

## **Caractérisation de l'élevage Camelin du Mali pour en assurer la préservation et la valorisation**

Characterization of Camel farming in Mali to ensure its preservation and enhancement



---

**Bakary Traoré**

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade  
de Docteur en Sciences Vétérinaires

Année académique 2023-2024

**UNIVERSITE DE LIEGE**  
**FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE**  
**DEPARTEMENT DE GESTION VETERINAIRE DES RESSOURCES ANIMALES**  
**SERVICE D'ECONOMIE DE LA SANTE ET DES PRODUCTIONS ANIMALES**



**Caractérisation de l'élevage Camelin du Mali pour en  
assurer la préservation et la Valorisation**

**Characterization of Camel farming in Mali to ensure its preservation and enhancement**

**Bakary TRAORE**

**Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de  
Docteur en sciences vétérinaires**

**Année académique 2023-2024**

## ***DÉDICACE***

A mes parents feu **Zoumana Traoré** et **Fanta Diarra**

A mes épouses **Oumou Kouloum Cissé** et **Lalla Coulibaly**

A mes enfants :

- ✓ **Ibrahim Bakary,**
- ✓ **Mohamed dit Mamy,**
- ✓ **Zoumana Bakary,**
- ✓ **Kadidiatou Bakary,**
- ✓ **Sékou Bakary,**

Pour toutes ces longues absences

A feu Dr **Bara Ouologuem** Co-promoteur local

*A côté de la difficulté est, certes, une facilité*

*(Coran : Sourate 94 ; verset 5)*

## Remerciements

Tout d'abord, je rends grâce à Allah, qui m'a permis d'achever ce projet avec succès.

J'adresse aussi ma gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette thèse. Il me sera difficile de traduire en mots ma reconnaissance et de citer tous ceux qui méritent d'être remerciés. Néanmoins, je ne saurais passer sans citer quelqu'un, à ce titre ...

Mes remerciements vont particulièrement à mes promoteurs, Docteur Nassim MOULA et Docteur Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX, qui ont toujours eu confiance en moi.

Chers promoteurs, merci grandement.

Ma reconnaissance va aussi à mon Co-promoteur local, feu Docteur Bara OUOLOGEM, pour sa disponibilité et son appui tout au long de ce parcours ; merci bien Docteur.

Mes remerciements vont à l'endroit du Professeur Pascal LEROY (promoteur initial du présent projet de thèse), qui par ailleurs m'a accueilli ici et m'a toujours laissé sa porte ouverte.

Je remercie le président du Collège de Doctorat, le Docteur Benjamin DEWALS et toute son équipe pour la gestion et pour l'autorisation qui m'est offerte de défendre la présente thèse.

Aux Professeurs Frédéric ROLLIN, Jean-Paul DEHOUX, Quynh Chau DANG VAN, Philippe LECOMTE, Jean-Luc HORNICK, Christian HANZEN, Johann DETILLEUX, vous qui avez consacré votre temps à lire et à évaluer ce travail, vous qui vous serez déplacés pour me permettre de le présenter et défendre mes résultats, je vous suis d'avance reconnaissant pour les améliorations que ce travail connaîtra par vos apports.

Je remercie le Professeur Frédéric FARNIR, pour sa disponibilité ainsi que pour sa courtoisie.

Je remercie l'ensemble du personnel du Département des Productions Animales que je n'ai pas encore cité, en pensant particulièrement à Anne, Éveline et Nadine.

J'ai eu l'opportunité de travailler avec des doctorants de divers pays, je pense notamment à Abdoulaye, Adam, Aouatif, Kisito, Benoît, Duy, Fafa, Francis, Issa, Josiane, Luc, Safia, Seyni et Sinan. Pour la collaboration et tous ces moments passés ensemble, je vous dis merci et souhaite du courage et de la réussite à ceux qui sont encore sur le chemin.

Ma reconnaissance va aussi à ma famille qui a toujours été là et qui a dû supporter toutes ces longues absences.

