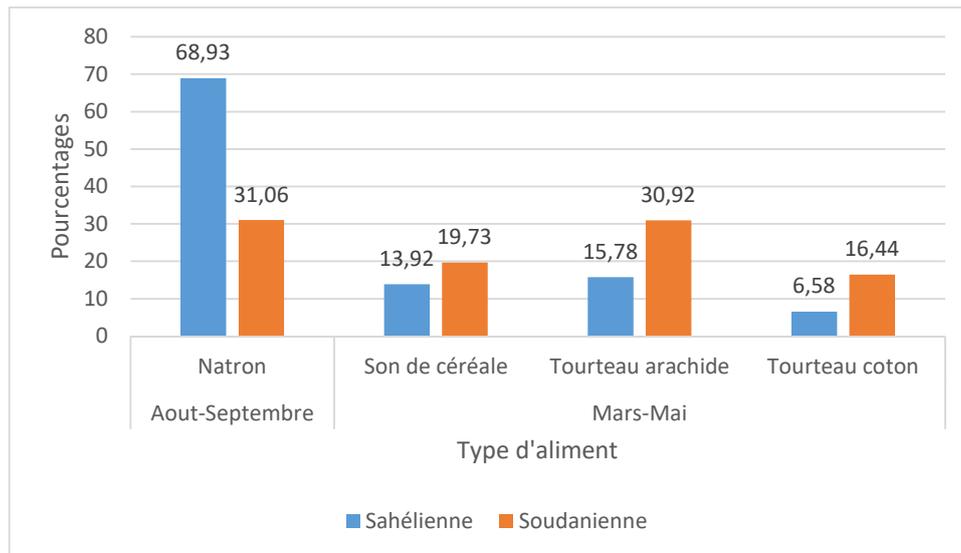


Figure 23: Complément minéral et alimentaire en fonction de période et zone



Figure 24: Conduite des troupeaux du mouton Peul

3.1.2.5.4. Activités secondaires liées à la mobilité

Il n'y a pas d'interaction entre les deux zones ($P > 0,05$). Les éleveurs pratiquent les activités agricoles en saison pluvieuse. La plupart desdits ont eu accès à la terre par héritage (72,75%), achat (15,54%) et emprunt des parcelles (11,28%). Les parents âgés, n'ayant plus la force pour les travaux physiques, cèdent les parcelles agricoles à leurs progénitures. Les cultures pluviales sont plus pratiquées (92,73 %) par les éleveurs, suivie du maraichage dans les deux zones. L'objectif principal de cette production est l'autoconsommation (74,19 %). L'excédent de la production est vendu (25,80 %) par les ménages pour subvenir à d'autres besoins. Les types de culture sont la céréale (mil, maïs et sorgho) dans la zone soudanienne (64,52%), suivie des légumineuses (arachide, niébé, sésame) dans la zone sahélienne (42,11%) (Tableau 16).

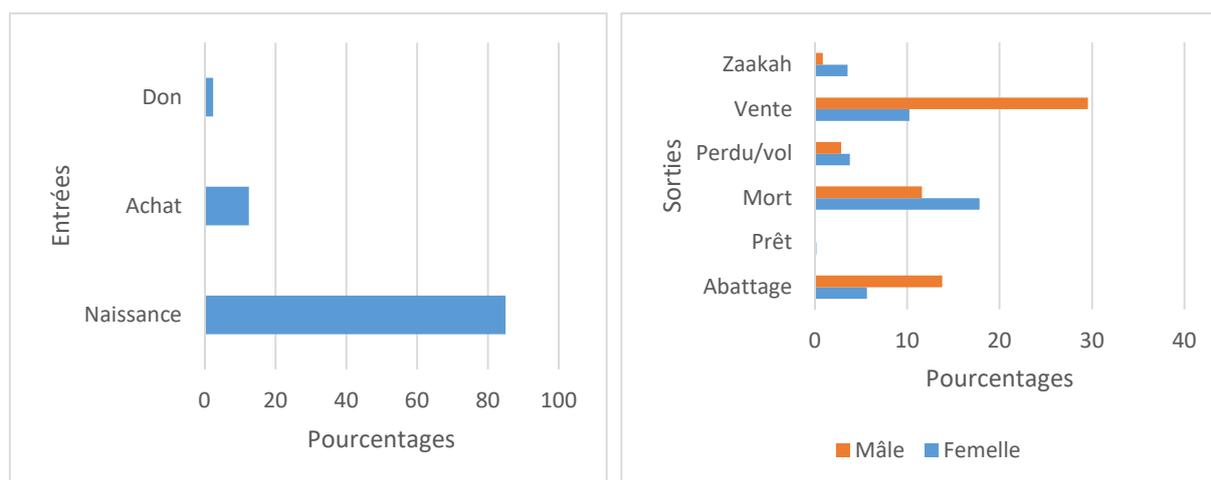
Tableau 16: Activités secondaires liées à la mobilité selon les zones

Caractères	Modalité	Zone						χ^2
		Sahélienne		Soudanienne		Toute zone		
		%	n	%	n	%	n	
Ethnie	Arabe	70,37	19	87,63	85	83,86	104	0,35 ^{ns}
	Peul	29,63	8	12,37	12	16,12	20	
Mode d'accès à la terre	Emprunt	26,32	5	8,52	9	11,29	14	0,24 ^{ns}
	Location	0	0	0,95	1	0,80	1	
	Propriété achetée	5,26	1	17,14	18	15,33	19	
	Propriété héritage	68,42	13	73,33	77	72,58	90	
Mode de culture	Cultures pluviales	52,63	10	100	105	92,74	115	0,65 ^{ns}
	Maraîchage	47,37	9	0	0	7,25	9	
Objectif de production	Autoconsommation	57,89	11	77,14	81	72,75	92	0,17 ^{ns}
	Vente	42,10	8	22,85	24	25,80	30	
Type de culte	Céréale (mil, maïs et sorgho)	31,58	6	64,52	60	58,92	66	0,55 ^{ns}
	Légumineuse (niébé, arachide, sésame)	42,11	8	35,48	33	36,60	41	
	Maraichères	26,32	5	0	0	4,45	5	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

3.1.2.5.5. Exploitation du mouton Peul

Les mouvements d'animaux (entrées et sorties) au niveau des troupeaux ovins selon les enquêtés sur les douze derniers mois sont illustrés par la Figure 25. Les modes d'entrée dans les élevages sont constitués des naissances (85,02 %) et achat (12,54 %). Les modes de sortie sont constitués de la vente (40%), la mortalité (17,82) et l'abattage (19,5 %). Les brebis sont les plus commercialisés que les femelles qui gardées pour la reproduction.



a) Mode d'entrée des animaux dans les élevages en fonction du sexe b) Mode de sortie des animaux élevages en fonction du sexe

Figure 25: Flux d'animaux dans les élevages

3.1.2.5.6. Pratiques de la sélection chez le mouton Peul

Le Tableau 17, présente les pratiques de sélection chez le mouton Peul.

Tableau 17: Pratiques de sélection du mouton Peul en fonction des groupes ethniques

Caractères	Modalité	Groupe ethnique				Tout groupe		χ^2
		Arabe		Peul		%	n	
		%	n	%	n			
Objectif	Lait	5,66	6	2,63	1	4,86	7	0,07 ^{ns}
	Viande	94,34	100	97,37	37	95,14	137	
Sélection	Aptitude	2,83	3	2,63	1	2,77	4	0,10 ^{ns}
	Conformation	81,13	86	89,47	34	83,33	120	
	Résistance	16,04	17	7,89	3	13,88	20	
	Adaptation	93,39	99	92,11	35	93,05	134	
Reproduction	Libre	100	106	100	38	100	144	-
	Semi contrôlé	0	0	0	0	0	0	
	Contrôlé	0	0	0	0	0	0	
Castration	Non	100	106	100	38	100	144	-
	Oui	0	0	0	0	0	0	
Naissance	Simple	12,26	13	5,26	2	10,42	15	0,23 ^{ns}
	Double	87,74	93	89,47	34	88,19	127	
	Triple	0	0	5,26	2	1,38	2	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux.

Il ressort du Tableau 17 qu'il n'y a pas d'interaction entre les zones ($P > 0,05$). Les moutons peuls sont élevés pour la production de viande (95,14 %). Le critère de sélection est la conformation (83,33 %) et l'adaptation (93,05 %) selon les éleveurs. Le mode de reproduction libre (100 %) est pratiqué dans les élevages avec la présence permanente du reproducteur. Il est observé des croisement inter-raciaux entre les moutons peuls et arabes afin d'amélioration la conformation de ce dernier. Aucune pratique de castration n'est observée dans les élevages. Les naissances jumelaires sont enregistrées chez les brebis Peuls (88,19 %).

3.1.3. Caractéristiques morpho-biométriques du mouton Peul

3.1.3.1. Caractéristiques phanéroptiques et fréquences phénotypiques du mouton Peul

3.1.3.1.1. Caractéristiques phanéroptiques du mouton Peul

Les Tableaux 18, 19, 20 montrent la variabilité phénotypique dans la population du mouton Peul.

Tableau 18: Distribution des caractères phanéroptiques du mouton Peul en fonction de type génétique

Caractères	Allèles	Phénotypes	Types génétiques				Tout type génétique		χ^2
			Oudah		Waila		%	n	
			%	n	%	n			
Crinière	-	Absent	100	237	93,05	67	98,38	304	0,23 ^{ns}
	-	Présent	0	0	6,94	5	1,62	5	
Pendeloque	Wa ⁺	Absent	100	237	95,83	69	99,09	306	0,18 ^{ns}
	Wa ^w	Présent	0	0	4,16	3	0,91	3	
Cornes	Ho ^p	Absent	52,74	125	58,33	42	54,04	167	0,04 ^{ns}
	Ho ⁺	Présent	47,26	112	41,67	30	45,95	142	
Barbe	Br ⁺	Absent	100	237	100	72	100	309	0,00 ^{**}
	Br ^b	Présent	0	0	0	0	0	0	
	-	Busqué	95,78	227	58,33	42	87,05	269	
Profil Facial	-	M Busqué	2,95	7	38,88	28	11,32	35	0,48 ^{ns}
	-	Rectiligne	1,26	3	2,78	2	1,62	5	
Formes des cornes	-	Incurvé	44,46	50	40,00	12	20,06	62	0,11 ^{ns}
	-	Spirale	55,36	62	60,00	18	25,88	80	
Orientation des Oreilles	-	Pédonculé	1,26 (3)	3	0 0	0	0,97	3	0,05 [*]
	-	Tombante	98,74	234	100	72	99,02	306	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ns : non significatif ; - : non déterminé * significatif ($P < 0,05$) ; ** : significatif ($P < 0,01$) ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Il ressort du Tableau 18 que le caractère présence et absence de la barbe a été hautement significatif ($P < 0,05$). Il est observé l'absence de crinières, de pendeloque et de barbe dans les deux types génétiques. On remarque, chez ce dernier, un profil facial busqué (87,05 %), la forme des cornes spiralées (25,88 %) et oreilles tombantes (99,02 %).

Tableau 19: Distribution du mouton Peul en fonction des caractères phanéroptiques et du sexe

Caractères	Allèles	Phénotypes	Sexe				Tout sexe		χ^2
			Femelle		Mâle		%	n	
			%	n	%	n			
Crinière	-	Absent	100	229	93,75	75	98,14	304	0,21 ^{ns}
	-	Présent	0	0	6,25	5	1,65	5	
Pendeloque	Wa ⁺	Absent	99,56	228	97,50	78	99,02	306	0,09 ^{ns}
	Wa ^w	Présent	0,44	1	2,50	2	0,97	3	
Cornes	Ho ⁺	Absent	71,62	164	3,75	3	54,04	167	0,59 ^{ns}
	Ho ^p	Présent	28,38	65	96,25	77	45,94	142	
Barbe	Br ⁺	Absent	100	229	100	80	100	309	0,00 ^{**}
	Br ^b	Présent	0	0	0	0	0	0	
Profil Facial	-	Busqué	85,59	196	91,25	73	87,04	269	0,07 ^{ns}
	-	M Busqué	12,66	29	7,50	6	11,32	35	
	-	Rectiligne	1,74	4	1,25	1	1,62	5	
Formes des cornes	-	Incurvé	83,08	54	10,39	8	20,04	62	0,82 ^{ns}
	-	Spirale	16,92	11	89,61	69	25,88	80	
Orientation des Oreilles	-	Pédonculé	1,31	3	0	0	0,97	3	0,05 [*]
	-	Tombante	98,69	229	100	80	99,02	306	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ns : non significatif ; * significatif ($P < 0,05$) ; ** : significatif ($P < 0,01$) ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Selon le sexe (Tableau 19), il existe une différence significative ($P < 0,05$; $P < 0,01$) pour les caractères (Barbe et orientation des oreilles). Un dimorphisme sexuel est observé pour le caractère (présence ou absence de corne). Les béliers peuls sont encornés (96,25) alors que les femelles sont décornées (71,62). Il est observé par ailleurs que les moutons peuls ne portent pas de crinière (98,13 %) et de pendeloques (99,02 %) Les cornes sont incurvées et spiralées.

Tableau 20: Distribution du mouton Peul en fonction des caractères phanéroptiques et les zones

Caractères	Allèles	Phénotypes	Zone				Toute zone		χ^2
			Sahélienne		Soudanienne		%	n	
			%	n	%	n			
Crinière	-	Absent	100	146	96,93	158	98,38	304	0,15 ^{ns}
	-	Présent	0	0	3,07	5	1,65	5	
Pendeloque	Wa ⁺	Absent	100	146	98,16	160	99,03	306	0,12 ^{ns}
	Wa ^w	Présent	0	0	1,84	3	0,97	3	
Cornes	Ho ^p	Absent	47,94	70	59,51	97	54,04	167	0,13 ^{ns}
	Ho ⁺	Présent	52,05	76	21,36	66	45,95	142	
Barbe	Br ⁺	Absent	100	146	100	163	100	309	0,00 ^{**}
	Br ^b	Présent	0	0	0	0	0	0	
Profil Facial	-	Busqué	82,19	120	91,41	149	84,14	269	0,25 ^{ns}
	-	M Busqué	17,81	26	5,42	9	11,32	35	
	-	Rectiligne	0	0	3,07	5	1,62	5	
Formes des cornes	-	Incurvé	53,94	41	31,82	21	43,66	62	0,24 ^{ns}
	-	Spirale	46,06	35	68,18	45	56,34	80	
Orientation des Oreilles	-	Pédonculé	0	0	0	0	0	0	0,10 ^{ns}
	-	Tombante	100	146	100	163	100	309	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ns : non significatif ; * significatif ($P < 0,05$) ; ** : significatif ($P < 0,01$) ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Il ressort du Tableau 20 qu'une interaction significative ($P < 0,05$), pour le caractère (présence ou absence de la barbe) a été enregistrée entre les zones. L'absence de la crinière (98,38 %) et pendeloque (99,03 %) est observée indépendamment de la zone. Le profil facial busqué est prédominant. Les cornes sont spiralées (43,66 %) et d'autres cornes incurvées (56,34 %). Les oreilles sont tombantes chez les moutons peuls indépendamment des zones (100%).

3.1.3.1.2. Distribution des motifs colorés du mouton Peul

Les Tableaux 21, 22 et 23 montrent les motifs colorés dans la population du mouton Peul.

Tableau 21: Distribution des motifs colorés en fonction de type génétique

Caractères	Allèles	Phénotypes	Type génétique				Tout type génétique		χ^2
			Oudah		Waïla		%	n	
			%	n	%	n			
Robe	-	Blanc Noir	79,13	182	0	0	58,89	182	0,91 ^{ns}
	-	Blanc Brun	19,56	45	0	0	14,59	45	
	A ^{wh}	Blanc	0	0	100	83	26,86	83	
	S ⁺ S ⁺ ; S ⁺ S ^b	Noir	1,30	3	0	0	0,97	3	
Patron coloré	-	Absent	0	0	1,39	1	0,32	1	0,96 ^{ns}
	-	Eumelanique	1,26	3	0	0	0,97	3	
	-	Illisible	98,73	234	5,55	4	77,07	238	
	A ^{wh}	Tout blanc	0	0	93,05	67	21,68	67	
Altération	-	Absent	10,13	24	93,06	67	29,44	91	0,76 ^{ns}
	-	Présent	89,87	213	6,94	5	70,55	218	
Panachure	-	Absent	10,55	25	94,36	67	29,77	92	0,77 ^{ns}
	-	Grande ceinture	89,45	212	5,63	4	69,90	216	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Il ressort du Tableau 21 qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) selon les types génétiques. La robe blanc-noir est plus représentée (58,89), suivie des animaux de couleur blanche et blanc-brun. La couleur de la robe est le caractère de polymorphisme visible qui distingue le mieux le mouton Peul des autres races. Le patron coloré illisible est plus représenté (77,07 %) suivie du patron coloré blanc. On remarque, chez le mouton peul, la présence d'une altération (70,55 %) et de la grande ceinture chez le type Oudah (89,45).

Le Tableau 22 présente la distribution des motifs colorés en fonction du sexe.

Tableau 22: Distribution des motifs colorés en fonction de sexe

Caractères	Allèles	Phénotypes	Sexe				Tout sexe		χ^2
			Femelle		Mâle		%	n	
			%	n	%	n			
Robe	-	Blanc Noir	58,33	133	65,00	52	59,84	185	0,25 ^{ns}
	-	Blanc Brun	14,42	42	3,75	3	14,56	45	
	A ^{wh}	Blanc	23,25	53	27,50	22	24,27	75	
	S ⁺ S ⁺ S ⁺ S ^b	Noir	0	0	3,75	3	0,97	3	
Patrons colorés	-	Eumelanique	0	0	3,75	3	0,97	3	0,24 ^{ns}
	-	Illisible	79,91	183	68,75	55	77,02	238	
	-	Tout blanc	20,09	46	27,50	22	22,00	68	
Altération	-	Absent	26,64	61	37,50	30	29,45	91	0,14 ^{ns}
	-	Présent	73,36	168	62,50	50	70,55	218	
Panachure	-	Absent	20,64	61	38,75	31	29,97	92	0,12 ^{ns}
	-	Grande ceinture	73,36	168	62,25	49	70,22	217	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$) ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Il ressort du Tableau 22 qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre le sexe. La robe bichrome blanc-noir est la plus représentée (59,84%) suivie de la robe monochrome blanche (24,27%). La fréquence du patron coloré illisible est la plus représentée (77,02%). La présence de l'altération et de la panachure est observée respectivement 70,55% et 70,22% sur les moutons peuls indépendamment du sexe.