Merci particulièrement à la CTB (Enabel), PACODEL, DGCD. Nul besoin de dire que sans leur soutien financier, je n'aurais pas pu faire les travaux de cette thèse.

A celles et ceux dont les noms n'ont pu être cités, trouvez en ces petits mots ma profonde gratitude.

## Liste des figures

Figure 1 : Carte du Mali ( <a href="https://environnementropical.files.wordpress.com/2012/01/carte-mali-rbbb.jpg">https://environnementropical.files.wordpress.com/2012/01/carte-mali-rbbb.jpg</a> ) .....	10
Figure 2 : Carte des zones agro-écologiques du Mali (Labosep/ IER, 2000).....	12
Figure 3 : Taxonomie des membres de la famille des camélidés .....	15
Figure 4 : Exemples d'hybrides de grands camélidés. A. Hybride F2 pour la production laitière (Kazakhstan). B. Hybride F1 pour la lutte cameline (Turquie).....	17
Figure 5 : (Source : CIRAD 2009) Les camélidés : Hybridation dromadaire et chameau (cirad.fr) ...	18
Figure 6 : Distribution géographique des dromadaires et des chameaux .....	19
Figure 7 : Evolution de l'effectif du cheptel camelin au Mali.....	21
Figure 8 : Différents types de dromadaires selon les éleveurs .....	22
Figure 9 : Dromadaire de l'Aïr ou Touareg /Source :(Meyer, 2023) .....	23
Figure 10 : Dromadaire Azaouak/ Source :(Meyer, 2023).....	24
Figure 11 : Dromadaire du fleuve ou Reguïbi/ Source :(Meyer, 2023).....	24
Figure 12 : Répartition de dromadaire et zones d'étude.....	32
Figure 13 : Locational map of the study area .....	53
Figure 14: Emali.....	61
Figure 15: Adignas .....	61
Figure 16: Awinague .....	62
Figure 17: Azargaf.....	62
Figure 18: Azaref.....	63
Figure 19: Akawal .....	63
Figure 20: Abzaw .....	64
Figure 21: Awrague.....	65
Figure 22: Tilabayaten.....	65
Figure 23: Talmorokit .....	66

Figure 24 : Carte des pâturages du cercle de Koro.....	82
Figure 25 : <i>Labour avec dromadaire à Tendeli</i> .....	86
Figure 26 : <i>Labour avec dromadaire à Koro</i> .....	86
Figure 27 : <i>Transport de sac céréale à Koro</i> .....	87
Figure 28 : Troupeau de dromadaire au marché à bétail de Koro .....	89
Figure 29 : Map showing communities surrounding the Koro district of Mali.....	104
Figure 30 : Example of peer choice scenario. ....	106
Figure 31: White dromedary .....	111
Figure 32 : Dark brown dromedary .....	111
Figure 33 : Brown Dromedary .....	112

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des effectifs du cheptel par région].....	20
Table 2: Variables included in the multivariate analysis and herds' number by modality and commune .	55
Table 3: Herd composition by communes presented as median (min–max) .....	57
Table 4: Main syndromes as described by breeders .....	58
Table 5: Breeding management in the four surveyed communes (LSMeans $\pm$ SE).....	58
Table 6 : Citation rates of the main selection criteria for breeding males (%) .....	59
Tableau 7 : Effectif d'animaux élevés par espèces au niveau des élevages enquêtés .....	84
Tableau 8 : Détails des préférences des éleveurs par rapport au choix des types de dromadaires selon les différents types de travaux (%) .....	88
Table 9. Proportional stacking on the criteria of agricultural dromedaries in nine FGDs of agro-pastoralists in the Koro district of Mali .....	109
Table 10 : Utility coefficients and WTP estimated for dromedary attributes in the Koro district of Mali .....	110
Table 11 : Utility coefficients and WTP estimated for dromedary attribute levels in the Koro district of Mali .....	110

## Liste des Abréviations

APD : Aide Publique au Développement

CIRAD : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

CNRA : Comité National de la Recherche Agronomique

DNPIA : Direction Nationale des Productions et Industries Animales

PAM : Programme Alimentaire Mondial

MCA : Multiple Correspondence factorial analysis

CE : Expérience de choix

IER : Institut d'Économie Rurale

PIB : Produit Intérieur Brut

RP : Préférences Révélées

SP : Préférences Déclarées

URG : Unité de Ressources Génétiques

RGA : Ressources Génétiques Animales

INSTAT : Institut National de Statistique

WTP : Willingness to pay

GDP : Gross Domestic Product

FGD : Focus Group Discussion

CI : Confidence Interval

DAP : Disposition à payer

NS : Not significant

## **Composition du jury**

Promoteur/Promotrice : .....Nassim MOULA

Co-Promoteur/Co-Promotrice : ..... Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX

Membres du comité : .....Jean-François CABARAUX, Bara OUOLOGUEM

Membres externes : .....Jean-Paul DELHOUX, Philippe LECOMTE, Chau DANG VAN

Membres internes : .....Jean-Luc HORNICK, Christian HANZEN, Johann DETILLEUX

Président/Présidente : .....Frédéric ROLLIN

## Table des matieres

<b><i>DÉDICACE</i></b> .....	vi
<b>Remerciements</b> .....	ix
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux .....	ix
Liste des Abréviations.....	ix
Composition du jury .....	ix
<b>Résumé – Abstract</b> .....	1
<u>Avant-propos</u> .....	6
<b>Intoduction Générale</b> .....	9
Introduction générale.....	10
Informations générales sur le Mali .....	10
Contexte socio-sécuritaire et son impact sur la réalisation de la thèse.....	13
Généralité sur l'espèce caméline dans le monde .....	15
Origine, taxonomie et situation actuelle des camélidés.....	15
Domestication des camélidés et biodiversité.....	16
Répartition du dromadaire au Mali.....	20
État des ressources génétiques du dromadaire au Mali .....	21
Principales races et populations de dromadaires au Mali.....	22
Dromadaire Berabiche.....	22

Dromadaire Adrar.....	23
Dromadaire Azaouak.....	23
Dromadaire du fleuve Niger.....	24
Dromadaire du Sahel.....	25
Importance socio-économique de l'élevage de dromadaire au Mali.....	25
Caractérisation de l'élevage de dromadaire au Mali vs en Australie.....	26
Particularités physiologiques et anatomiques.....	27
Paramètres de reproduction, santé animale et production.....	28
Présentation générale de la Zone d'étude.....	31
Contexte de l'élevage du dromadaire et problématique générale de la thèse.....	32
Place de la recherche au développement de l'élevage de dromadaire au Mali.....	34
Enjeux et objectifs de la thèse.....	37
Enjeux.....	37
Cohérence du projet de thèse avec les politiques nationales de développement de l'élevage.....	39
Objectifs de la thèse.....	41
Méthodologie.....	42
Principales difficultés rencontrées.....	42
Définition de quelques notions.....	43
Références.....	44
<b><u>Section Expérimentale</u></b> .....	47

**CHAPITRE 1: Chracterization of Camel breeding practicesin the Ansongo Region, Mali..... 48**

Etude 1 : Chracterization of Camel breeding practicesin the Ansongo Region, Mali ..... 49