Le Tableau 23 présente la distribution des motifs colorés en fonction des zones.

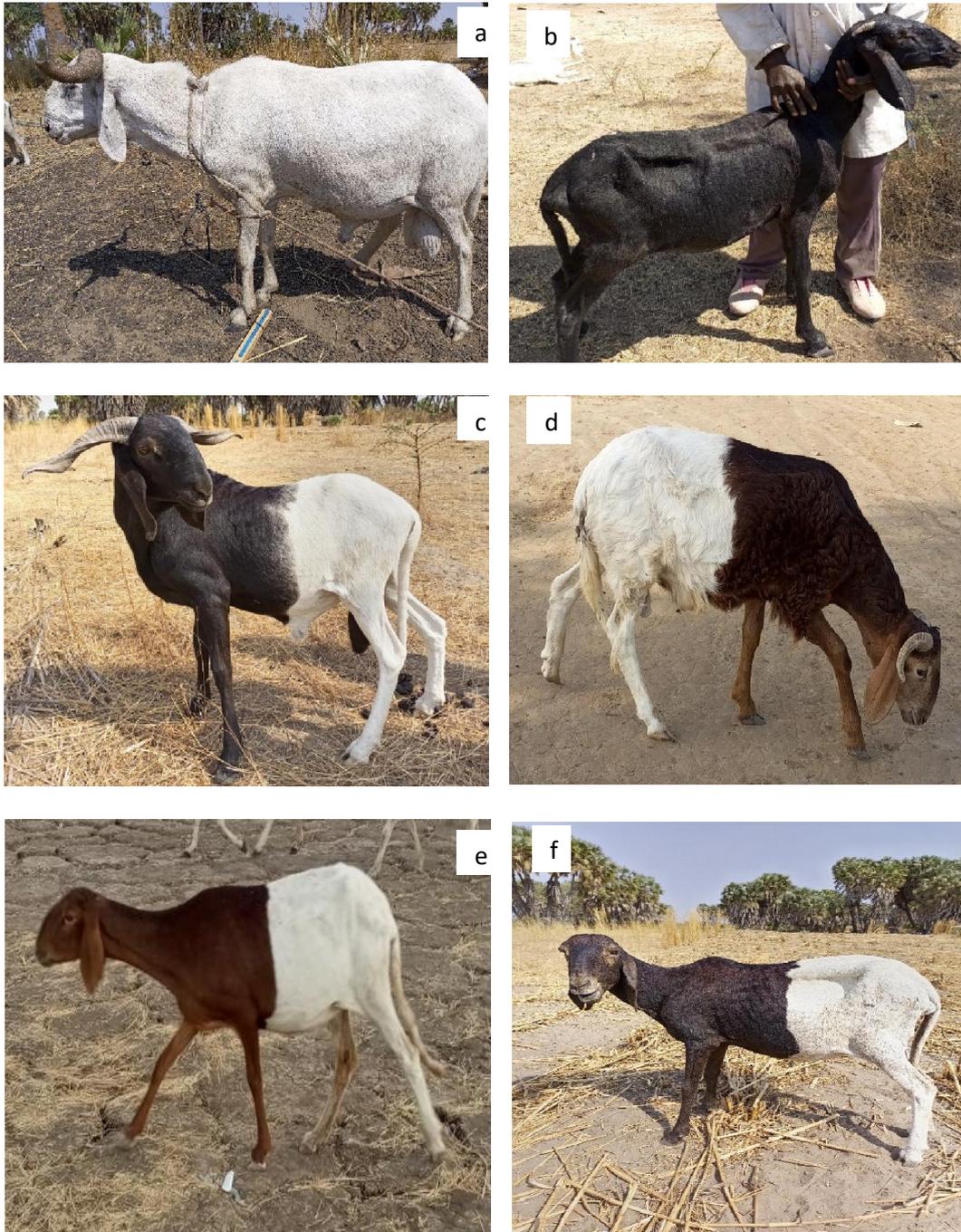
Tableau 23: Distribution des motifs colorés selon les zones

Caractères	Allèles	Phénotypes	Zones				Toute zone		χ^2
			Sahélienne		Soudanienne		%	n	
			%	n	%	n			
Robe	-	Banc Noir	58,33	133	65,00	52	59,84	185	0,35 ^{ns}
	-	Blanc Brun	18,42	42	3,75	3	14,56	45	
	A ^{wh}	Blanc	23,25	53	27,50	22	24,27	75	
	S ⁺ S ⁺ ; S ⁺ S ^b	Noir	0	0	3,75	3	0,97	3	
Patrons colorés	-	Eumelanique	2,05	3	0	0	0,97	3	0,26 ^{ns}
	-	Illisible	92,97	108	79,75	130	77,02	238	
	-	Tout blanc	23,65	35	20,25	33	22,00	68	
Altération	-	Absent	39,19	58	20,25	33	29,45	91	0,28 ^{ns}
	-	Présent	60,27	88	79,75	130	70,55	218	
Panachure	-	Absent	37,67	55	22,70	37	29,97	92	0,26 ^{ns}
	-	Grande ceinture	62,33	91	77,30	126	70,22	217	

% : Pourcentages ; n : Effectif ; ns : non significatif ; χ^2 : khi-deux ; - Non déterminé.

Il ressort du Tableau 23 qu'il n'y a pas d'interaction significative ($P > 0,05$) de la zone sur les patrons colorés. La robe bichrome est la plus représentée (59,84 %) suivie de la robe blanche (24,27 %). Le patron coloré illisible est plus représenté (77,07 %) dans les deux zones. La présence d'altération et de panachure est observée respectivement 70,55 % et 70,22 % sur les moutons peuls indépendamment des zones.

Les Figure 26 et Figure 27 présentent les types de robe et de corne chez le mouton Peul.



a,b) Mouton Waïla; c,d,e,f) Mouton Oudah blanc-noir et blanc-brun

Figure 26: Motifs colorés chez le mouton Peul



a) Corne motte chez la femelle



b) Absence de corne chez la femelle



c) Cornes incurvées latérales



d) Cornes incurvées en avant



e, f) Cornes spiralées latérales

Figure 27: Formes et orientations des cornes

3.1.3.1.3. Fréquences phénotypiques des caractères qualitatifs chez le mouton Peul

Le Tableau 24 montre les fréquences phénotypiques de certains caractères qualitatifs dans la population du mouton Peul. Les fréquences des allèles dominants sont Ho^p (0,46), Wa^w (0,01), présence de crinière et Br^b (0,00) au sein de la population étudiée. Cependant, toutes ces valeurs d'allèles dominants sont significativement inférieures ($P < 0,05$) à la valeur attendue de 0,75 à l'équilibre de Hardy-Weinberg. Néanmoins, des valeurs très élevées d'allèles récessifs sont enregistrées lors des analyses statistiques. L'absence d'équilibre de Hardy-Weinberg, dans la population du mouton Peul, pourrait être justifiée par l'apparition de facteurs d'influence tels que la migration, la mutation et la sélection.

Le Tableau 25 présente les fréquences alléliques et phénotypique en fonction des zones.

Tableau 24: Fréquences phénotypiques des caractères qualitatifs du mouton Peul en fonction des types génétiques

Caractères	Allèle	Phénotype	Type génétique									χ^2
			Oudah			Waïla			Total			
			Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	
Crinière	-	Absent	237	233	1,00	67	71	0,93	304	304	0,98	0,000***
	-	Présent	0	4	0,00	5	1	0,07	5	5	0,14	
Pendeloque	Wa ⁺	Absent	237	235	1,00	69	71	0,97	306	306	0,99	
	Wa ^w	Présent	0	2	0,00	3	1	0,03	3	3	0,01	
Cornes	Ho ⁺	Absent	125	128	0,53	42	39	0,59	167	167	0,54	
	Ho ^p	Présent	112	109	0,47	30	33	0,42	142	142	0,46	
Barbe	Br ⁺	Absent	237	237	1,00	72	72	1,00	309	309	1,00	
	Br ^b	Présent	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	

- : Non déterminé ; *** : Significatif ($P < 0,01$) ; χ^2 : khi-deux.

Tableau 25: Fréquences phénotypes des caractères qualitatifs du mouton Peul en fonction des zones

Caractères	Allèles	Phénotype	Zones									χ^2
			Sahélienne			Soudanienne			Total			
			Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	Observée	Attendue	Fréquence phénotypique	
Crinière	-	Absent	146	144	1,00	158	160	0,96	304	304	0,98	0,076 ^{ns}
	-	Présent	0	2	0,00	5	3	0,03	5	5	0,02	
Pendeloque	Wa ⁺	Absent	146	145	1,00	160	161	0,98	306	306	0,99	
	Wa ^w	Présent	0	1	0,00	3	2	0,02	3	3	0,01	
Cornes	Ho ⁺	Absent	70	79	0,48	97	88	0,59	167	167	0,54	
	Ho ^p	Présent	76	67	0,52	66	75	0,40	142	142	0,46	
Barbe	Br ⁺	Absent	146	146	1,00	163	163	1,00	309	309	1,00	
	Br ^b	Présent	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	

χ^2 : khi-deux ; - : Non déterminé ; ^{ns} : non significatif ($P > 0,05$).

Il ressort du Tableau 25 qu'il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les zones. Les valeurs faibles d'allèles récessifs sont généralement enregistrées. On observe une fréquence phénotypique W_a^w et de la présence de la crinière (0,00 %). Par ailleurs, il a été observé une fréquence allélique supérieure selon les zones (0,99 %), alors que la fréquence W_a^w de 0,01 dans les zones. Ces valeurs inférieures à celles attendues (3 ; 1), ce qui permet de conclure que la population du mouton Peul n'est pas en équilibre Hardy-Weinberg pour ces caractères. L'observation d'écarts entre les fréquences alléliques de cette population animale et les valeurs établies par le modèle de Hardy-Weinberg, a suggérée l'intervention de facteurs d'évolution comme la migration, la sélection naturelle ou des mutations.

3.1.3.2. Caractéristiques biométriques des populations du mouton Peul

L'analyse de la variance des différents caractères est reportée en Annexe 8,9,10 et 11. Il ressort de cette analyse les résultats représentés au Tableau 26, 27 et 28 en rapport avec les caractères qui y sont mentionnés.

3.1.3.2.1. Mensurations corporelles du mouton Peul selon le type génétique, sexe et zone

Le Tableau 26 présente l'analyse descriptive des mensurations chez le mouton Peul. Selon le sexe, LCo, LO et LQ ne sont pas significatif ($P > 0,05$). Les résultats montrent que HG, HC, PP, PT, LT, LC, LTC, LCro, PC et PV sont significativement influencés ($P < 0,05$) par la zone contrairement aux IT, LO, LCr, LTes et CTes ($P > 0,05$). La HG la plus élevée est obtenue chez les Oudah ($81,37 \pm 5,32$ cm). La population de notre étude est homogène ($CV < 15$) pour l'ensemble des caractères excepté la largeur de la tête ($CV = 16,12$), le PC ($CV = 20,67$) et la CTes ($CV = 18,90$). Le PC est plus dispersé avec un coefficient de variation de 20,67 (Tableau 27). Il y'a une différence significative ($P < 0,05$) sur les mensurations corporelles selon le sexe. Ce qui marque le dimorphisme sexuel observé chez le mouton peul. Le poids corporel le plus élevé ($39,96 \pm 4,33$ kg) est observé chez le mâle.

Tableau 26: Mensurations corporelles du mouton Peul en fonction de sexe, type génétique et zones.

Variable	Sexe		Type génétique		Zones		Total Moy ± ET (CV) [n = 309]	Degré de signification
	Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)			
	Femelle [n = 229]	Mâle [n = 80]	Oudah [n = 237]	Waïla [n = 72]	Sahélienne [n = 146]	Soudanienne [n = 163]		
HG	79,93±4,94 ^a (6,18)	83,26±6,98 ^b (8,38)	81,37±5,32 ^a (6,53)	78,90±6,56 ^b (8,34)	79,25±6,18 ^a (7,79)	82,17±4,88 ^b (5,93)	79,25±6,18 ^a (7,79)	*
HCr	79,45±5,38 ^a (6,77)	83,31±5,68 ^b (6,81)	81,00±5,36 ^a (6,67)	78,64±6,45 ^b (8,20)	79,15± 6,56 ^a (8,28)	81,62±4,54 ^b (5,56)	79,15± 6,56 ^a (8,28)	*
PT	83,44±9,04 ^a (10,83)	88,69±9,10 ^b (10,26)	85,25±9,19 ^a (10,78)	83,32±9,68 ^a (11,61)	83,10±11,48 ^a (13,81)	86,32±6,52 ^b (7,55)	83,10±11,48 ^a (13,81)	*
PP	39,77±4,80 ^a (12,06)	41,52±5,51 ^b (13,27)	40,46±5,01 ^a (12,38)	39,41±5,13 ^a (13,01)	36,94±4,66 ^a (12,61)	43,16±3,26 ^b (7,55)	36,94±4,66 ^a (12,61)	*
LO	20,97±3,05 ^a (14,54)	20,74±2,49 ^a (12,00)	21,09± 2,87 ^a (13,60)	20,31±2,98 ^b (14,67)	20,80±3,12 ^a (15,00)	21,01±2,72 ^a (12,94)	20,80±3,12 ^a (15,00)	*
LT	24,66±3,02 ^a (12,24)	27,18±3,10 ^b (11,40)	25,28±3,24 ^a (12,81)	25,40±3,22 ^a (12,67)	23,77±2,92 ^a (12,28)	26,69±2,86 ^b (10,71)	23,77±2,92 ^a (12,28)	*
IT	10,56±1,44 ^a (13,63)	11,06±1,68 ^b (15,18)	10,61±1,48 ^a (13,94)	10,96±1,60 ^a (14,54)	10,71±1,27 ^a (11,85)	10,67±1,72 ^a (16,12)	10,71±1,27 ^a (11,85)	*
LC	71,89±6,43 ^a (8,94)	73,77±8,18 ^b (11,08)	72,57±6,70 ^a (9,23)	71,75±7,76 ^a (10,81)	71,14±6,98 ^a (9,81)	73,48±6,78 ^b (9,22)	71,14±6,98 ^a (9,81)	*
LTC	100,38±6,75 ^a (6,72)	104,36±8,71 ^b (8,34)	101,54±6,67 ^a (6,56)	101,00±9,78 ^a (9,68)	104,18±6,48 ^a (6,22)	98,93±7,50 ^b (7,58)	104,18±6,48 ^a (6,22)	*

^{a,b}les moyennes affectées des lettres sur la même ligne se diffèrent significativement ($P < 0,05$) ; * : significative ($P < 0,05$) ; ns : non significative ($P > 0,05$) ; Moy: Moyenne; ET: Ecart Type; n: effectif; CV: Coefficient de variation. HG: Hauteur au garrot ; HCr: Hauteur à la croupe ; PT: Pourtour Thoracique ; PP: Profondeur de la poitrine ; LO: Longueur Oreille ; LT: Longueur tête ; IT: largeur tête ; LC: Longueur corps ; LCo: Longueur cou ; LTC: Longueur Total Corps.

Tableau 27: Mensurations corporelles du mouton Peul en fonction de sexe, type génétique et zones (suite).

Caractères	Sexe		Type génétique		Zones		Total Moy ± ET (CV) [n = 309]	Degré de signification
	Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)			
	Femelle [n = 229]	Mâle [n = 80]	Oudah [n = 237]	Waïla [n = 72]	Sahélienne [n = 146]	Soudanienne [n = 163]		
LCr	21,11±2,76 ^a (13,07)	22,97±2,32 ^b (10,10)	21,67±2,70 ^a (12,46)	21,35±3,03 ^a (14,19)	21,46±3,26 ^a (15,19)	21,71±2,26 ^a (10,40)	21,46±3,26 ^a (15,19)	*
lCr	16,40±2,47 ^a (15,06)	17,55±3,27 ^b (18,63)	16,71±2,93 ^a (17,54)	16,65±2,01 ^a (12,07)	16,67±2,24 ^a (13,43)	16,72±3,13 ^a (18,72)	16,67±2,24 ^a (13,43)	*
PC	8,95±1,85 ^a (20,67)	9,51±1,00 ^b (10,51)	9,11±1,79 ^a (19,64)	9,06±1,28 ^a (14,12)	8,79±1,67 ^a (18,79)	9,37±1,65 ^b (17,60)	8,79±1,67 ^a (18,79)	*
LQ	47,52±7,36 ^a (15,48)	48,79±7,17 ^a (14,69)	47,97±7,72 ^a (16,09)	47,44±5,86 ^a (12,35)	46,85±7,05 ^a (15,04)	48,75±7,47 ^b (15,32)	46,85±7,05 ^a (15,04)	*
LCo	25,55±3,06 ^a (11,97)	25,72±4,09 ^a (15,90)	25,77±3,35 ^a (12,99)	25,04±3,29 ^a (13,13)	25,33±3,02 ^a (11,92)	25,84±3,61 ^a (13,97)	25,33±3,02 ^a (11,92)	*
LTes	-	22,20±3,64 (16,39)	22,94±3,07 ^a (13,38)	19,63±3,51 ^b (17,88)	23,15±4,15 ^a (17,92)	21,64±3,05 ^a (14,09)	23,15±4,15 ^a (17,92)	*
CTes	-	30,21±4,85 (16,05)	31,44±4,21 ^a (13,39)	27,56±5,21 ^b (18,90)	32,60±5,32 ^a (16,32)	29,50±4,17 ^b (14,13)	32,60±5,32 ^a (16,32)	*
PV	37,89±3,06 ^a (8,07)	39,96±4,33 ^b (10,83)	38,78±3,29 ^a (8,48)	37,25±4,06 ^b (10,89)	37,47±3,83 ^a (10,28)	39,28±3,03 ^b (7,71)	37,47±3,83 ^a (10,28)	*

^{a,b}les moyennes affectées des lettres sur la même ligne se diffèrent significativement ($P < 0,05$). * : significative ($P < 0,05$) ; ns : non significative ($P > 0,05$) ; Moy: Moyenne; ET: Ecart Type; n: effectif; CV: Coefficient de variation ; LCr : Longueur croupe; lCr : largeur croupe; LQ: Longueur Queue; PC: Pourtour canon; LTes: Longueur Testicule; CTes: Circonférence testicule; PV: Poids vif.

Le Tableau 28, présente les indices biométriques en fonction du type génétique, sexe et zone.

Tableau 28: Indices biométriques de la population du mouton Peul en fonction du sexe, type génétique et zones

Variable	Sexe		Type génétique		Zone		Total Moy ± ET (CV) [n = 309]	Degré de signification
	Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)		Moy ± ET (CV)			
	Femelle [n = 229]	Mâle [n = 80]	Oudah [n = 237]	Waïla [n = 72]	Sahélienne [n = 146]	Soudanienne [n = 163]		
IGS	1,03±0,22 ^a (21,35)	1,02±0,18 ^a (17,64)	1,03±0,21 ^a (20,38)	1,02±0,20 ^a (19,60)	1,16±0,21 ^a (18,10)	0,91±0,11 ^a (12,08)	1,03±0,21 (20,38)	ns
IAt	0,53±0,07 ^a (13,20)	0,50±0,07 ^b (14,00)	0,52±0,07 ^a (13,46)	0,51±0,08 ^a (15,68)	0,56±0,06 ^a (10,71)	0,48±0,05 ^a (10,41)	0,52±0,07 (13,46)	*
IF	1,25±0,10 ^a (8,00)	1,25±0,10 ^a (8,00)	1,25±0,10 ^a (8,00)	1,28±0,09 ^b (7,03)	1,32±0,07 ^a (5,30)	1,20±0,09 ^a (7,50)	1,26±0,10 (7,93)	*
IC	0,83±0,09 ^a (10,84)	0,85±0,07 ^b (8,23)	0,84±0,09 ^a (10,71)	0,82±0,09 ^a (10,97)	0,79±0,10 ^a (12,65)	0,87±0,06 ^a (6,89)	0,83±0,09 (10,84)	*
IM	1,04±0,11 ^a (8,00)	1,07±0,12 ^b (11,21)	1,04±0,11 ^a (10,57)	1,06±0,11 ^a (10,37)	1,05±0,15 ^a (14,28)	1,05±0,06 ^a (5,71)	1,05±0,11 (10,47)	*
IL	0,50±0,04 ^a (8,00)	0,50±0,04 ^a (8,00)	0,50±0,04 ^a (8,00)	0,50±0,05 ^a (10,00)	0,53±0,04 ^a (7,54)	0,47±0,03 ^b (6,38)	0,50±0,04 (8,00)	*
IRC	0,11±0,02 ^a (18,18)	0,11±0,01 ^a (9,09)	0,11±0,02 ^a (18,18)	0,11±0,01 ^a (9,09)	0,11±0,02 ^a (9,09)	0,11±0,02 ^a (9,09)	0,11±0,02 (9,09)	ns
ICo	0,87±0,14 ^a (16,09)	0,83±0,10 ^b (12,05)	0,86±0,14 ^a (16,27)	0,87±0,12 ^a (13,79)	0,87±0,18 ^a (20,68)	0,85±0,06 ^a (7,06)	0,86±0,13 (15,11)	*
IDT	0,11±0,02 ^a (18,18)	0,10±0,01 ^a (10,00)	0,11±0,02 ^a (9,09)	0,11±0,01 ^a (9,09)	0,10±0,03 ^a (10,00)	0,11±0,02 ^a (9,09)	0,10±0,02 (10,00)	ns
ICa	0,59±0,08 ^a (13,55)	0,58±0,07 ^b (12,07)	0,59±0,08 ^a (13,55)	0,60±0,06 ^a (16,66)	0,59±0,08 ^a (13,55)	0,59±0,08 ^a (13,55)	0,59±0,08 (13,55)	*
IA	0,26±0,03 ^a (11,55)	0,25±0,02 ^b (8,00)	0,25±0,03 ^a (12,00)	0,26±0,03 ^a (11,54)	0,26±0,03 ^a (11,54)	0,25±0,03 ^a (12,00)	0,26±0,03 (11,54)	*

^{a,b} les moyennes affectées des lettres sur la même ligne se diffèrent significativement ($P < 0,05$), Moy: Moyenne; ET: Ecart Type; n: effectif; CV: Coefficient de variation. IGS: Indice gracilité sous sternal; IAt: Indice auriculo-thoracique; IF: Indice format; IC: Indice compacité; IM: Indice massivité; IL: Indice Longilignité; IRC: Indice corporel Relatif; ICo: Indice corporelle; IDT: Indice dactyl-thoracique; ICa: Indice caudal; IO: Indice auriculaire

Le Tableau 28 a montré qu'une différence significative ($P < 0,05$) a été observée pour les mensurations (IC et IA) selon le sexe, le type génétique et les zones. IL le plus élevé a été de $1,16 \pm 0,22$ dans la zone sahélienne. L'IC plus élevé est obtenu $0,87 \pm 0,18$ et plus dispersé avec un coefficient de variation de 20,68 dans la zone sahélienne. L'IRC a été plus dispersé chez les brebis avec un coefficient de variation de 18,18 %.

3.1.3.2.2. Corrélation entre les mensurations corporelles du mouton Peul

Le Tableau 29 présente les corrélations entre les mesures corporelles. Une forte corrélation ($r = 0,89$) a été obtenue entre HG et HCr. Le PV a été significativement corrélé avec HG ($r = 0,95$; $P < 0,01$), HCr ($r = 0,89$; $P < 0,01$) et PT ($r = 0,69$; $P < 0,01$). Ces variables fortement corrélées pourraient être exploiter pour l'établir les équations de prédictions du poids hors station. Une corrélation significativement négative ($r = - 0,058$; $P < 0,01$) a été obtenue entre LC et LCo.

Tableau 29: Corrélations entre les mensurations corporelles du mouton Peul

	HG	HCr	PT	PP	LT	IT	LC	LTC	LCr	ICr	PC	LQ	LCo	LTes	CTes	PV
HG	1															
HCr	0,897**	1														
PT	0,402**	0,350**	1													
LO	0,692**	0,677**	0,442**	1												
LT	0,497**	0,498**	0,354**	0,696**	1											
IT	0,256**	0,212**	0,165**	0,229**	0,263**	1										
LC	0,441**	0,400**	0,377**	0,495**	0,292**	0,330**	1									
LTC	0,401**	0,399**	0,295**	0,217**	0,250**	0,253**	0,402**	1								
LCr	0,485**	0,512**	0,236**	0,593**	0,447**	0,363**	0,394**	0,466**	1							
ICr	0,185**	0,134**	0,424**	0,135**	0,177**	0,048	0,102*	0,145**	0,003	1						
PC	0,236**	0,113*	0,309**	0,286**	0,268**	0,126*	0,287**	0,269**	0,143**	0,065	1					
LQ	0,388**	0,368**	0,164**	0,439**	0,325**	0,276**	0,316**	0,268**	0,422**	0,166**	0,054	1				
LCo	0,011	0,095*	0,112*	0,015	-0,052	-0,011	-0,058	-0,016	0,123*	0,056	-0,125*	0,163**	1			
LTes	0,368**	0,363**	0,552**	0,304**	0,200	0,055	0,103	0,382**	0,496**	0,299**	0,320**	0,395**	0,195	1		
CTes	0,379**	0,449**	0,373**	0,036	-0,247*	-0,279*	0,026	0,252*	0,311**	0,147	0,278*	0,040	0,062	0,638**	1	
PV	0,950**	0,897**	0,402**	0,692**	0,497**	0,256**	0,441**	0,401**	0,485**	0,185**	0,236**	0,388**	0,011	0,368**	0,379**	1

** : Coefficient de corrélation significatif au seuil de 0,01 ; * : Coefficient de corrélation significatif au seuil de 0,05 ; HG: Hauteur au garrot ; HCr: Hauteur à la croupe ; PT: Pourtour Thoracique ; PP: Profondeur de la poitrine ; LO: Longueur Oreille ; LT: Longueur tête ; IT: largeur tête ; LC: Longueur corps ; LCo: Longueur cou ; LTC: Longueur Total Corps; LCr : Longueur croupe; ICr : largeur croupe; LQ: Longueur Queue; PC: Pourtour canon; LTes: Longueur Testicule; CTes: Circonférence testicule; PV: Poids vif.

De manière générale, les mensurations corporelles du mouton peul corrélient les unes avec les autres. A l'exception de la longueur du cou, HG et PV ont une corrélation positive avec toutes les autres mensurations.

3.1.4. Variabilité phénotypique selon les mensurations du mouton Peul

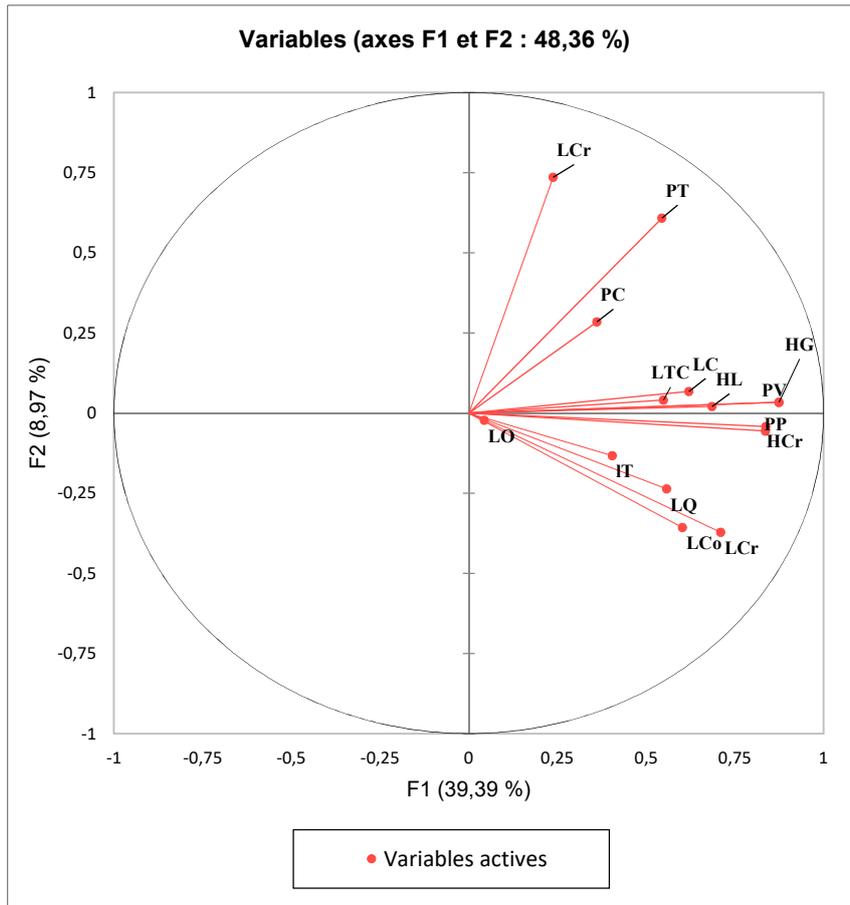
Le Tableau 30 présente la matrice de corrélation entre les mesures biométriques et les facteurs. L'indice de Kayser-Meyer-Olkin (KMO), pour l'efficacité des échantillons, pour l'analyse en composantes principales (CPA) des mesures de 0,75 a été obtenu. Ce qui explique l'efficacité des tests utilisés. Cinq (05) composantes permettent de mieux expliquer la variabilité phénotypique. Les composantes 1 et 2 ont contribué respectivement à 39,39% et 8,97% pour une variabilité cumulée de 48,36%. Les composantes 3, 4 et 5 ont contribué pour une variabilité cumulée de 70,94 % (Figure 28).

Tableau 30: Matrice de corrélations entre les variables et les facteurs du mouton Peul

variables	Facteur (F)				
	F1	F2	F3	F4	F5
HG	0,874	0,034	0,202	-0,318	-0,217
HCr	0,836	-0,055	0,300	-0,287	-0,197
PT	0,544	0,609	-0,006	0,155	0,137
PP	0,837	-0,042	0,041	-0,165	0,272
LO	0,602	-0,356	-0,188	0,048	0,406
LT	0,686	0,020	-0,073	-0,115	0,350
IT	0,404	-0,133	-0,231	0,442	-0,381
LC	0,620	0,068	-0,294	0,177	-0,210
LTC	0,549	0,041	-0,250	0,285	-0,362
LCr	0,710	-0,371	-0,034	0,253	0,063
lCr	0,237	0,736	0,217	0,225	0,058
LCo	0,361	0,285	-0,606	-0,040	0,242
PC	0,558	-0,236	0,186	0,382	0,157
LTes,	0,044	-0,022	0,644	0,485	0,164
PV	0,874	0,034	0,202	-0,318	-0,217

HG : Hauteur au garrot, HCr: Hauteur à la croupe, PT: Pourtour Thoracique, PP: Profondeur de la poitrine, LO: Longueur Oreille, LT: Longueur tête, IT: largeur tête, LC: Longueur corps, LCo: Longueur cou, LTC: Longueur Total Corps; LCr : Longueur croupe; lCr : largeur croupe; LQ: Longueur Queue; PC: Pourtour canon; LTes: Longueur Testicule; CTes: Circonférence testicule; PV: Poids vif.

La Figure 28 montre la discrimination entre les différentes variables négativement corrélées entre elles (LCo, HCr, LO, LCr, PP, Lt sur l'axe F2). Il apparaît que HCr, PP, LC, PV, PC et HG sont positivement et fortement corrélés sur l'axe F1.



HG: Hauteur au garrot, HCr: Hauteur à la croupe, PT: Pourtour Thoracique, PP: Profondeur de la poitrine, LO: Longueur Oreille, LT: Longueur tête, IT: largeur tête, LC: Longueur corps, LCo: Longueur cou, LTC: Longueur Total Corps; LCr : Longueur croupe; lCr : largeur croupe; LQ: Longueur Queue; PC: Pourtour canon; PV: Poids vif.

Figure 28: Cercle de corrélation des variables par ACP des mensurations du mouton Peul

3.1.4.1. Classification selon les mesures du mouton Peul

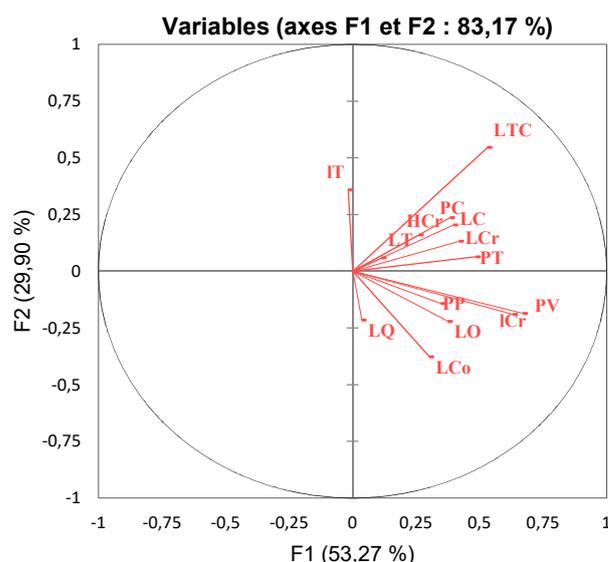
L'analyse de la structure de la population a permis de distinguer 2 groupes. Le 1^{er} groupe est constitué des types 1 et 2 et le 2^{ème} groupe des types 3 et 4. Les caractéristiques les plus élevées ont été enregistré chez les types 3 et 2.

Tableau 31: Caractéristiques des morphotypes basées sur les mensurations du mouton Peul

Variabes	T1	T2	T3	T4
HG	78,00	88,28	94,00	81,00
HCr	79,97	87,21	95,00	91,00
PT	84,38	97,50	101,00	61,00
PP	39,90	46,25	50,50	40,00
LO	20,87	22,07	23,00	18,00
LT	25,01	31,14	30,00	26,00
IT	10,61	12h43	10,00	10,00
LC	72,15	77,35	75,00	70,00
LTC	100,89	111,07	116,00	102,00
LCr	21,39	24,93	26h00	24,00
ICr	16,61	19,14	18h00	13,00
LCo	9,14	10,07	10,00	9,00
LQ	47,36	56,78	55,00	51,00
PC	25,55	24,71	31,00	32,00
LTes	21,91	26,43	20,00	22,11
CTes	30,39	31,50	38,00	30,47
PV	38,18	43,08	46,62	38,56

T1 = Morphotype Oudah ; T2 =Morphotype Waïla; T3 =Morphotype Oudah; T4 =Morphotype Oudah,
 HG: Hauteur au garrot ; HCr: Hauteur à la croupe ; PT: Pourtour Thoracique ; PP: Profondeur de la poitrine ;
 LO: Longueur Oreille ; LT: Longueur tête ; IT: largeur tête ; LC: Longueur corps ; LCo: Longueur cou ; LTC:
 Longueur Total Corps; LCr : Longueur croupe; lCr : largeur croupe; LQ: Longueur Queue; PC: Pourtour
 canon; LTes: Longueur Testicule; CTes: Circonférence testicule; PV: Poids vif.