1.1. Abstract ..... 51

1.1. Introduction ..... 52

1.2. Material and methods ..... 52

1.2.1. Study area ..... 52

1.2.2. Sampling..... 53

1.2.3. Interviews ..... 54

1.2.4. Statistical analysis ..... 54

1.3. RESULTS..... 55

1.3.1. Characteristics of the sampled breeders and herds ..... 55

1.3.2. General description of practices ..... 56

1.3.2.1. Mobility ..... 56

1.3.2.2. Valorisation of camel products..... 56

1.3.2.3. Feeding and watering ..... 56

1.3.2.4. Health ..... 57

1.3.2.5. Reproduction ..... 58

1.3.3. Cluster analysis of practices ..... 59

1.3.3.1.	Animal genetic resources and camel breeds.....	60
1.4.	Discussion .....	67
1.4.1.	Typology of breeding practices: overview .....	67
1.4.2.	Practices.....	67
1.4.2.1.	Herd composition .....	67
1.4.2.2.	Mobility .....	68
1.4.2.3.	Valorisation of camel products.....	68
1.4.2.4.	Feeding .....	69
1.4.2.5.	Health .....	69
1.4.2.6.	Reproduction .....	69
1.4.2.7.	Camel genetic resources .....	70
1.5.	Conclusion.....	71
	References .....	72

**CHAPITRE 2 : Analyse des méthodes d’adaptation des agropasteurs du cercle de Koro région de Mopti aux évolutions climatiques : l’expérience de la substitution de bovin par des dromadaires de trait .....** 75

**Etude 2** : Analyse des méthodes d’adaptation des agropasteurs du cercle de Koro région de Mopti aux évolutions climatiques : l’expérience de la substitution de bovin par des dromadaires de trait . 76

2.1.	Résumé .....	78
------	--------------	----

2.1. Abstract .....	79
2.2. Introduction .....	80
2.3. Matériel et méthodes .....	81
2.3.1. Zone d'étude.....	81
2.3.2. Échantillonnage et collecte de données .....	82
2.3.3. Analyse statistique.....	83
2.4. Résultats .....	83
2.4.1. Caractéristiques des personnes interrogées .....	83
2.4.2. Composition et gestion des cheptels.....	84
2.4.3. Gestion de l'alimentation et l'abreuvement.....	84
2.4.4. Gestion de la santé des dromadaires.....	85
2.4.5. Utilisation des dromadaires .....	85
2.4.6. Choix de type génétique .....	87
Trois types de dromadaires sont mentionnés par les éleveurs. Ils sont distingués et nommés principalement selon la couleur de la robe. Il s'agit : -----	
2.5. Discussion .....	89
2.5.1. Composition et gestion des cheptels.....	89
2.5.2. Gestion de l'alimentation et l'abreuvement.....	90
2.5.3. Gestion de la santé des dromadaires.....	91
2.5.4. Utilisation des dromadaires .....	92

2.5.6. Choix de type génétique .....	92
2.6. Conclusion.....	93
Références .....	94

**CHAPITRE 3 ; Analysis of preferences of agro-pastoralists for the attributes of traction dromedaries in harness cultivation: A case study of the Koro district of Mali.....97**

Préambule.....	98
----------------	----

**Etude 3 : Analysis of preferences of agro-pastoralists for the attributes of traction dromedaries in harness cultivation: A case study of the Koro district of Mali ..... 99**

3.1. Résumé .....	100
3.1. Abstract .....	101
3.2. Introduction .....	102
3.3. Material et method.....	103
3.3.1. Study area.....	103
3.3.2. Study design .....	104
3.3.3. Participatory survey on the criteria for selection of traction dromedary .....	104
3.3.3.1. Focus group discussions (FGDs).....	104
3.3.3.2. Selection criteria and methods.....	105
3.3.4. Sampling and interviews .....	106
3.3.5. Statistical analysis and assessment of WTP .....	107

3.4. Results .....	108
3.4.1. Criteria for appraising the auxiliary dromedary of agriculture.....	108
3.4.2. WTP for agro-pastoralists auxiliary dromedary of agriculture.....	109
3.5. Discussion .....	112
3.5.1. Methodology .....	112
3.5.2. Criteria for assessment of the agricultural dromedary auxiliary .....	113
3.5.3. Analysis of declared choices and WTP .....	114
3.6. Conclusion.....	115
References .....	117

## **CHAPITRE 4 : Discussion générale et Perspectives.....**134

5. Discussion générale.....	135
5.1. Conduite de l'élevage de dromadaires .....	135
5.2. Santé animale et pratiques ethno-vétérinaires .....	137
5.3. Mobilité des troupeaux de dromadaires .....	138
5.4. Gestion de la reproduction.....	140
5.5. Ressources génétiques camélines .....	141
5.6. Appréciations des agropasteurs dans les pratiques futures.....	142
Conclusion générale et perspectives.....	146
References .....	150
Annexes.....	155

Annexe 1 : MODÈLE DE QUESTIONNAIRES UTILISÉS .....	155
Annexe 2 : FICHE D'ENQUÊTE .....	159
Annexe 3 : EXEMPLE DE SCENARIO:.....	164

---

# Résumé - Abstract

---

## Résumé

Le Mali est un pays à vocation agricole où l'élevage occupe la deuxième place de l'économie. Les régions arides et semi-arides représentent environ 2/3 de la superficie du territoire du Mali.

De par son climat, le Mali est un pays naturellement indiqué pour promouvoir l'élevage de dromadaire. La viande et le lait de dromadaire pourraient beaucoup concourir à la sécurité alimentaire. Ils constituent la base de l'alimentation locale dans les régions arides et chaudes du pays. Ce sont des merveilles dont les bienfaits sont inestimables pour le maintien de la vie humaine dans ces zones. Le dromadaire occupe une place importante dans la survie des populations pastorales de ces régions face aux bouleversements climatiques et socio-économiques. Depuis une dizaine d'années, le dromadaire fait l'objet d'un intérêt particulier auprès des agropasteurs de la région de Mopti. L'animal est utilisé dans divers travaux (agricoles, transport, exhaure d'eau). En effet, cette espèce apparaît comme une ressource génétique animale clé dans les stratégies d'adaptation des agriculteurs aux bouleversements environnementaux et sociopolitiques. Mais, en dépit de son importance, peu d'informations sont disponibles sur cet élevage au Mali, notamment dans le cercle d'Ansongo et de Koro.

La présente étude se propose dans un premier temps de caractériser l'élevage du dromadaire tout en mettant en perspective les stratégies d'adaptation des éleveurs aux changements de l'environnement naturel et social dans lequel ils opèrent. Ainsi, les pistes d'amélioration de l'élevage en général et de la gestion des ressources génétiques animales sont proposées en tenant compte des spécificités agroécologiques des 2 zones d'études (i) la région d'Ansongo, domaine de la zone aride et semi-aride (ii) la région de Koro, domaine du sahel. Dans cette dernière zone, les recherches ont été réalisées à travers la détermination des préférences des éleveurs et leur disposition à payer ou à recevoir une compensation pour les caractéristiques des dromadaires de trait.

Une première enquête rétrospective a été conduite auprès de 100 éleveurs de dromadaires dans la zone d'étude N°1 (cercle d'Ansongo) durant 3 mois. Elle montre la diversité des stratégies d'élevage pastoral et de leurs évolutions. Elle note une hétérogénéité des modes de classification des types de dromadaires. Les pratiques de complémentation alimentaire et le recours aux services de la médecine vétérinaire moderne restent assez faibles. Les modes d'adaptation des élevages aux différents bouleversements impliquent des changements de stratégies d'alimentation et d'abreuvement, y compris les stratégies de mobilité. Au fondement des bouleversements, se trouvent des modifications des ressources génétiques animales exploitées : substitution d'espèces et modification de la composition du portefeuille animal, modification au sein de l'espèce par la substitution entre races ou la sélection pour l'évolution de la race elle-même. L'impact de l'abandon progressif du dromadaire dans certaines zones mérite d'être surveillé.

Une deuxième enquête a été réalisée sur une période de 45 jours pour analyser les méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti aux changements climatiques : cas de la substitution des bovins de trait par des dromadaires et la gestion de la génétique caméline. Les résultats obtenus ont concerné les attributs clés du choix de type de dromadaires et ce, en fonction de l'objectif de production visé. Cette enquête a été menée sur une population de 100 propriétaires de dromadaires. La couleur de la robe, l'ardeur au travail, le gabarit et la résistance aux maladies constituent les critères clés de choix du type de dromadaire pour les travaux agricoles et domestiques.