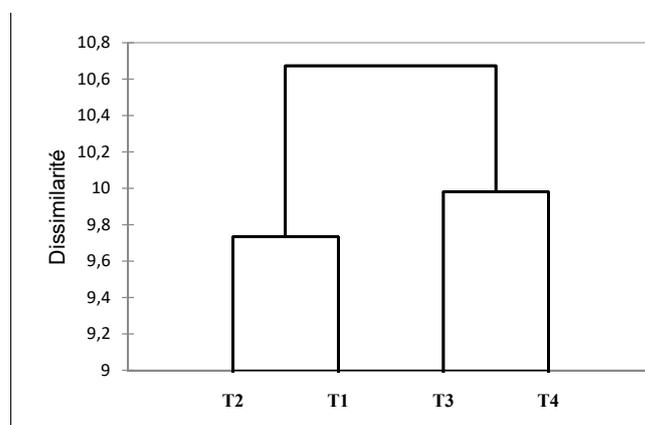
Selon la Figure 29, la IT a été corrélé négativement avec l'axe F2. Les LTC, HG, lCr, PC, LC, LCr ont été fortement corrélés avec l'axe F1. Les LTC, lCr, PV et PP ont été les plus discriminants.



HG : hauteur au garrot ; HCr : Hauteur de la croupe ; PT : Pourtour thoracique ; PP : Profondeur de la poitrine ;
 LO : Longueur des oreilles ; LT : longueur de la tête ; IT : largeur de la tête ; LC : longueur du corps ; LCo :
 longueur du cou ; LTC : longueur totale du corps ; LCr : longueur de la croupe ; lCr : largeur de la croupe ; LQ :
 longueur de la queue ; PC : Pourtour du canon ; PV : Poids vif.

Figure 29: Corrélation des variables factorielles de la classe des moutons Peuls

Le dendrogramme (Figure 30) illustre les relations entre les morphotypes en fonction de leur dissimilarité. Ainsi, tout en confirmant l'AFD, le dendrogramme illustre le rapprochement les différents morphotypes. Les morphotypes 1 et 3 ont été plus proches, par contre les morphotypes 3 et 4 ont été éloignés.



T1 =Oudah morphotype ; T2 =Morphotype Waïla ; T3 =Morphotype Oudah; T4 =Morphotype Oudah,

Figure 30: Dendrogramme des morphotypes du mouton Peul

Le Tableau 32 présente la variance observée intra-classe et inter-classe sur la base des mensurations.

Tableau 32: Décomposition de la variance pour une classification optimale du mouton Peul

Catégories de variance	Absolue	%
Intra-classe	124257,42	90,59
Interclasse	12909,01	9,41
Inertie totale	137166,43	100,00

Il ressort du Tableau 32 que la variance intra-classe a été plus élevée de 90,59 %.

Les outils statistiques utilisés antérieurement ont permis d'arriver aux résultats qui ont fait l'objet de la présente étude. Cependant, que représentent-ils lorsqu'ils sont comparés à ceux des autres auteurs ayant travaillé dans le même domaine ? C'est l'objet de la préoccupation portée dans la partie qui suivra.

3.2 Discussion

Les résultats obtenus grâce aux outils d'analyse du chapitre précédent, nous permettent de discuter nos résultats par rapport aux travaux antérieurs.

Selon les observations de la présente étude, les communautés pastorales (arabes et peul) sont les principaux exploitants du mouton peul. D'après la littérature, le mouton peul était le patrimoine zoogénétiques de la communauté Peul d'où l'appellation de « mouton peul ». Au Tchad, compte tenu du contexte actuel de changements climatiques, d'autres communautés (arabes) ont une préférence particulière pour le mouton peul. Selon ces derniers (arabe) le mouton a un bon marché (prix élevé) vu sa conformation, sa résistance et son adaptation aux conditions hostiles. L'acquisition du capital initial se fait principalement de trois manières : héritage, achat et don. Ce qui confirme les résultats de Dicko et *al.* (2006). Cette similitude est due à la gestion du mouton par cette même communauté peul partageant les territoires voisins (Niger, Nigéria Mali, Bukina, Sénégal, Cameroun et RCA).

Le taux élevé des mariés reflétait le niveau de responsabilité sociale et l'expérience des éleveurs dans la gestion et la conduite des animaux d'une part. D'autre part, les jeunes et les adultes jouent un rôle important dans le transfert des connaissances d'une génération à l'autre. Ce constat témoigne de la forte implication des jeunes et des adultes, qui se déplacent de manière saisonnière et cyclique avec les animaux, dans leur quête perpétuelle d'eau et de pâturages sur les voies naturelles alors que les personnes âgées, quant à elles se retirent progressivement de cette activité. Ces personnes âgées, considérées comme des patriarches, sont les chefs d'exploitations tandis que la responsabilité de la gestion du cheptel reste du ressort du chef de famille. Ces résultats sont similaires à ceux de Yaye et *al.* (2019) qui ont conduit des recherches similaires sur les moutons Peuls au Niger. En revanche, Hamadou et *al.* (2015) qui avaient rapporté pour le cas de l'élevage des moutons Koundoum au Niger que les jeunes et les adultes, ont été moins impliqués dans la gestion. L'exode rurale, d'une part et l'organisation sociale des ménages dans la vallée du fleuve Niger d'autre part sont les principales raisons de l'abandon de la race Koundoum. L'expérience capitalistique des éleveurs compenserait l'effet de leur analphabétisme et de leur faible niveau d'instruction. Le faible niveau d'instruction, dans la présente étude, se justifie par le fait les jeunes s'occupent de la conduite des troupeaux lors de la transhumance ce qui les éloigne des écoles. Les résultats similaires sont rapporté par Yaye et *al.* (2019) et Mani (2013) au Niger. Un taux de scolarisation élevé a été rapportés dans les élevages urbains (Lawal et *al.*, 2018 et Sanon et *al.*, 2018). Ce qui justifie l'accessibilité aux structures éducatives pour les pasteurs qui s'installent à la périphérie des grandes villes. Les

familles de petite et moyenne tailles sont plus représentées. Des résultats similaires ont été obtenues sur les petites et moyennes familles et les familles nombreuses dans les élevages ovins peuls du Niger (Yaye et *al.*, 2019).

L'analyse du système d'élevage du mouton a permis déterminer un système pastoral basé sur la mobilité. Lors de cette mobilité, les personnes âgées s'installent dans les zones de stockage (yaéré et/ou campement) en gardant quelques noyaux (brebis gestantes ou ayant mis bas et quelques mâles). Les jeunes bergers se déplacent avec le reste de troupeaux dans les plaines du Mayo Kebbi, Tandjilé, Chari, Mandoul et dans les yaérés du Logone au Nord Cameroun. Des pratiques similaires ont été observée au Niger sur des moutons peuls (Yaye et *al.*, 2019), au Sénégal (N'Diaye et *al.*, 2018) et au Mali (Ham et *al.*, 2011). En effet, la pratique de la transhumance est depuis longtemps une stratégie efficace d'adaptation aux aléas climatiques pour la majorité des éleveurs sahéliens. La transhumance est considérée comme un système opportuniste d'exploitation des ressources pastorales, face aux crises fourragères saisonnières, profitant de la diversité écologique et de la complémentarité entre les différentes zones agro-climatiques du pays (FAO, 2013 ; Koussouma et *al.*, 2010). Ce système d'élevage explique l'absence de logement rapportée dans la présente étude. Ces résultats sont similaires à ceux de Yaye et *al.* (2019) au Niger mais différents de ceux trouvés par N'Diaye et *al.* (2018) sur l'étude de l'élevage ovin peul-peul au Sénégal pour lequel des habitats sont construits mais constitués d'enclos constitués de branches d'arbustes épineux et dépourvus de toit. La recherche de pâturages et d'eau pour abreuver les troupeaux ont été les principaux motifs de mobilité en saison sèche. Kiema et *al.* (2014) ont fait les mêmes observations auxquelles s'ajoutent la recherche de la pierre à lécher ou cures salés au Burkina-Faso. Selon Vall et *al.* (2014), la mobilité des troupeaux est une condition nécessaire à la viabilité de ces systèmes, pour accéder aux ressources en eau et en pâturage dont la répartition spatiale varie au cours de l'année. Du point de vue de l'occupation des ménages enquêtés, l'élevage demeure l'activité principale avec l'agriculture comme activité secondaire dans les terroirs d'attache. Les activités agricoles permettent à ces éleveurs de constituer un stock céréalier pour leur survi. Kiema et *al.* (2014), au Burkina Faso, ont fait des observations similaires sur la typologie des occupations des éleveurs dans le pays des hommes intègres. L'objectif principal de cette production est l'autoconsommation, suivi de la vente de la production excédentaire. Le type de culture est principalement fait de céréals (mil, maïs et sorgho). Selon Koussouma et *al.* (2010), l'occupation de l'habitat et l'attribution des terres ont incité ces familles à développer la culture des céréales, base de leur alimentation, dont tout excédent est facilement commercialisable.

L'effectif moyen des moutons Peuls, par ménage, aussi bien pour les brebis que pour les béliers atteint une moyenne de 200 animaux. Considérant les groupes ethniques, la moyenne est similaire chez les éleveurs Arabes et chez les éleveurs Peuls avec 48 brebis et 17 béliers. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par Amegee et *al.* (1983) au Togo avec 7 à 8 brebis, par Thys et Ekembe (1992) au Cameroun avec un nombre moyen de 8,2 têtes, Ousseini (2011) au Sénégal avec un nombre moyen de 14 têtes et Rade (1994) au Bénin de 2 à 10 têtes. Yaye et *al.* (2019) ont rapporté un effectif moyen de 72 têtes au Niger. Ces différences s'expliquent par le fait que dans les systèmes purement pastoraux, la taille du troupeau est plus importante que dans les systèmes agro-pastoraux (Dayo et *al.*, 2015). L'exploitation des béliers permet au bélier de tenir compte du sex ration dans les élevages. Dans les systèmes pastoraux, les animaux sont en déplacement pour explorer les pâturages naturels vastes, par contre dans les systèmes agropastoraux, il y'a compétition sur les parcours pour l'exploitation agricole, ce qui justifie l'effectif faible dans les ménages agropastoraux. Dans les différents troupeaux, les effectifs de brebis ont été supérieurs à ceux des béliers en raison de la forte exploitation de ces derniers par la vente et l'abattage. Les résultats similaires ont été observés par Thys et Ekembe (1992) au Cameroun et par Ousseini (2011) au Sénégal. À travers la zone de l'étude, une diversité de complément alimentaire domine dans l'alimentation du mouton peul.

Le chaume, le tourteau de coton et le tourteau d'arachide sont utilisés comme compléments alimentaires en période de soudure. Ils sont produits localement et proviennent de sous-produits agricoles ou agro-industriels locaux. Ils sont achetés sur les marchés locaux et/ou proviennent du stock des réserves fourragères des agro-éleveurs. Les pasteurs s'installent dans les zones soudanaises pour valoriser les sous-produits agricoles et industriels.

La conduite du mouton Peul est assurée essentiellement par la main-d'œuvre familiale. Les employés permanents sont majoritairement des bergers Peuls. Un résultat similaire est observé chez le mouton le Ladoum au Sénégal (Ousseini, 2011) et mouton peul au Niger (Yaye et *al.*, 2019). La conduite des animaux est exclusivement réservée aux hommes appartenant à la tranche d'âge de 15 à 35 ans. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Lawal et *al.* (2018) dans des exploitations agricoles urbaines et périurbaines à Niamey au Niger et ceux de Kiema et *al.* (2014) au Burkina-Faso. Selon les éleveurs, le contrat varie de temps plein et à temps partiel. Les tâches de la main d'œuvre sont principalement l'alimentation, l'abreuvement et le gardiennage mais, pendant la saison des pluies, ce sont les activités agricoles. Le mouton Peul est le plus souvent gardé sans association avec d'autres races de moutons chez les éleveurs Peuls. Cette pratique est favorable à la pureté ou à l'homogénéité de cette race dont les deux

types génétiques sont jalousement gardés par les éleveurs (Hoste et *al.*, 2003). Dans la présente étude, les arabes conduisent le mouton Peul en association avec des moutons d'autres races ainsi que les chèvres. Cette pratique contribue au maintien de la diversité génétique ovine. Ce système de pâturage est connu pour favoriser d'une part l'état sanitaire (en réduisant l'infestation parasitaire des animaux) et les performances des animaux, et d'autre part, une bonne composition des espèces fourragères dans le milieu (Hounzangbé et *al.*, 2011 ; Meisser et *al.*, 2013 ; Alexis et *al.*, 2015). En revanche, chez les éleveurs arabes, la conduite du troupeau est salariale et confiée aux éleveurs peuls. Au Sénégal, elle était familiale et/ou salariée avec un berger pour les moutons Peul-Peul (N'Diaye et *al.*, 2018).

Selon les éleveurs enquêtés dans le cadre de cette étude, la PPR est la maladie dominante, suivie de l'entérotoxémie et des parasites externes. La prophylaxie sanitaire la plus pratiquée est la vaccination associée au déparasitage. Une partie des éleveurs ne pratiquent pas la prophylaxie mais font seulement le déparasitage. Hamadou et *al.* (2015) ont rapporté l'utilisation des vermifuges chez le mouton Koundoumn au Niger. Yaye (2019), au Niger, a identifié comme principales maladies le charbon bactérien, la clavelée, la fièvre aphteuse et les maladies parasitaires. Tounkara et *al.* (1996) au Mali ont observé une forte présence de PPR au sein des troupeaux de petits ruminants. La présence de certaines pathologies dans certaines localités dépendra donc des conditions naturelles du milieu, mais aussi de la disponibilité des moyennes de mitigation. En effet, l'État Tchadien et certains programmes organisent annuellement des campagnes de vaccination gratuites. La surveillance sanitaire est réalisée par les éleveurs compte tenu de l'inaccessibilité des postes vétérinaires éloignés des zones de transhumance. Lors des campagnes de vaccination contre la PPR organisées par les services de l'État, les auxiliaires d'élevage et les vétérinaires publics effectuent un suivi sanitaire dans les élevages autour du Chari (yaérés) et à proximité des grands centres urbains.

L'analyse des objectifs de l'élevage des moutons peuls révèle que la production de viande est l'objectif principal des éleveurs peuls et les éleveurs arabes de moutons. Les critères de choix sont la conformation, l'adaptation et le marché. Il est observé que les éleveurs peuls garde rien que les troupeaux de mouton évitant le contact avec d'autres races ; ce qui favorise l'accouplement des individus de la même race, d'où l'homogénéité des individus observée. Cette pratique entraîne l'augmentation du degré consanguinité qui pourrait limiter la diversité génétique. En revanche, la communauté pastorale arabe élève les moutons peuls en association des races arabes. Ce croisement (arabe x peul) entraîne l'hétérogénéité dans la population par conséquent contribue à améliorer la diversité génétique. Le mode de reproduction libre est

observé dans les systèmes d'élevages avec une présence permanente du reproducteur. Aucune pratique de castration n'est observée dans la présente étude. Les naissances jumelaires sont plus représentées. Des résultats similaires sont obtenus par N'Diaye et *al.* (2018) mais avec un taux de mâles castrés (12,5 %) observé dans les élevages au Sénégal.

Les naissances et les achats sont les principaux modes d'entrée des animaux dans les élevages. Les sorties sont constituées de la vente, de la mortalité et de l'abattage. Yaye et *al.* (2019) ont observé des résultats similaires que l'entrée est constitué des naissance, d'achat d'une part et d'autres part la sortie est composée des ventes et de mortalités. Les femelles sont gardées pour la reproduction (reconstitution du cheptel). Les mâles sont vendus pour subvenir aux besoins des ménages d'où la réduction de l'effectif, ce qui permet d'améliorer le sex ration.

Le mouton constitue une épargne pour des nombreux ménages. La vente se fait dans les marchés de regroupement se trouvant dans les départements de l'étude. Il est observé le développement des marchés spontanés sur les grandes artères des villes surtout à l'approche des fêtes par les éleveurs vivant tout autour de ces villes. Les collecteurs achètent les moutons dans ces marchés à bas prix et les convoient dans les grandes villes pour la vente. Cette pratique est accentuée à l'approche des fêtes de mouton et de fin d'année. Les moutons sont achetés, engraisés puis exporter vers les pays voisins (Nigéria, Niger, Cameroun, Lybie, Soudan, Gabon, RCA et la Cote d'ivoire) selon certains les exportateurs rencontrés dans la zone d'étude. Une nouvelle dynamique est observée par l'utilisation des camions, comme moyen de transport des moutons vers les marchés dans le grand centre et pour l'exportation. Les revenus issus de la vente des moutons varient de 150000 à 750000 FCFA dans les ménages sahéliens. Les explorateurs ont un revenu supérieur selon le marché des différents pays. Guingouain (2017) a rapporté un revenu de 77000 FCA par mois pour les fermes améliorées au Togo. Au sud Cameroun, le revenu des éleveurs varie de 50000 à 200000 selon les travaux de Tendonkeng et *al.* (2013). Ce revenu permet aux éleveurs de subvenir aux besoins du ménage en sucre, sel et soins sanitaires. Dans la zone sahélienne du Sénégal, des études ont montré que la majorité des ménages pauvres tire ses revenus de l'élevage (CSAO-OCDE et CDEAO, 2008).

L'analyse des caractères phénotypiques montre que les moutons Peuls n'ont pas de crinière, ni de pendeloque et ni de barbe. La fréquence allélique de la présence des cornes est dominante chez le mâle. Le profil facial busqué était plus présent avec des cornes spiralées chez le mâle. Les oreilles tombantes étaient majoritaires. La robe bichrome blanc-noir est plus dominante suivie de la robe monochrome blanche. Dans notre étude, la fréquence du patron coloré illisible est plus représentée suivie du blanc. Ces résultats corroborent ceux de Ndiaye et *al.* (2018) chez

les moutons Peuls au Sénégal. La présence de l'altération et de la panachure est plus marquée. Yakubu et *al.* (2010) ont observé la prédominance de la robe blanche des béliers et des brebis chez les moutons Balami en Nigeria. Selon Ozoje et Kadri (2001), en plus de la relation entre la coloration blanche et stress environnemental, il y a aussi une importance morpho structurale car, elle affecte la largeur des épaules chez le mouton. De plus, Dyrmondsson et Adalsteinsson (1980) ont rapporté que l'allèle A^{wh} responsable de la robe blanche joue un rôle dans la suppression de la reproduction hors saison, ce qui est un avantage dans des conditions environnementales difficiles où la reproduction, hors saison avec agnelage en saison froide, conduirait à la forte mortalité des petits.