Une troisième enquête a été réalisée auprès de 115 éleveurs sur les préférences des agropasteurs et leur consentement à payer ou à recevoir une compensation pour les caractéristiques de dromadaires de trait.

Les capacités d'adaptation ainsi que la multifonctionnalité confèrent au dromadaire un statut particulier et une bonne réputation dans la lutte contre la pauvreté et l'avancée du désert. L'utilité première du dromadaire (animal de trait) se répand dans la région de Mopti. La production de lait de chamelle reste loin des circuits de commercialisation. L'insuffisance de services de santé vétérinaire se traduit par le développement des pratiques ethno-vétérinaires au niveau des élevages de dromadaires.

Aux termes de cette recherche, nous constatons que le dromadaire est une ressource précieuse qu'il convient d'exploiter à sa juste valeur. La mise en valeur de l'élevage de dromadaire peut être un élément déterminant pour la réconciliation nationale au Mali, étant donné que celle-ci n'advient que par le développement socio-économique des régions du Nord et du Centre.

Les potentialités du dromadaire sont faiblement exploitées, à l'exception de la région de Sikasso et le district de Bamako, l'animal est présent sur l'ensemble du territoire national. Il représente 14% du cheptel du pays soit environ un million cinq cent mille têtes. Dans les mêmes conditions d'élevage, le dromadaire produit plus de lait et de travail que les bovins autochtones. Il valorise mieux les maigres ressources de fourrages des vastes espaces arides et semi-arides du Mali plus que les autres animaux domestiques.

En résumé nous retenons deux principaux points d'attention à savoir :

- ✓ Le faible niveau d'exploitation des productions du dromadaire et la faible commercialisation du lait de chamelle au Mali.
- ✓ La mauvaise gestion des dromadaires dans la région de Mopti avec un risque potentiel d'érosion de certaines races ou certains types génétiques.

D'où la nécessité d'une exploitation et gestion rationnelle des ressources génétiques camélines pour la préservation de la biodiversité et la durabilité des systèmes de productions du dromadaire au Mali. En outre une attention particulière doit être accordée à la nouvelle dynamique qui s'installe autour de la culture attelée caméline.

## **Abstract**

Mali is an agricultural country where livestock occupies the second place of the economy. The arid and semi-arid regions represent about 2/3 of the surface of Mali's territory.

Mali, because of its climate, is a country naturally indicated to promote camel breeding. Camel meat and milk could play an important role in food security. They form the basis of the local diet in the arid and hot regions of the country. These are wonders whose benefits are invaluable for the maintenance of human life in these areas.

The dromedary occupies an important place in the survival of pastoral populations in these regions in the face of climatic and socio-economic upheavals. For the past ten years, the camel has been the subject of particular interest among agropastoralists in the Mopti region. The animal is used in various jobs (agricultural, transportation, water dewatering). Indeed, this species appears as a key animal genetic resource in farmers' adaptation strategies to environmental and socio-political upheavals. But, despite its importance, little information is available on this breeding in Mali, especially in the circle of Ansongo and Koro.

The first step of this study is to characterize camel farming while putting into perspective the adaptation strategies of breeders to changes in the natural and social environment in which they operate. Thus, ways to improve livestock farming in general and the management of animal genetic resources are proposed taking into account the agroecological specificities of the 2 study areas (i) the Ansongo region, area of the arid and semi-arid zone (ii) the Koro region, domain of the Sahel. In this last area, research was conducted through the determination of the preferences of the breeders and their willingness to pay or receive compensation for the characteristics of the dromedaries.

A first retrospective survey was conducted among 100 camel breeders in study area No. 1 (Ansongo circle) for 3 months. It shows the diversity of pastoral livestock strategies and their evolution. It notes a heterogeneity in the modes of classification of types of dromedaries. Dietary supplementation practices and the use of modern veterinary services remain rather low. The ways in which livestock adapt to different upheavals involve changes in feeding and watering strategies, including mobility strategies. At the root of the upheavals are changes in the animal genetic resources exploited: substitution of species and modification of the composition of the animal portfolio, modification within the species by substitution between breeds or selection for the evolution of the breed itself. The impact of the gradual abandonment of the camel in some areas deserves to be monitored.

A second survey was carried out over a period of 45 days to analyze the adaptation methods of agropastoralists in the Koro circle, Mopti region to climate change: the case of the substitution of draught

cattle by dromedaries. The results obtained concerned the key attributes of the choice of camel type and this, according to the targeted production objective. This survey was conducted on a population of 100 camel owners. The color of the coat, the hard work, the size and the resistance to diseases are the key criteria for choosing the type of camel for agricultural and domestic work.

A third survey was conducted on 115 farmers on the preferences of farmers and their willingness to pay or receive compensation for the characteristics of camels.

The adaptability and multifunctionality give the camel a special status and a good reputation in the fight against poverty and the advance of the desert. The primary use of the camel (draught animal) is spreading in the Mopti region. Camel milk production remains far from marketing channels. The lack of veterinary health services is reflected in the development of ethno-veterinary practices at the level of camel farms.

As a result of this research, we see that the dromedary is a valuable resource that should be exploited at its true value. The development of camel farming can be a determining factor for national reconciliation in Mali, since it will only come about through the socio-economic development of the northern and central regions.

The potential of the camel is poorly exploited, with the exception of the region of Sikasso and the district of Bamako, the animal is present throughout the national territory. It represents 14% of the country's livestock or about one million five hundred thousand head. Under the same breeding conditions, the dromedary produces more milk and labour than native cattle. It makes better use of the meagre fodder resources of Mali's vast arid and semi-arid areas than other domestic animals.

In summary, we retain two main points of attention, namely:

- ✓ The low level of exploitation of camel production and the low marketing of camel milk in Mali.
- ✓ The poor management of camels in the Mopti region with a potential risk of erosion of certain breeds or genetic types.

Hence the need for rational exploitation and management of camelina genetic resources for the preservation of biodiversity and the sustainability of camel production systems in Mali. In addition, particular attention must be paid to the new dynamic that is taking place around the dromedary harness culture.

---

# Avant Propos

---

## **Avant propos**

Cette thèse est présentée avec insertion d'articles et comprend cinq chapitres.

**Le 1<sup>er</sup> chapitre** présente l'introduction générale et une revue de la littérature sur l'information générale du Mali, les généralités de l'élevage camelin dans le monde, les caractéristiques de l'élevage camelin au Mali, l'état des ressources génétiques camélines au Mali. Il permet de mieux comprendre le contexte et les objectifs du projet de recherche.

A la revue de la littérature s'ajoute trois chapitres qui valorisent les résultats des études.

**Le chapitre II** porte sur la caractérisation de l'élevage camelin dans le cercle d'Ansongo, région de Gao. L'objectif est d'établir la typologie des élevages camelins avec la particularité de mettre l'accent sur la diversité des pratiques de gestions des ressources animales camélines.

L'article a été publié dans la revue « *Tropical Animal Health Production* »

**Le Chapitre III** étudie les méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution des bovins par des dromadaires de trait. L'article est accepté pour publication dans la revue « *SCIREA* »

**Le chapitre IV** part de la technique de l'expérience de sélection multi-attributs pour déterminer l'appréciation des types de dromadaires par les agro-pasteurs du district de Koro au Mali. Il visait l'identification des différents attributs des dromadaires en tant qu'animaux de traction sous forme de consentement à payer et d'acceptation de compensation, afin de mieux comprendre la logique des agropasteurs et d'identifier les recherches et améliorations en matière d'élevage des dromadaires, dans le sud et le centre du Mali. L'article a été publié dans le journal « *Pastoralism* ».