De manière générale, les fréquences phénotypiques des caractères qualitatifs observées chez les moutons Peuls indiquent une variabilité phénotypique. On observe une fréquence phénotypique Wa^w et de la présence de la crinière nulle (0 %). Par ailleurs, on a également noté une fréquence allélique très élevée (99 %) selon les zones, alors que la fréquences Wa^w de 1 % dans les zones. Ces valeurs sont inférieures à celles attendues (3 : 1). Il est à noter que la population de mouton Peul n'est pas en équilibre Hardy-Weinberg pour ces caractères (Wa^w). L'observation d'écart entre les fréquences alléliques d'une de cette population animale et les valeurs établies par le modèle de Hardy-Weinberg, suggère alors l'intervention de facteurs d'évolution comme la dérive génétique, la migration, la sélection naturelle ou des mutations. Yakubu et *al.* (2010) ont montré des fréquences de basculement plus élevées chez les femelles par rapport aux mâles (11,45 %) pour la race ovine Yankassa au Nigeria. Cependant, chez les moutons Uda et Balami, les mêmes chercheurs ont trouvé des fréquences plus élevées chez les mâles (10,26 % et 19,59 %) que chez les femelles (1,59 % et 13,59 %). La fréquence totale de 98,38 % est conforme aux 48 % et 98,28 % rapportés respectivement par Ozoje et Kadri (2001) sur le mouton nain d'Afrique de l'Ouest et par Rodero et *al.* (1996) sur le mouton Lebrijan Churro en Andalousie. Salako (2012) a obtenu des fréquences de basculement de 4,59 % et 82,14 % respectivement chez le mouton Djallonké et chez le mouton Yankassa au Nigeria, ce qui n'est pas comparable avec nos observations. Toutefois la fréquence nulle observée dans la présente étude corrobore les observations de Yakubu et *al.* (2010) chez le mouton Balami, Yankassa et Uda au Nigeria.

Les travaux de Salako (2012), la présence de cornes chez les béliers et les brebis Djallonké et Yankassa au Nigeria est effective. Un dimorphisme sexuel a été observé en faveur des mâles. Selon Yakubu et *al.* (2010), le port des cornes pourrait être avantageux sous les tropiques où la température peut atteindre les extrêmes en raison sèche. Les oreilles sont les seules zones spécifiques avec un important drainage sanguin par le sinus caverneux. Selon Robertshaw

(2006), les oreilles sont impliquées dans le contrôle des mécanismes d'homéostasie thermique. Yakubu et *al.* (2010) ont trouvé des fréquences alléliques Wa^w allant de 8 % ; 2 % et 9 % respectivement chez les moutons Yankassa, Uda et Balami au Nigeria. Ozoje et Kadri (2001) ont pour leur part rapporté une fréquence de 39 % pour l'allèle Wa^w qui est en contradiction avec nos résultats. Selon Yakubu et *al.* (2010), une si faible fréquence de gène responsable de la présence de bascules est signe qu'il est sujet à la disparition. De telles observations devraient conduire à une prise de décision appropriée afin d'améliorer la compréhension de la diminution des mécanismes et impacts potentiels sur le programme de sélection actuel et futur.

L'analyse des données biométriques obtenues dans la population ovine Peul a montré une variabilité morphologique. La HG moyenne obtenue chez les moutons Oudah et Waïla est comparable à celles rapportée par Yakubu et *al.* (2011) chez des moutons Uda ($83,9 \pm 0,21$ cm) et Yankassa au Nigeria et Yunusa (2013) chez les moutons Uda du Nigeria. Zeuh et *al.* (2013) ont rapporté une moyenne de 83,85 cm chez les mâles et de 80,01 cm chez les femelles Fulani au Tchad. En revanche, des moyennes plus faibles sont rapportées chez les Uda et les Balami par Fayeye et Adewale (2017) au Nigeria. En général, une LT moyenne élevée été obtenue chez le Oudah et chez le Waïla. Tadakeng (2015) a obtenu une valeur inférieure chez les moutons de l'Ouest Cameroun. La IT moyenne obtenue chez les moutons Oudah et Waïla est supérieure dans la présente étude. Ces résultats corroborent ceux de Meka et *al.* (2021) chez le mouton Blackbelly. La LO est significative chez les Oudah ($21,09 \pm 2,87$ cm) et les Waïla ($20,31 \pm 2,98$ cm). Dumas (1980) au Tchad et Dayo (2015) au Togo ont respectivement rapporté des valeurs similaires chez les moutons Fulani ($20,5 \pm 0,8$ cm) et les moutons du Sahel ($21,63 \pm 2,48$ cm). En général, la LC moyenne obtenue dans les deux zones chez les Oudah et les Waïla a été respectivement de $72,57 \pm 6,70$ cm et $71,75 \pm 7,76$ cm. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Zeuh (2013) chez le mouton peul (70,90 cm). En revanche, Meka et *al.* (2021) ont obtenu une moyenne plus élevée chez les moutons Blackbelly en Afrique centrale. Yakuba (2011) a obtenu $76,6 \pm 0,27$ cm chez les Uda, $70,9 \pm 0,37$ cm chez les Yankassa au Nigeria et Yunusa (2013) a obtenu des valeurs similaires de $69,97 \pm 0,42$ cm chez les moutons Uda au Nigeria. Une longueur et une largeur moyenne de la croupe respectivement de $21,67 \pm 2,70$ cm et $16,71 \pm 2,93$ cm ont été obtenues. Une valeur similaire a été rapportée par Denis (1975) chez des moutons Peuls du Sénégal. Meka (2021) a signalé une longueur de croupe chez les moutons Black belly au Cameroun de $19,93 \pm 6,22$ cm. Cette similitude est due au fait que ces moutons peuls ont les mêmes caractéristiques indépendamment du pays. La

différence des résultats de Meka (2021) est due au fait que le mouton Black Belly appartient à la race guinéenne de petite taille.

La moyenne générale de HCr obtenue était respectivement de $81,14 \pm 5,36$ cm et $78,50 \pm 6,56$ cm chez les moutons Oudah et Waïla. Osaiyuwu (2010) a rapporté une moyenne similaire de $83,96 \pm 5,99$ cm chez les moutons Balami au Nigeria. La LTe moyenne obtenue est de $22,94 \pm 3,07$ cm chez les Oudah et de $19,63 \pm 3,51$ chez les Waïla. D'autre part, Fayeye et Adewale (2017) ont rapporté les valeurs les plus élevées chez Uda (32,09 cm) et le Balami (39,19 cm) au Nigeria.

Le PV moyen obtenu est plus élevé dans la zone soudanienne indépendamment du type génétique. Ce résultat pourrait s'expliquer par la disponibilité des ressources alimentaires pendant une bonne partie de l'année, contrairement à la partie sahéenne. Dumas (1980) a obtenu un poids corporel élevé chez les moutons peuls au Tchad avec $47,7 \pm 1,6$ kg. Meka et al. (2021) au Cameroun, ont relevé un faible poids chez Blackbelly ($27,45 \pm 6,08$ kg). Gobena et al. (2020) ont rapporté un poids ($29,2 \pm 0,15$ kg) chez les moutons indigènes d'Éthiopie.

Une corrélation positive et significative entre les différentes mesures des moutons peuls est obtenue. Le coefficient de corrélation varie de - 0,011 (entre LO et LCo) à 0,95 (entre PV et HG). Une corrélation plus élevée est obtenue entre PV et HCr. Une corrélation forte et significative est observée entre HG et HCr. Une corrélation significativement négative (-0,058) est obtenue entre LC et LCo. Les fortes corrélations existantes entre les mensurations pourraient être exploiter pour établir les équations barométriques des moutons peuls.

L'analyse des indices biométriques a montré une variabilité significative dans la population ovine Peul. La moyenne des IGS observée chez les moutons Oudah et Waïla donne un coefficient de variation d'environ 20%. Meka et al. (2021) et Gueye (1997) ont rapporté le même résultat chez les moutons Blackbelly en Afrique centrale et Fulani au Sénégal. L'IC le plus élevé est obtenu chez le mouton Oudah et Waïla dans la zone soudanienne. La moyenne globale des IM obtenus est de 1,04. Des moyennes similaires ont été rapportées par Meka et al. (2021) et Tadakeng (2015) de $1,20 \pm 0,11$ et 1,13 respectivement chez le mouton Blackbelly et chez le mouton de l'Ouest Cameroun. L'IC était plus élevé et plus dispersé avec un coefficient de variation de 22% chez les moutons Oudah.

L'analyse en composantes principales a révélé que 5 composantes contribuent plus de 70% de la variabilité morphologique observée au sein de la population ovine Peul. Les composantes 1 et 2 expliquent la variabilité observée selon les mensurations. En revanche, Yakubu (2013) et

Osaiyuwu (2010) avaient obtenu 3 composantes après l'ACP des mesures collectées sur les moutons Blackbelly, Yankassa et Balami du Cameroun et du Nigeria. Ces résultats sont presque similaires à ceux de Meka et *al.* (2021) et Rodrigo (2015) qui ont rapporté que 6 composantes expliquaient la variabilité phénotypique de la population ovine du Cameroun et du Chili. Cependant, nous pouvons observer dans tous ces résultats que la 1^{ère} composante explique principalement la grande variabilité morphologique et pourrait être utilisée pour un programme de sélection. L'ACP a montré que les 7 variables (HG, HCr, PT, LCr, LC, LT et PV) expliquent au maximum la variation à CP1. Le PT a eu une forte contribution au CP1 chez les moutons Yankassa au Nigeria (Yakubu, 2013). Nos résultats corroborent ceux de Meka et *al.* (2021) qui ont rapporté aussi que HG a une forte contribution au CP1. Ainsi HG pourrait bien être un critère de sélection car il est fortement et significativement corrélé avec PV.

L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a permis d'obtenir 4 classes dans la population ovine Peul. La classe 1 est caractérisée par des mensurations faibles, la classe 4 a enregistré des caractéristiques moyennes ; la classe 2 a des caractéristiques moyennes et la classe 3 a des caractéristiques élevées par rapport aux précédents. La Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a permis de distinguer deux sous-groupes sur la base des mensurations des moutons Peuls. Le 1^{er} sous-groupe est composé des types 2 et 1 et le 2^{ème} sous-groupe est composé des types 3 et 4. L'AFD confirme ces résultats mais les types 1, 3 et 4 sont plus proches du point de vue morphotypique alors le type 2 est éloigné du type 4. Meka et *al.* (2021) par contre ont signalé 3 types chez les moutons Blackbelly d'Afrique centrale.

La discussion de nos résultats, en les comparant à ceux des autres auteurs, nous ont donné de dégager des interprétations et explications si des similitudes ou des différences avec les nôtres ont été obtenues. À l'issue de cette partie, des conclusions, recommandations et perspectives peuvent être tirées. Ce qui fera l'objet de la partie suivante.

**CONCLUSION, RECOMMANDATIONS
ET PERSPECTIVES**

Conclusion

La présente étude, visant à contribuer à une meilleure connaissance et gestion du mouton peul a été menée dans le Chari-Banguirmi et le Mandoul, deux zones agroécologiques aux climats contrastés avec l'appui du projet ACCEPT au Tchad. Les résultats laissent paraître que :

- ✓ les activités d'élevage de ces zones porteuses de l'étude restent basées sur les pratiques endogène et de la mobilité. L'héritage constitue le moyen de transmission pour les générations futures. L'homme est le chef d'exploitation et le décideur de la gestion des moutons peuls. Conduite par une main d'œuvre en majorité familiale, l'élevage du mouton peul est pratiqué aussi bien pour l'autoconsommation que pour la commercialisation ; cette activité contribue largement au revenu des ménages au Tchad. L'ensemble des pratiques des élevages (logement, alimentation, reproduction et santé) restent assez rudimentaires ;
- ✓ les polymorphismes visibles, chez le mouton peul, présentent une variabilité importante qui démontre un patrimoine génétique riche et exploitable. Il apparaît aussi que la distribution des caractères qualitatifs, chez le mouton peul, est influencée par le type génétique ;
- ✓ l'absence ou une fréquence assez faible des caractères (pendeloques, corne et crinière) indépendamment des zones agroécologiques, serait due à une réadaptation et à des sélections naturelles ou commerciales. Le dimorphisme sexuel, identifié chez le mâle, a été marquée par la présence des cornes et qui lui sont favorables ;
- ✓ en général, le mouton peul est de grande taille longiligne, de type lourd et de type à viande. Dans l'ensemble de la population, le pourtour thoracique et la hauteur au garrot peuvent être utilisés efficacement pour la sélection du caractère poids, grâce à la forte corrélation significative obtenue.
- ✓ il existe des relations entre les 4 morphotypes dans la population du mouton peul. Les classes 1 et 4 ont été caractérisées par des mensurations faibles ; la classe 2 a des caractéristiques moyennes et la classe 3 a des caractéristiques élevées par rapport aux précédentes ;
- ✓ la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) est cet outil qui a permis de distinguer deux sous-groupes sur la base de la mensuration des moutons peuls. Le 1^{er} sous-groupe est composé des types 2 et 1 et le 2^{ème} sous-groupe est composé des types

3 et 4. L'AFD confirme ces résultats, mais les types 1, 3 et 4 sont plus proches du point de vue morpho typique alors le type 2 est éloigné du type 4 ; et,

- ✓ Dans le contexte actuel, face à la demande du marché, les croisements interraciaux qui sont pratiqués par les éleveurs pour augmenter les performances pondérales et l'apparence des animaux constituent une menace pour les populations locales de mouton Peul. Des actions doivent être entreprises pour la préservation de la race et pour accompagner les éleveurs dans le développement de leur élevage.

Recommandations

Au gouvernement :

- ✓ implémenter, suivre et améliorer une approche de sensibilisation et d'amélioration des compétences des acteurs de l'élevage du mouton peul sur les techniques d'élevage et de gestion des troupeaux ;
- ✓ promouvoir l'organisation socioprofessionnelle des éleveurs du mouton peul ;
- ✓ implémenter un pôle de conservation de ressource transfrontalière du mouton Peul par des démarches d'intégration de la résilience dans le système de production traditionnelle (par l'approche *in-situ*) ;
- ✓ promouvoir et suivre les techniques de gestion durable et d'amélioration des ressources zoogénétiques au sein des éleveurs du mouton Peul ;
- ✓ mettre en place des programmes de sélection des animaux et l'initiation de la gestion du pedigree au sein des élevages ;
- ✓ développer la création d'un groupe de sélectionneurs pour la mise en place d'une unité de production des reproducteurs pour le marché et la conservation de cette ressource génétique au niveau premier ou dans les stations de recherche.

Aux projets de recherche et ONG :

- ✓ poursuivre les recherches scientifiques sur l'aspect moléculaire ;
- ✓ développer des modèles de gestion durable et rentable des exploitations du mouton peul accessibles aux éleveurs et adaptés au contexte tchadien ;

- ✓ développer des outils de sélection et d'identification du pedigree accessible aux éleveurs des zones rurales. Ces outils devraient permettre de capitaliser les résultats de recherche sur la biométrie et variabilité génétique afin de valoriser les morphotypes identifiés ; et,
- ✓ créer des infrastructures de recherche ou collaborer avec les laboratoires existants pour la mise en place des unités de suivis de performances des animaux issus des sélections par les différents groupes de producteurs (par l'approche de conservation *ex-situ*). Ce qui permettra de promouvoir une amélioration durable de cet élevage par l'intégration de tous les acteurs ;

Aux financiers :

- ✓ orienter les financements vers des programmes et projets de recherches basés sur des actions pertinentes et axes prioritaires d'action par les éleveurs ; il s'agit de l'organisation des éleveurs et l'appropriation des techniques d'élevage et d'amélioration des performances ;
- ✓ donner une priorité aux projets de création d'une chaîne de valeur durable entre différents acteurs du secteur : ceci facilitera le regroupement de toutes les parties prenantes du secteur d'élevage (le gouvernement, les entreprises de suivi et de commercialisation du matériel et intrants, les experts et chercheurs du domaine, les acheteurs, les vendeurs, les bailleurs de fonds) sur une même plateforme pour un effort commun capable d'impulser positivement l'élevage du mouton peul ;
- ✓ faciliter l'accès aux financements des éleveurs à travers de plans de financements prioritaires sur les activités de productions capables d'améliorer les élevages et les revenus des producteurs.

Aux producteurs et acteurs directs de l'élevage du mouton Peul :

- ✓ intégrer ou créer les organisations professionnelles d'élevage afin de promouvoir une meilleure gestion des moutons peuls, un accès facile au financement et un meilleur partage et conservation des bonnes pratiques d'élevage ;
- ✓ promouvoir l'usage des méthodes d'identification du pedigree et la sélection des animaux ; ces activités connexes permettront afin de conserver et d'améliorer le matériel génétique, les performances sollicitées et la rentabilité des troupeaux.

Perspectives :

- ✓ des analyses génomiques et séquençages seront prévus comme suite à ce travail pour analyser les facteurs de croissance et de la qualité de viande du mouton peul ;
- ✓ l'identification des marqueurs spécifiques pour les caractères qualitatifs et quantitatifs qui caractérisent le mouton Peul et,
- ✓ dans l'optique de conservation et d'amélioration de cette ressource génétique, un programme de sélection sur les facteurs de reproduction sera de haute importance ;
- ✓ La génomique et les biotechnologies doivent également être mises à contribution pour mieux distinguer cette diversité notamment par l'usage des marqueurs moléculaires. Ceci permettra de retracer et confirmer le processus de dissimilarité de cette race et ainsi de déterminer l'origine de la différenciation.

REFERENCES

- Alexis S., Angeon V., Arquet R. et Boval M., 2015.** Les systèmes mixtes d'élevage de petits ruminants et de bovins : Une alternative pour améliorer les performances animales au pâturage. *Innovations Agronomiques*, 43: 19-28. HAL Id: hal-01222900.
- Ali L., Van den Bossche P. and Thys E., 2003.** Challenges and Constraints of Urban and Suburban Small Ruminant Breeding in Maradi, Niger: What Kind of Future? *Revue. Elevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*. 2003. 56(1-2) : 73-82.
- Alkan C., Coe B.P, and Eichler E.E., 2011.** Genome structural variation discovery and genotyping, *Nature Reviews Genetics* 12: 363–76.
- Amegee Y., 1983.** Le mouton de Vogon (croisé Djallonké x Sahélien) au Togo. *Revue. Elevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*. 36(1) : 79-84.
- Anyanwu J., Ohaeri P.C., Iheshiolor O.O.M. and Etela., 2010.** Preliminary investigations into the socioeconomic and production characteristics of sheep and goat farming in the Owerri zone of Stata, Nigeria. *Global Journal Agriculture Biological Research*. 1(1): 6-9.
- Arora R., Bhatia S.,and Jain A., 2010.** Morphological and genetic characterization of Ganjam sheep. *Animal Genetic Resources*, 46: 1–9. © Food and Agriculture Organization of the United Nations, doi:10.1017/S2078633610000627.
- Audiot A., 1995.** Races d'hier pour l'élevage de demain. Ed INRA. Paris 230p.
- AU-IBAR, 2015.** *Pictorial field for linear measurements of animal Genetic Ressources*.
- Avise J.C., 1994.** Molecular markers, natural history and evolution, Chapman and Hall. New York. 507p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2381-9>.
- Avise J.C., 2004.** Molecular markers, natural history and evolution, second edition edn. Sinauer Associate, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 398.
- Baenyi P.S., Meutchieye F., Ayagirwe B.R., Bwihangane B.A., Karume K., Mushagalusa N.G., Ngoula F., 2018.** Biodiversity of indigenous Djallonke sheep (*Ovis aries*) in Sudano Guinean region in Cameroon. *Genetic and Biodiversity Journal*. 2(2): 1-10,
- Bernard D., 1993.** Nature et fréquence de la robe sauvage chez les mammifères domestiques *Anthropozologica* N° 19.
- Bhadula S.K., Bhat P.N. and Garg R.C., 1979.** Prediction of body weight from body measurements in sheep. *Indian Journal Animal Science*. 49(10): 775-777.

- Bidichandani S. Ashizawa T. and Patel P.I., 1998.** The GAA triplet-repeat expansion in Friedreich ataxia interferes with transcription and may be associated with an unusual DNA structure. *Am. J. Hum. Genet.* 62:111-121.
- Boichard D., Croiseau P., Fritz S. and Ducrocq V., 2014.** Quel futur pour l'amélioration génétique chez les espèces animales domestique ? INRA. UMR1313. *Génétique et biologie intégrative*, 78350 Jouy en joas : 20p.
- Bonacini I., Lauvergne J.J., Succi G., and Rognoni G., 1982.** Etude du profil génétique des ovins de l'Arc Alpin italien à l'aide de marqueurs à effets visibles. *Annal Genetic Selection Animal.*, 14(4) : 417-434.
- Bouchel D., Lauvergne J.J., Guibert E. and Minvielle F., 1997.** Caractérisation morphologique des petits ruminants (Ovins et Caprins) de race locale. *Revue Médecine Vétérinaire* 148 : 37 – 46.
- Bourzat D., Souvenir Z., Zeuh V. et Lauvergne J.J., 1993.** Comparaison morpho-biometrique des chèvres du nord Cameroun et du Tchad. *Revue Elevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 46 : 667-670.
- Casu. S.J., Boyazogluj G., et Lauvergne J., 1970.** Hérité des pendeloques dans la race ovine sarde. *Annal Genetic Selection Animal.* 249-261.
- Cavalli Sforza L.L., Menozzi P., and A.P., 1994.** "The history and geography of human genes," *Princeton University Press, Princeton, New Jersey*:203-205.
- Charray J., Coulomb J., et Haumesser J.B., 1980.** Les petits ruminants d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest : *Synthèse des connaissances actuelles, Maisons-Alfort : IEMVT*, 295.
- Cheik A.M, et Hamdani H., 2007.** Evolution pondérale et de volume testiculaire au cours de la croissance des agneaux des races ovines Ouled Djellal et Hamra. *Mémento Document vétérinaire Blida.* 87p.
- Chellig R., 1992.** Les races ovines algériennes. Alger: Ed. O.P.U. 74p.
- Davis G.H., 2005.** Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genetics Selection Evolution.* (3):11–23.
- Darwin C., 1859.** The origin of species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Breeds in the Struggle for Life. *London, Murray.* Traduction française de la 6^e édition. (Murray, London, 1872) par Edmond Barbie : l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, ou la lutte pour l'existence dans la nature, 25-35.

- Dayo G.K., Alfa E.E., Talaki K., Soedji S., Sylla, Dao B., 2015.** Caractérisation phénotypique du mouton de Vogon du Togo et relation avec le mouton Djallonké et le mouton sahélien. *Animal Genetic Resources*. 56: 63–78. © Food and Agriculture Organization of the United Nations. doi:10.1017/S207863361500003X.
- Delgado J.V., Barba C., Camacho M.E., Sereno F., Martinez A., Vega-Pla J.L., 2001.** Livestock characterization in Spain. *Animal Genetic Research, Information*, 29: 7–18.
- Denis J.P., 1975.** L'élevage ovin au Sénégal - In compte rendu des Journées techniques : "Productions animales". 15-19 septembre ; Maisons Alfort : IEMVT. pp77-109.
- Dicko M.S., Djitéye M.A., Sangaré M., 2006.** Les systèmes de production animale au Sahel. Sécheresse, 17(1-2) : 83-97.
- Dineur B., Thys E., Oumate O., 1985.** Enquête préliminaire sur l'élevage des ovins, caprins dans l'Extrême-Nord Cameroun. Rapport final.
- Djalal A.K., 2011.** Élevage périurbain au Tchad : Effet de l'alimentation sur les performances de reproduction et de croissance. *Thèse de Doctorat Unique*. Blida. 129p.
- Doufissa A., 1983.** L'élevage de la chèvre au Cameroun. État actuel et perspectives, Mémoire de fin d'étude. *I.M.T.*
- Dyrmundsson OR. Adalsteinsson S., 1980.** Coat-color gene suppresses sexual activity in Icelandic sheep. *Journal of Heredity*. 71: 363-364. DOI: 10.1093/oxfordjournals.jhered.a109389.
- Edilberto C., Fernando M., Velázquez F., Rezende S.P., Eliecer P., et Concepta M., 2011.** Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Research. Bras. Zootechny.*, 40(8): 1671-1679.
- Epstein H., 1971.** The origin of the domestic mammals of Africa. *Africana publication. corp, (eds)*. Londres. pp2-719.
- Fall A., Ba Diao M., Bastiaelli D., et Nianogo A., 2004.** La gestion concertée et durable des filières animales urbaines. In : Atelier sur le développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux. Concepts et méthodes. *CIRAD/CRDI. 5 au 24 juin à Dakar, pp115-141.*
- FAO., 1986.** Animal genetic resources data banks – 2. Descriptor lists for cattle, buffalo, pigs, sheep and goats. *Animal Production and Health Paper 59 (2)*. Rome.
- FAO., 1988.** Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et Centrale. Production et santé animale. Rome.

- FAO. 2007b.** The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome. www.fao.org/3/a1250e/a1250e00.htm
- FAO., 2008.** L'état des ressources zoo génétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde : pp379-392.
- FAO., 2013.** Caractérisation phénotypiques des ressources génétiques animales. FAO sur la production et la santé animale. N° 11. Rome, 152p.
- FAO., 2015.** The second Report on the state of the world's Animal Genetic Resources for food and Agriculture. edited by B.D. Scherf and D, Pilling. *FAO commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>. pp 415-450.*
- FAO., 2017.** Recensement Générale de l'Agriculture. RGA Congo (2014 – 2017).
- FAO., 2020.** Données statistiques. Consulté en ligne.
- FAO., 2021.** Status and trends of animal genetic resources – 2020. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Eighteenth Regular Session, 27 September to 1 October 2021. CGRFA-18/21/10.2/Inf.6. Cited 10 October 2021. www.fao.org/3/ng620en/ng620en.pdf
- FAO., 2022.** Données statistiques. www.faostat.org. Consulté le 9/06/2024.
- Felipe D.C.A., Ana O.M., Glafiro T.H., and Everardo A.N., 2005.** Conformación corporal de ovinos Blackbelly em rebaños comerciales del municipio de Campeche. *In: Memórias del Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico. 4.* México D.F. pp.46-51.
- Firas R., Al-Samarai A., and Al-Kazaz A., 2015.** Molecular Markers and Its Applications in Animal Breeding: A review. *American Journal of Applied Scientific Research. 1(1): 1-5.*
- Fournier A., 2006.** L'élevage des moutons. Editions *Artémis*. France, 50p.
- Galtier N., 2009.** *Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity: a reappraisal. Molecular Ecology. 18(22): 4541-50.*
- Gamani I.B., and Gwaza D.S., 2017.** Molecular Characterization of Animal Genetics Resources, its Potential for use in Developing Countries, *Journal of Genetics and Genetic Engineering, 1(1): 43-57.*
- Gbangboche A.B., Hornick J.L., Adamou N.M., Edoh A.P., Farnir F., et Abiola., 2005.** Géographie humaine (2^e édition). Paris. Masson. Pp.123-134.

- Godber O.F. & Wall R., 2014.** Livestock and food security: vulnerability to population growth and climate change. *Global Change Biology*, 20(10) : 3092–3102. <http://doi.org/10.1111/gcb.12589>
- Grosclaude F., Aupetit R.Y., Lefebvre J., et Meriaux J.C., 1990.** Essai d'analyse des relations génétiques entre les races bovines françaises à l'aide du polymorphisme biochimique. *Génétique*.
- Gueye A., 1997.** Mouton et chèvre du Sénégal : Caractéristique Morpho biométrique et typage sanguin. *Écoles Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires*. Doctorat soutenu le 28 Juin 1997.
- Guingouain N., 2017.** L'élevage des petits ruminants en Milieu paysan dans les régions de la Kara et des savanes au Togo : Diagnostic technico-économique. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort Créteil. 207p
- Ham F., Metais T., Hoorelbeke P., Fillol E. and Crahay P., 2011.** One horn of the cow: an innovative GIS-based surveillance and early warning system pastoral areas of Sahel. ACF, FAO, p. 2.
- Hamadou I., Moula N., Siddo S., Marichatou H., Issa M., Leroy P. et Moussiaux A.N., 2015.** La race de mouton Koundoum au Niger : étude morphobiométrique et description du système de production. *JARTS*, 116(1): 49-58. DOI : <http://nbnresolving.de/urn:nbn:de:hebis:34-2015011347146>.
- Hamidreza R., 2011.** Phylogénie moléculaire du Genre *Ovis* (Mouton et Mouflons), Implications pour la Conservation du Genre et pour l'Origine de l'Espèce Domestique. *Ecologie, Environnement*. Université de Grenoble, 2007. Français, tel-00625145.
- Hartl D.L., and Clack A.G., 1997.** Principle of genetic population. *Sinauer Associates, Inc*, 1997. 542 p.
- Hiendleder S., 2002.** Analysis of wild and domestic sheep question current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies *proc. R. Soc. Lond. B* 269 : 893-904.
- Hidjir T.A., 2018.** Caractérisation Phénotypique des populations ovines dans les sous-préfectures de Koundoul, Dourbali et Massaguet au Tchad. Mémoire de Master. Université de N'Djaména. Tchad. 70p.
- Hoste H., Guitard J. et Pons J., 2003.** Pâturage mixte entre ovins et bovins intérêt dans la gestion des strongyloses gastro intestinales. *Fourrages*, 176: 425-436.

- Hoffmann I., 2010.** Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal Genetics*, 41(1) : 32–46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02043>.
- Kaeuffer R., 2008.** Dynamique de la diversité génétique et effets fondateurs : l'exemple du mouflon (*Ovis aries*) de Kerguelen. Université du Québec à Montréal. 245p.
- Kamuanga M., 2002.** Rôle de l'animal et de l'élevage dans les espaces et les systèmes agraires des savanes soudano-sahéliennes. In : *jamin J., Seiny Boukar L., Floret C ;* (eds.), savanes Africaines, des espaces en mutation, des acteurs face à des nouveaux défis. *Actes du colloque, mai 2002. Garoua. Camerou. PRASAC.Céderom. Pp77–94.*
- Karp A., Kresovich S., Bhat K.V., Ayad W.G., and Hodgkin T., 1997.** Molecular tools in Plant Genetic Resources Conservation; A guide to the Technologies IPGRI Technical Bulletin No.2. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.
- Khettal F., et Boussadia S., 2003.** Mémoire de fin d'études : Influence du phytopériodisme sur la reproduction des ovins. Sétif. Option : Biologie et physiologie végétale. Pp14.
- Kiema A., Tontibomma B.G. et Zampaligré N., 2014.** Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales. VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement, 14(3). DOI : <https://id.erudit.org/iderudit/1034947ar>.
- Kouam S.J., 2021.** Influence of morphometric characters and molecular markers on age-type body weight, conformation and reproduction parameters in Cameroon's native goat. PhD thesis. University of Dschang. 280P.
- Koseniuk A., Katarzyna R.M., Rubi D., and Grzegorz S., 2018.** Genetic background of coat color in sheep. *Archeology Animal. Breed.*, 61: 173–178. <https://doi.org/10.5194/aab-61-173-2018>.
- Köhler-Rollefson I., Rathore H.S. and Mathias E. 2009.** Local breeds, livelihoods and livestock keepers' rights in South Asia. *Tropical Animal Health and Production*. 41 :1061–1070. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9271-x>
- Lallemand M., 2002.** Etude ostéométrique des têtes osseuses de mouton (*Ovis aries, L*). *Thèse Médecine Vétérinaire* Nantes. 123p.
- Laoun A., 2007.** Magistère des sciences vétérinaires : Étude morpho-biométrique d'un échantillonnage d'une population ovines de la région de Djelfa. Option : Zootechnie. Algérie, 115p.

- Lauvergne J.J., Millar P., Meutchieye F., and Bouchel D., 2011.** Visible genetic polymorphisms in domesticated animal species. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture. Veterinary Science. Nutrition and Natural Resources* 6(60).
- Lauvergne J.J., 1983.** Utilisation du principe de l'homologie interspécifique pour l'étude du déterminisme de couleur de pelage des ruminants domestiques, à l'exemple du locus Agouti. *Bulletin de la société Zoologique de France.* 108 : 201-243.
- Lauvergne J.J., Souvenir Z.P., Minvielle F., Bourzat D., et Zeuh V., 1993.** Un gène de réduction de la corne au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux,* 4 : 651-665.
- Lefort J. 1985.** Relation agriculture. *Élevage. Cahier. Développement.* N°7. 81 p.
- Lenstra J.A., Groeneveld L.F., Eding H., Kantanen J., Williams J.L., Taberlet P., Nicolazzi E.L., Ikner J.S., Simianer H., Ciani E., Garcia J.F., Bruford M.W., Ajmone Leroy P.L., 2005.** Caractérisation et maîtrise des paramètres de la reproduction et de la croissance des ovins Djallonké (*Ovis amon aries*). *Annuaire de Médecine Vétérinaire,* 149 : 148-160.
- Liberato J.R., Vale F.X., and Cruz C.D., 1999.** Técnicas estatísticas de análise multivariada e a necessidade do fitopatologista conhecê-las. *Fitopatol. Brasil.* 24 : 5-8.
- Lossouarn J., et Lapierre O., 1996.** Géostratégie des productions animales et des produits animaux : à la recherche des déterminants des localisations des productions et des activités. *Rench Recherche des Ruminants* (1) : 165-168.
- Machado, T.M.M., Igarashi M.L.S.P., Contel E.P.B., Ferro J.A., 2000.** Diversité génétique entre populations caprines brésiliennes. *In proceedings of the 7th International conference on Goats.* Ivry-sur-seine. Institut de l'élevage et INRA, 2 : 958-960
- Maiika T., 2006.** Origin and maintenance of genetic diversity in northern European sheep. *Acta univ. Oul. A.* 473p.
- Mani M., 2013.** Caractérisation phénotypique et zootechnique de la chèvre du Sahel élevée au Niger. Doctorat Unique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Université Abdou Moumouni de Niamey, p. 160.
- Meisser M., Frey C., Deléglise C. and Mosimann E., 2013.** Pâturage mixte bovins-ovins en moyenne montagne : trois années d'essai dans le Jura suisse. *Fourrages.* 216 : 305 311.

- Merghem M., 2018.** Caractérisation et paramètres zootechniques des ovins dans la région de Sétif, Mémoire présenté à la faculté des sciences département d'agronomie pour l'obtention du diplôme de magister. Université Ferhat Abbas.
- Meutchieye F., 2008.** Caractérisation morphobiométrique de la chèvre des hautes terres de l'Ouest Cameroun. Thèse de Master. 165p.
- Meyer C., Faye B., et Hamadi K., 2003.** Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical. *Cirad-emvt. TA30A. Baillarguet.34398. Montpellier Cedex 5. France.* 154p
- Millar P., and Lauvergne J.J., 1990.** Loci for coat color of sheep and goats. *In* Lauvergne ed, *Proceedings of the COGNOSAG Workshops of 1988 and 1989.* Les Deux Moulins de Gontard (France). Eugene-Oregon (USA). Pp59-84.
- Mirkena T., Duguma, G., Haile A., Tibbo, M., Okeyo A.M., Wurzinger M. & Sölkner, J., 2010.** Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. *Livestock Science*, 132(1-3): 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.003>
- Mopaté L.Y., Tellah M., Adoum Y.I., Souleyman M.S., 2020.** Rendement carcasse des ovins sahéliens dans la Province du Guera au Centre-Est du Tchad. www.m.elewa.org/journals/on_29th_February_2020. https://doi.org/*10.35759/JABs.v146.10.
- Ndiaye B., Diouf M.N., Ciss M., Wane M., Diop M., Sembène M., 2018.,** Morphologie et pratiques d'élevage du mouton Peul-Peul du Sénégal. *International Journal of Advanced. Research.*, 6(5): 727- 738. DOI:10.21474/IJAR01/7089.
- Osaiyuwu O.H., Akinyemi M.O., and Salako A.E., 2010.** Factor analysis of the morphostructure of mature Balami sheep. *Research Journal Animal Science.* 4(2) : 63–65.
- Ousseini H., 2011.** Analyse socioéconomique des élevages du mouton Ladoum dans les communes de Thiès/Sénégal. Master 2 de Productions Animales et Développement Durable Option : Économie et Politiques d'Élevage. Université Cheikh Anta Diop. Sénégal. P. 33.
- Pailhoux E., Vigier B., Chaffaux S., Serval N., Taourit S., Furet, J.P., Fellous M., Grosclaude F., Crbiu E.P., Cotionot C., Vaiman D., 2001.** A 11. R-kb deletion triggers intersexuality and polledness in goats. *Nature Genetics.* 29(4): 453-458.
- Pailhoux E., Vigier B., Schilber L., Cribiu E.P., Cotionot C., Vaiman D., 2005.** Positional cloning of the PIS mutation in goats and its impact on understanding mammalian sex differentiation. *Genetics Selection Evolution.* 37(1) : 55-64.

- Pagot J., 1985.** L'élevage en pays tropicaux. GP Moissonneuse et Larose. Paris Ve Tome 1.
- Pattison J., Drucker A.G., and Anderson S., 2007.** The cost of conserving livestock diversity. Incentive measures and conservation options for maintaining indigenous Pelon Pigs in Yucatan. *Tropical Animal Health and Production*. 39(5) :339-353.
- Poivey J.P., Landais E., et Seitz J.L., 1980.** Utilisation de la barymétrie chez les races taurines locales de Côte-d'Ivoire. *Revue Élevage. Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*. 33(3) : 311-317.
- Putra W.P.B., and Ilham F., 2019.** Principal component analysis of body measurements and body indices and their correlation with body weight in Katjang does of Indonesia. *Journal Dairy Veterinary Animal Ressource*. 8(3):124–134. DOI : 10.15406/jdvar.2019.08.00254.
- Quemener Y., 1997.** Panorama général de l'évolution des races ovines en France in LALLEMAND M., 2002. Etude ostéométrique de métapodes de mouton (*Ovis aries*). *Thèse Médecine Vétérinaire*. ENV. Nantes. 296 p.
- Rade M.C., 1994.** Contribution à l'étude des caractéristiques morphologiques et zootechnique des petits ruminants en Afrique tropicale : Synthèse bibliographique. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, p. 130.
- Robertshaw D., 2006.** Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. *Journal of Applied Physiology* 101: 664-668. DOI: japplphysiol.01380.2005.
- Rodero E. de la Haba MR. Rodero AY. Herrera M., 1996.** Genetic and phenotypic profile of endangered Andalusian sheep and goat breeds. *FAO Health paper*. 88: 77-97
- Rodrigo B., Andrés C., Cecilia C., and Fernando S., 2015.** Body architecture of main sheep breeds in chile: *Journal of Animal Ethnology*, 1: 1-9.
- Rowlands J., Nagda S., Rege E., Mhlanga F., Dzama K., Gandiya F., Hamudikwanda H., Makuza S., Moyo S., Matika O., Nangomasha E., et Sikosana J., 2003.** *The design, execution and analysis of livestock breed surveys - a case study in Zimbabwe*. Rapport pour la FAO. Nairobi. Institut International de Recherches sur l'élevage.
- Salako A.E., 2012.** Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *International Journal Morphologie*. 24(1) :13-18.
- Sanon H., Some S., Obulbiga M., Oubda F. et Bamouni I., 2018.** Analyse de la structure et du fonctionnement de la filière fourrage dans les villes de Ouagadougou et Bobo-

- Dioulasso au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemistry Science.*, 12: 1247-1259. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i3.14>
- Sibomana J.B., 1998.** Élevage du mouton à queue grasse dans la région de Byumba (Rwanda) : Aspects socio-économiques et zootechniques. *Thèse Médecine Vétérinaire* : Dakar. 15p.
- Slatkin M., and Excoffer L., 2012.** Serial founder effects during range expansion: a spatial analog of genetic drift. *Genetics*. 191 :171-181.
- Sougnabé P., 2013.** La sédentarisation comme moyen d'adaptation aux baisses de la pluviométrie chez les éleveurs Fulanis en Savane tchadienne. *VertigO*, 13(1).
- Solomon G., and Gebre M., 2008.** Sheep resources of Ethiopia: genetic diversity and breeding strategy. *PhD thesis. Wageningen University. ISBN: 978-90-8504-914-2.*
- Sponenberg D.P., Beranger J., Martin A.M. & Couch C.R., 2018.** Conservation of rare and local breeds of livestock. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 37(1) : 259–267. <http://doi.org/10.20506/rst.37.1.2756>
- Storz J.F., 1999.** Genetic consequences of mammalian social structure. *Journal of Mammalogy*. 80:553-569.
- Sugg D.W., Chessern R.K., Dobson F.S., and Hoogland J.L., 1996.** Population genetics meets behavioural ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 338-342.
- Tacher G., et Letenneur L., 1999.** Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne, des indépendances à 2020 : Place de l'Afrique subsaharienne dans les échanges mondiaux et évolution du secteur élevage. *Revue Élevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux.*, 52(34) : 279-290.
- Tadakeng D.Y., 2015.** Biodiversité des ovins (*Ovis aries*) des hautes terres de l'ouest-Cameroun. Département des sciences Animales. Mémoire de master. Université de Dschang. 120p.
- Tamboura H., et Berle D., 1996.** Système traditionnel d'élevage caprin sur le plateau central du Burkina Faso. In: "Proceeding of the third biennial conference of the African Small Ruminant reproduction". Niamey. Niger. *International livestock Research Institute (ILRI)*. 285-289.
- Tamini L.D., Fadiga M.L., et Sorgho Z., 2014.** Chaines de valeur des petits ruminants au Burkina Faso : Analyse de situation. ILRI Project Report. Nairobi. Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI).

- Tendonkeng F., Pamo T.E., Boukila B., Defang H.F., Njiki W.E., Miegoue.E., Fogang B.Z., Lemoufouet J., et Djiomika J. 2013.** Caractéristiques socioéconomique et technique de l'élevage des petits ruminants dans la région du Sud Cameroun. *Livestock research for Rural Developpement* 25(4) :64. <http://www.lrrd.org/lrrd25/4/fern25064.htm>
- Tobit., 1990.** La production des petits ruminants en République Unie du Cameroun. *Thèse Médecine Vétérinaire*. Dakar. 14 : 77.
- Toukara T.K.A., Traore A.P., Sidibe S., Samake K., Diallo B.O., Diallo A., 1996.** Epidemiología de la peste de los pequeños rumiantes (PPR) y de la peste bovina en Mali : encuestas serológicas. *Revue. Élevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*. 49(4) : 273-277.
- Traoré A., Tamboura H.H., Kaboré A., Yaméogo N., Bayala B., et Zaré I., 2006.** Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale "Mossi" au Burkina Faso. *Animal Genetic Resources Information*. No.39.2006. 39-50.
- Tsuchihashi Z., and Dracopoli N.C., 2002.** Progress in high- throughput SNP genotyping methods, *Pharmaco genomics Journal*. 2 :103-110.
- Thys E. et Ekembe T., 1992.** Élevage citadin des petits ruminants à Maroua (Cameroun). *Cahiers Agricultures*.1(4) : 249-255. <http://dspace.itg.be/handle/10390/3939>
- Union Africane., 2015.** Stratégie de développement du secteur de l'élevage en Afrique (lidesa). Janvier, 2015.
- Vall E., Salgado P., Corniaux C., Blanchard M., Dutilly C. et Alary V., 2014.** Changements et innovations dans les systèmes d'élevage en Afrique. In : Numéro spécial. Quelles innovations pour quels systèmes d'élevage ? Ingrand S., Baumont R. (Eds). *INRA Production Animale*. 27: 161-174.
- Wang M.K., 1980.** The inheritance pattern of three qualitative characteristics in the *Ma* goat. *Hereditas*. China, 2(6): 7-9.
- Widya P.B.P. and Fahrul I., 2019.** Principal component analysis of body measurements and body indices and their correlation with body weight in Katjang does of Indonesia, *Journal of Dairy. Veterinary & Animal Research*. 8: 3.
- Williams J.G.K., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., and Tingey S.V., 1990.** DNA Polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic, Acids. Research*. 18:6531-6535.

- Yakubu A., Ogah D.M. and Idahor K.O., 2009.** Principal component analysis of the morphostructural indices of White Fulani cattle. *Trakia Journal of Science*. 7: 67–73.
- Yakubu A., Raj A.O. and Omeje J.N., 2010.** Genetic and phenotypic differentiation of qualitative traits in Nigerian indigenous goat and sheep populations. *ARPN Journal. Agriculture. Biological Science.*, 5(2): 58-66.
- Yakubu A., 2013.** Principal component analysis of the conformation traits of Yankasa sheep. *Biotechnology Animal Husbandry*. 29(1) :65–74.
- Yaye B.H., Dayo G.K., Issa M., Mani M., Idi I., et Marichatou H., 2019.** Étude des pratiques d'élevage des moutons Fulani du Niger : le Fulani blanc et le Fulanibicolore. Available online at <http://www.ifgdg.org>. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.8>.
- Yunusa A.J., Salako A.E., and Oladejo O.A., 2013.** Morphometric characterization of Nigerian indigenous sheep using multifactorial discriminant analysis.
- Zeuh V., Lauvergne J.J., Bourzat D., et Minvielle F., 1997.** Cartographie des ressources génétiques caprines du Tchad du Sud-Ouest I, Hauteur au garrot (HG), profondeur de thorax (PT) et indice de gracilité sous-sternale (IGs). *Revue Élevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux*, 1997. 50(3) : 250-260.
- Zeuh V., 2000.** Caractérisation génétique des ruminants domestiques et inventaire des ressources végétales. ME/LRVZ/SCAC. Projet ASETO – 2. Rapport Final. 27p.
- Zeuh V., 2003.** Rapport national sur les ressources zoogénétiques du Tchad. 78p.
- Zeuh V., Mopate L.Y., et Issa Y., 2013.** Characterization of the Mayo-Kebbi Sheep: a Previously Unrecognised Ovine Breed of the Agro-Pastoral Zone of South-West Chad. *Journal of Animal Production Advanced*. 3(12) : 331-341.
- Zeuh V., 2013.** État des lieux des ressources zoogénétiques au Tchad. 80p.

ANNEXES

Annexe 1: Estimation de l'âge des moutons à partir de la dentition

Stade	Age (année)	Changements caractéristiques des dents
Agneau	Moins de 1 an	8 incisives de lait
Animal d'un an	1-2 ans	Une paire centrale d'incisives permanentes
Jeune adulte	2-3 ans	2 paires d'incisives permanentes
Adulte	3-4 ans	3 paires d'incisives permanentes
Mature	4-5 ans	4 paires d'incisives permanentes
Âgé	Plus de 5 ans	Avec des dents manquantes ou sans dent,

Annexe 2: Questionnaire

Nom de l'opérateur de saisies :

Date de saisie : |__|__| / |__|__| / |__|__|__|__|

1. ELÉMENTS DE CONTRÔLE INTERNE

Nom de l'enquêteur

Date de l'enquête |__|__| / |__|__| / |__|__|__|__|

2. IDENTIFICATION DU MENAGE

LOCALISATION

Province : _____

Département / Commune : _____

Nom du lieu: _____

Coordonnées : Longitude |_____| / Latitude |_____| *Degrés décimaux (ex. 18,596)*

Type de lieu : Village - Campement / Ferrick

CHEF DE MÉNAGE

Nom : _____ N° tel : _____

Age : |__|

Genre : M - F

Ethnie : _____

Fraction : _____

Niveau d'instruction: Non scolarisé / Primaire / Secondaire / Ecole Coranique

Activité principale :

Elevage Commerce Fonction publique

Agriculture

Privée Autre ()

Activité secondaire :

Elevage Agriculture Commerce Fonction public

Privé Agriculture-Elevage Autre ()

MÉNAGE

Monogame Polygame (Nombre des épouses _____/) de 1 à 4 ; Veuf/Veuve

Nombre des personnes vivant sous le toit du ménage :

Nombre d'enfants (non inclus, les enfants mariés et ayant leur propre troupeau) :

Originaire de ce village/Ferrick Oui - Non

Année d'arrivée dans la zone :

3. PROFIL DE TROUPEAU DU MENAGE (famille nucléaire)

a) Effectifs des animaux du troupeau du ménage

Espèces	Camelins	Bovins	Ovins	Caprins	Equins	Asines	Porcins	Volailles
Nombre estimé	_ _ _ _ _							
Nombre des femelles	_ _ _ _ _							
Nombre des mâles	_ _ _ _ _							

b) Enquête 12mo (voir fiche)

4. MOBILITE

Nombre d'étape entre 2 saisons pluvieuses (hivernages) : |___|

(Le nombre total d'étape correspond au nombre de Fiche étape / mobilité à remplir)

a) Conduite des troupeaux et organisation de la famille

i. Conduite des Troupeaux (à partir de la dernière saison pluvieuse)

Espèces	Type d'animal	Groupe familial	Mois de départ	Mois d'arrivée	Lieu (Départ et Arrivée)	Pourquoi	Type de parcours	Qui décide du départ
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				

Types des parcours	Nom	Bafond	Champs de culture	Jachères	Brousses	Montagnes
		Code	BF	CC	JC	BR

Espèces	Type d'animaux	Groupe familial	Mois de départ	Mois d'arrivée	Lieu	Pourquoi	Type de parcours	Qui décide du départ
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				
_ _ 	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _				

Types des parcours	Nom	Bafond	Champs de culture	Jachères	Brousses	Montagnes
	Code	BF	CC	JC	BR	MO

iii. Santé animale

Etape __ / __ (nombre total d'étape)					Etape __ / __ (nombre total d'étape)				
Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire	Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__

Espèce	Nom	Bovins	Camelins	Ovins	Caprins						
	Code	BO	CM	OV	CA						
Type d'animaux	Nom	Ensemble du troupeau	Femelle en lactation	Femelle en gestation	Jeunes	Mâles adultes	Animaux fatigués	Réforme	Autres		
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8		
Maladies dominantes	Nom	Charbon bactérien	Charbon symptomatique	Pasteurellose	PPR	PPCB	Trypano	Parasites internes	Parasites externes	Fièvre aphteuse	PPCC
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prophylaxie sanitaire	Nom	Vaccination	Déparasitage								
	Code	VAC	DEP								
Mode de suivi sanitaire	Nom	Eleveur	Vétérinaire public	Vétérinaire privé	Auxiliaires d'élevage						
	Code	ELV	VETOPU	VETOPR	AUX						

Etape __ / __ (nombre total d'étape)					Etape __ / __ (nombre total d'étape)				
Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire	Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__

Espèce	Nom	Bovins	Camelins	Ovins	Caprins						
	Code	BO	CM	OV	CA						
Type d'animaux	Nom	Ensemble du troupeau	Femelle en lactation	Femelle en gestation	Jeunes	Mâles adultes	Animaux fatigués	Réforme	Autres		
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8		
Maladies dominantes	Nom	Charbon bactérien	Charbon symptomatique	Pasteurellose	PPR	PPCB	Trypano	Parasites internes	Parasites externes	Fièvre aphteuse	PPCC
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prophylaxie sanitaire	Nom	Vaccination	Déparasitage								
	Code	VAC	DEP								
Mode de suivi sanitaire	Nom	Eleveur	Vétérinaire public	Vétérinaire privé	Auxiliaires d'élevage						
	Code	ELV	VETOPU	VETOPR	AUX						

Étape __ / __ (nombre total d'étape)					Étape __ / __ (nombre total d'étape)				
Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire	Espèces	Type d'animaux	Maladies dominantes (2 max)	Prophylaxie sanitaire	Mode de Suivi sanitaire
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__
__	__	__	__	__	__	__	__	__	__

Espèce	Nom	Bovins	Camelins	Ovins	Caprins						
	Code	BO	CM	OV	CA						
Type d'animaux	Nom	Ensemble du troupeau	Femelle en lactation	Femelle en gestation	Jeunes	Mâles adultes	Animaux fatigués	Réforme	Autres		
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8		
Maladies dominantes	Nom	Charbon bactérien	Charbon symptomatique	Pasteurellose	PPR	PPCB	Trypano	Parasites internes	Parasites externes	Fièvre aphteuse	PPCC
	Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prophylaxie sanitaire	Nom	Vaccination	Déparasitage								
	Code	VAC	DEP								
Mode de suivi sanitaire	Nom	Eleveur	Vétérinaire public	Vétérinaire privé	Auxiliaires d'élevage						
	Code	ELV	VETOPU	VETOPR	AUX						

iii. Activités agricoles

Etape __ / __ (nombre total d'étape)					Etape __ / __ (nombre total d'étape)				
Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité de la production	Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité de la production
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _

Mode de culture	Nom	Cultures pluviales	Cultures de contre saison	Maraîchage									
	Code	CP	CCS	MAR									
Type de culture	Nom	Sorgho	Mil	Arachide	Sésame	Haricot	Riz	Sorgho de décrue	Tomate	Gombo	Oignon	Ail	Autres
	Code	SOR	MIL	ARA	SES	HAR	RIZ	SOD	TOM	GOM	OIG	AIL	AUT
Mode d'accès à la terre	Nom	Propriété héritage	Propriété achat	Location	Métayage	Emprunt	Autres (à préciser)						
	Code	PHE	PAC	LOC	MET	EMP	AUT						
Finalité ou objectif de la production	Nom	Vente directe	Vente sur marchés	Auto - consommation	Echange commerciaux / troc								
	Code	VD	VM	AUTO	ECH								

Etape __ / __ (nombre total d'étape)					Etape __ / __ (nombre total d'étape)				
Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité de la production	Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité de la production
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _

Mode de culture	Nom	Cultures pluviales	Cultures de contre saison	Maraîchage									
	Code	CP	CCS	MAR									
Type de culture	Nom	Sorgho	Mil	Arachide	Sésame	Haricot	Riz	Sorgho de décrue	Tomate	Gombo	Oignon	Ail	Autres
	Code	SOR	MIL	ARA	SES	HAR	RIZ	SOD	TOM	GOM	OIG	AIL	AUT
Mode d'accès à la terre	Nom	Propriété héritage	Propriété achat	Location	Métayage	Emprunt	Autres (à préciser)						
	Code	PHE	PAC	LOC	MET	EMP	AUT						
Finalité ou objectif de la production	Nom	Vente directe	Vente sur marchés	Auto - consommation	Echange commerciaux / troc								
	Code	VD	VM	AUTO	ECH								

Etape [] / [] (nombre total d'étape)					Etape [] / [] (nombre total d'étape)				
Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité ou objectif de la production	Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité ou objectif de la production
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _
_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _ _ _ _

Mode de culture	Nom	Cultures pluviales	Cultures de contre saison	Maraîchage									
	Code	CP	CCS	MAR									
Type de culture	Nom	Sorgho	Mil	Arachide	Sésame	Haricot	Riz	Sorgho de décrue	Tomate	Gombo	Oignon	Ail	Autres
	Code	SOR	MIL	ARA	SES	HAR	RIZ	SOD	TOM	GOM	OIG	AIL	AUT
Mode d'accès à la terre	Nom	Propriété héritage	Propriété achat	Location	Métayage	Emprunt	Autres (à préciser)						
	Code	PHE	PAC	LOC	MET	EMP	AUT						
Finalité ou objectif de la production	Nom	Vente directe	Vente sur marchés	Auto - consommation	Echange commerciaux / troc								
	Code	VD	VM	AUTO	ECH								

Etape __ / __ (nombre total d'étape)					Etape __ / __ (nombre total d'étape)				
Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité ou objectif de la production	Mode de culture	Type de culture	Mode d'accès à la terre	superficie (ha)	Finalité ou objectif de la production
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _

Mode de culture	Nom	Cultures pluviales	Cultures de contre saison	Maraîchage									
	Code	CP	CCS	MAR									
Type de culture	Nom	Sorgho	Mil	Arachide	Sésame	Haricot	Riz	Sorgho de décrue	Tomate	Gombo	Oignon	Ail	Autres
	Code	SOR	MIL	ARA	SES	HAR	RIZ	SOD	TOM	GOM	OIG	AIL	AUT
Mode d'accès à la terre	Nom	Propriété héritage	Propriété achat	Location	Métayage	Emprunt	Autres (à préciser)						
	Code	PHE	PAC	LOC	MET	EMP	AUT						
Finalité ou objectif de la production	Nom	Vente directe	Vente sur marchés	Auto - consommation	Echange commerciaux / troc								
	Code	VD	VM	AUTO	ECH								

iv. Structure de l'exploitation

Nombre main d'œuvre disponible sur l'exploitation _____/

	Type de main d'œuvre	Genre	Classe d'âge	Niveau d'instruction	Type de contrat	Mode rémunération	Activité 1	Activité 2	Activité 3
1	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
2	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
3	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
4	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
5	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
6	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
7	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
8	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
9	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
10	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
11	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
12	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _
13	_ _ _	_	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ _

Type de main d'œuvre	Nom	Familiale	Salariée permanent	Salariée temporaire	
	Code	FAM	SAP	SAT	
Classe d'âge	Nom	Moins de 8 ans	De 8 à 14 ans	De 15 à 35 ans	Plus de 35 ans
	Code	-8	Aug-14	15/35	35
Niveau d'instruction	Nom	Non scolarisé	Primaire	Secondaire	Ecole coranique
	Code	NSC	PRI	SEC	ECO
Type de contrat	Nom	Temps plein	Temps partiel		
	Code	TEP	TPA		
Mode rémunération	Nom	Salaire	Nature	Autres	
	Code	SAL	NAT	AUT	
Activités	Nom	Taches agricoles	Gardiennage	Abreuvement	Traite
	Code	TAG	GAR	ABR	TRA

Annexe 3: Estimation de l'âge des moutons à partir de la dentition

Stade	Age	Caractéristiques des dents
Agneau	Moins de 1an	8 incisives de lait
Animal d'un an	1-2 ans	Une paire centrale d'incisives permanentes
Jeune adulte	2-3 ans	2 paires d'incisives permanentes
Adulte	3-4 ans	3 paires d'incisives permanentes
Mature	4-5 ans	4 paires d'insicives
Agé	Plus 5 ans	Avec des dents manquantes ou sans dent

Annexe 4: Fiche complémentaire

Matériel animal

Espèces : Ovin Bovin Ovins x Caprins Bovins x Ovins Caprins

Race : Arabe Oudah Waila Kababich Mayo-Kebbi Kirdimi

Objectif de production : Lait Viande Lait x Viande Prestige

Critères de sélection : Trypanotolérant Prolificité Résistance à la Sécheresse

Précocité

Mode de reproduction : Hazard Contrôlé IA Synchronisation

Constitution du cheptel

Achat Héritage Don Confiâge

Annexe 7: Fiche de collecte de données 12 MO (Mois)

FICHE SIGNALÉTIQUE					
IDFARM	_ _ _ _ _ _ _ _ _	Pays	_ _ _	NOM	
NUMFARM	_ _ _ _ _ _ _ _ _	Admin	_ _ _	ENQUÊTEUR :	
:	_ _ _ _	1	_	NOM	
Date	_ _ _ _ _ _ _ _ _	Admin	_ _ _	ELEVEUR :	
d'enquête :	_ _ _ _	2	_	Ethnie	_ _ _ _
Longitude :	_ _ _ _ _ _ _ _ _	Admin	_ _ _	Fraction	_ _ _ _
	_ _ _ _	3	_		
Latitude :	_ _ _ _ _ _ _ _ _	Type	_ _ _	Espèce ^(a) :	_ _ _ _
	_ _ _ _	Lieu	_ _		Race : _ _ _ _

12MO - Q1. INVENTAIRE ET REPRODUCTION										
INVENTAIRE DES ANIMAUX DU TROUPEAU			REPRODUCTION LORS DES 12 DERNIERS MOIS							
							MISE BAS N°1		MISE BAS N°2 (PR seulement)	
AGE (révolu)	Femelles	Mâles	Nb Avortement	Nb Mise Bas Simple	Nb Mise bas double	Nb Mise Bas Triple	NB. Mort Nés	NB. Nés Vivants	NB. Mort Nés	NB. Nés Vivants
0	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
1	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
2	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
3	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
4	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
5	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
6	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
7	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
8	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
9	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
10	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
11	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
+12	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _

12MO - Q2. ENTREES ET SORTIES

12MO - Q2. ENTREES ET SORTIES													
Q2.1 : ENTREES						Q2.2 : SORTIES							
A. TOTAL PAR TYPE D'ENTREE (b)						A. TOTAL PAR TYPE DE SORTIE (b)							
(b) Si autre type d'entrée ou de sortie, choisir le plus proche des autres types						(b) Si autre type d'entrée ou de sortie, choisir le plus proche des autres types							
PUR = Achat, Troc		_ _ _ _				DEA = Mort naturelle (autre abattage)		_ _ _ _		SBC = Renvoi de prêt/contrat		_ _ _ _	
ARC = Arrivée en prêt/contrat		_ _ _ _				SLA = Abattage (ORD. + URG.)		_ _ _ _		GIF = Don, Dot, etc.		_ _ _ _	
CBC = Retour de prêt/contrat ^(c)		_ _ _ _				SAL = Vente, Troc (animaux vivant)		_ _ _ _		WIT = Perdu de vue, vol, etc.		_ _ _ _	
GIF = Don, Héritage, Dot, etc. ^(c)		_ _ _ _				DPC = Départ en prêt/contrat		_ _ _ _					
(c) Prêts, contrats (labour, reproduction, ...), etc.		_ _ _ _											
B. DETAIL						B. DETAIL							
Date	Sexe	Age entrée	Type entrée	Valeur	Lieu de transaction	Date	Sexe	Age Sortie	Type sortie	Type abattage ^(d)	Modalité mort naturelle ^(e)	Valeur	Lieu de transaction
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	
_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _		_ _ _ _	_	_ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	

Liste des codes

(a) Liste espèces :

Description	Code
Bovins	BO
Caprins	CA
Ovins	OV
Camelins	CM
Porcins	PI

(d) Liste mortalité :

Description	Code
Mortalité naturelle	DEA
Mortalité due à la maladie	MOD
Mortalité due à une famine	MON
Mortalité due à un accident	MOA

Liste des lieux de transactions :

Description	CODE
Marchés à bestiaux (hebdomadaires)	1
Marché d'approvisionnement	2
Marchés terminaux (journaliers)	3
Ferrick	4
Village	5
Autres	6

Annexe 8: Tableau d'ANOVA des mensurations en fonction de province

			Somme des carrés	Degré de liberté (ddl)	Moyennes des carrés	F	Signification.
HG * Zone	Between Groups	(Combined)	657,310	1	657,310	21,430	,000
	Within Groups		9416,390	307	30,672		
HCr* Zone	Between Groups	(Combined)	469,467	1	469,467	15,040	,000
	Within Groups		9583,102	307	31,215		
PT * Zone	Between Groups	(Combined)	796,690	1	796,690	9,402	,002
	Within Groups		26012,870	307	84,732		
PP * Zone	Between Groups	(Combined)	2974,178	1	2974,178	187,032	,000
	Within Groups		4881,914	307	15,902		
LO * Zone	Between Groups	(Combined)	3,229	1	3,229	,379	,539
	Within Groups		2616,234	307	8,522		
LT * Zone	Between Groups	(Combined)	659,430	1	659,430	78,811	,000
	Within Groups		2568,745	307	8,367		
IT * Zone	Between Groups	(Combined)	,147	1	,147	,063	,802
	Within Groups		712,028	307	2,319		
LC * Zone	Between Groups	(Combined)	419,799	1	419,799	8,880	,003
	Within Groups		14512,654	307	47,272		
LCT * Zone	Between Groups	(Combined)	2129,679	1	2129,679	42,977	,000
	Within Groups		15213,123	307	49,554		
LB * Zone	Between Groups	(Combined)	4,920	1	4,920	,636	,426
	Within Groups		2373,701	307	7,732		
IB * Zone	Between Groups	(Combined)	,214	1	,214	,028	,866
	Within Groups		2318,796	307	7,553		
PC * Zone	Between Groups	(Combined)	26,498	1	26,498	9,564	,002
	Within Groups		850,590	307	2,771		
LQ * Zone	Between Groups	(Combined)	277,780	1	277,780	5,246	,023
	Within Groups		16255,372	307	52,949		
LCo * Zone	Between Groups	(Combined)	20,168	1	20,168	1,803	,180
	Within Groups		3434,072	307	11,186		
LTes * Zone	Between Groups	(Combined)	31,503	1	31,503	2,673	,107
	Within Groups		730,732	62	11,786		
CTes * Zone	Between Groups	(Combined)	132,137	1	132,137	6,352	,014
	Within Groups		1289,800	62	20,803		
PV * Zone	Between Groups	(Combined)	252,670	1	252,670	21,430	,000
	Within Groups		3619,660	307	11,790		

Annexe 9: Tableau d'ANOVA des mensurations en fonction de sexe

			Somme des carrés	Degré de liberté (ddl)	Moyenne de carré	F	Signification.
HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	657,512	1	657,512	21,437	,000
	Within Groups		9416,188	307	30,672		
HCr * Sexe	Between Groups	(Combined)	882,614	1	882,614	29,549	,000
	Within Groups		9169,956	307	29,870		
PT * Sexe	Between Groups	(Combined)	1631,918	1	1631,918	19,899	,000
	Within Groups		25177,642	307	82,012		
PP * Sexe	Between Groups	(Combined)	181,156	1	181,156	7,246	,007
	Within Groups		7674,936	307	25,000		
LO * Sexe	Between Groups	(Combined)	3,189	1	3,189	,374	,541
	Within Groups		2616,274	307	8,522		
LT * Sexe	Between Groups	(Combined)	375,192	1	375,192	40,373	,000
	Within Groups		2852,982	307	9,293		
IT * Sexe	Between Groups	(Combined)	15,033	1	15,033	6,620	,011
	Within Groups		697,142	307	2,271		
LC * Sexe	Between Groups	(Combined)	211,455	1	211,455	4,410	,037
	Within Groups		14720,998	307	47,951		
LCT * Sexe	Between Groups	(Combined)	940,367	1	940,367	17,601	,000
	Within Groups		16402,435	307	53,428		
LB * Sexe	Between Groups	(Combined)	206,401	1	206,401	29,171	,000
	Within Groups		2172,221	307	7,076		
IB * Sexe	Between Groups	(Combined)	78,170	1	78,170	10,710	,001
	Within Groups		2240,839	307	7,299		
PC * Sexe	Between Groups	(Combined)	18,628	1	18,628	6,662	,010
	Within Groups		858,459	307	2,796		
LQ * Sexe	Between Groups	(Combined)	94,647	1	94,647	1,768	,185
	Within Groups		16438,505	307	53,546		
LCo * Sexe	Between Groups	(Combined)	1,722	1	1,722	,153	,696
	Within Groups		3452,518	307	11,246		
LTes * Sexe	Between Groups	(Combined)	3,395	1	3,395	,277	,600
	Within Groups		758,839	62	12,239		
CTes * Sexe	Between Groups	(Combined)	29,009	1	29,009	1,291	,260
	Within Groups		1392,929	62	22,467		
PV * Sexe	Between Groups	(Combined)	252,748	1	252,748	21,437	,000
	Within Groups		3619,583	307	11,790		

Annexe 10: Tableau d'ANOVA selon les types génétiques

			Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Sig.
HG * Race	Between Groups	(Combined)	335,936	1	335,936	10,591	,001
	Within Groups		9737,765	307	31,719		
HCr * Race	Between Groups	(Combined)	308,963	1	308,963	9,735	,002
	Within Groups		9743,607	307	31,738		
PT * Race	Between Groups	(Combined)	205,595	1	205,595	2,372	,125
	Within Groups		26603,965	307	86,658		
PP * Race	Between Groups	(Combined)	61,080	1	61,080	2,406	,122
	Within Groups		7795,013	307	25,391		
LO * Race	Between Groups	(Combined)	34,227	1	34,227	4,065	,045
	Within Groups		2585,236	307	8,421		
LT * Race	Between Groups	(Combined)	,796	1	,796	,076	,783
	Within Groups		3227,379	307	10,513		
IT * Race	Between Groups	(Combined)	6,793	1	6,793	2,957	,087
	Within Groups		705,381	307	2,298		
LC * Race	Between Groups	(Combined)	36,717	1	36,717	,757	,385
	Within Groups		14895,736	307	48,520		
LCT * Race	Between Groups	(Combined)	15,857	1	15,857	,281	,596
	Within Groups		17326,945	307	56,440		
LB * Race	Between Groups	(Combined)	5,635	1	5,635	,729	,394
	Within Groups		2372,986	307	7,730		
IB * Race	Between Groups	(Combined)	,201	1	,201	,027	,871
	Within Groups		2318,809	307	7,553		
PC * Race	Between Groups	(Combined)	,162	1	,162	,057	,812
	Within Groups		876,925	307	2,856		
LQ * Race	Between Groups	(Combined)	15,526	1	15,526	,289	,592
	Within Groups		16517,626	307	53,803		
LCo * Race	Between Groups	(Combined)	29,128	1	29,128	2,611	,107
	Within Groups		3425,111	307	11,157		
LTes * Race	Between Groups	(Combined)	131,672	1	131,672	12,947	,001
	Within Groups		630,563	62	10,170		
CTes * Race	Between Groups	(Combined)	180,187	1	180,187	8,997	,004
	Within Groups		1241,750	62	20,028		
PV * Race	Between Groups	(Combined)	129,134	1	129,134	10,591	,001
	Within Groups		3743,197	307	12,193		

Annexe 11: Tableau d'ANOVA des indices biométriques

		Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	
Igs=HG-PP/PP * Sexe	Between Groups	(Combined)	,002	1	,002
	Within Groups		13,810	307	,045
Iat=LO/PP * Sexe	Between Groups	(Combined)	,035	1	,035
	Within Groups		1,534	307	,005
IF=LTC/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,000	1	,000
	Within Groups		3,213	307	,010
IC=PT/LTC * Sexe	Between Groups	(Combined)	,018	1	,018
	Within Groups		2,698	307	,009
IM=PT/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,035	1	,035
	Within Groups		4,001	307	,013
IL=HG-PP/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,000	1	,000
	Within Groups		,672	307	,002
IO=PC/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,000	1	,000
	Within Groups		,137	307	,000
IC=LC/PT * Sexe	Between Groups	(Combined)	,078	1	,078
	Within Groups		5,522	307	,018
IDT=PC/PT * Sexe	Between Groups	(Combined)	,000	1	,000
	Within Groups		,181	307	,001
ICa=LQ/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,004	1	,004
	Within Groups		2,149	307	,007
IAu=LO/HG * Sexe	Between Groups	(Combined)	,010	1	,010
	Within Groups		,339	307	,001

PUBLICATIONS

1. Djomtchaigue B.H., Koussou M.O., Zeuh V., Awah N.J., Meutchieye F. 2022. Husbandry and breeding features of Fulani sheep in the Chari-Baguirmi and Mandoul provinces of Chad. Cameroon Journal of Experimental Biology. 16 (1): 44-52. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/cajeb.V16i1.6>

2. Djomtchaigue B.H., Koussou M.O., Tadakeng D.Y., Oumar M.K., Zeuh V., Awah N.J., Meutchieye F. 2023. Biometric assessment of Fulani sheep in Sahelian and Sudanian zones of Chad. Genet. Biodiv. J, 2023; 7 (1): 148- 161 DOI: 10.46325/gabj.v7i1.282

3. Djomtchaigue B.H., Koussou M.O., Azoutane J., Oumar M.K., Zeuh V., Awah N.J., Meutchieye F. 2024. Caractéristiques phénotypiques des moutons peuls en zone soudanienne et sahélienne au Tchad. Communication au colloque scientifique de l'École Normale Supérieure de Bongor. 9-10 Mai 2024.