**Le chapitre VI** présente la discussion générale, la conclusion et les perspectives de la thèse. Ce chapitre discute, l'introduction générale de la thèse et la revue de la littérature sur la conservation de la biodiversité. Il comporte deux points principaux : un premier point consacré à l'introduction où sont abordés successivement le contexte de l'élevage du Mali, et la problématique générale de l'étude et sa contextualisation géographique. Le second point approfondit la justification de la thématique. Les motifs et méthodes de la conservation de la biodiversité domestique y sont développés en s'appuyant sur l'étude

du cas du Mali. Ces développements aboutissent à l'exposé des objectifs de l'étude et de la question de recherche.

---

# Introduction générale

---

## Introduction générale

### Informations générales sur le Mali

Le Mali pays sahélien enclavé, est limité par l'Algérie, la Mauritanie, le Niger, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée et le Sénégal. Il couvre une superficie de 1.241.238 km<sup>2</sup> soit la 24<sup>ème</sup> plus grande superficie mondiale. Près de 2/3 de la superficie totale du Mali se caractérise par une aridité avec des hauteurs de pluies inférieures à 50 mm à certains endroits. Les régions arides et semi-arides occupent une superficie estimée à 878 613 km<sup>2</sup> (Ouologuem et al., 2022). Suivant la loi n°2022-001 du 25 février 2022 portant révision de la charte de la transition, le Mali compte désormais dix-neuf régions et un District, portant les noms de leurs villes principales à savoir : Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Gao Tombouctou, Kidal, Taoudéni, Ménaka, Nioro, Kita, Dioila, Nara, Bougouni, Koutiala, San, Douentza, et Bandiagara. Bamako, la capitale est située au sud-ouest du pays.



Figure 1 : Carte du Mali (<https://environnementropical.files.wordpress.com/2012/01/carte-mali-rbbb.jpg>)

La population malienne majoritairement rurale, estimée à 18,5 millions d'habitants en 2017, est inégalement répartie sur le territoire. Dans les années 1960, la population était en effet que d'un peu plus de 5 millions d'habitants. Elle a augmenté de façon considérable ces dernières années.

D'après les estimations de l'Atlas, des populations et pays du monde (populationdata.net), la population malienne est estimée à 20.252.586 habitants en 2019. Au Mali, la population est majoritairement jeune, 56,5% des maliens ont moins de 20 ans, un chiffre largement plus élevé que dans les pays développés. La population malienne est constituée de différentes ethnies, dont les principales sont les Bambaras, les Bobos, les Bozos, les Dogons, les Khassokés, les Malinkés, les Miniankas, les Peuls, les Sénoufos, les Soninkés (ou Sarakolés), les Sonrhais, les Touaregs et les Toucouleurs. La langue officielle du Mali est le français, mais la langue Bambara est la plus utilisée et sert de langue vernaculaire.

Au Mali, on retrouve un climat tropical sec composé de quatre types de climats : (i) un climat saharien (désertique) au Nord dont la pluviométrie annuelle est inférieure à 200 mm, (ii) un climat sahélien au centre avec une pluviométrie annuelle comprise entre 200 mm et 600 mm, (iii) un climat soudanien dont la pluviométrie annuelle est comprise entre 600 mm et 1000 mm et (iv) un climat soudano-guinéen au sud pour une pluviométrie supérieure à 1000 mm. Les variations saisonnières sont très remarquables entre les différentes zones climatiques. Du Nord au Sud, on passe progressivement des pluies de quelques semaines (Nord) à 3 ou 4 mois (Sud). La saison des pluies, dite hivernage, a lieu normalement entre juin et septembre. Le temps reste sec durant le reste de l'année.

Aux quatre types de climats correspondent quatre zones climatiques à savoir :

- La zone saharienne, couvre environ 51% du territoire national (632 000 km<sup>2</sup>). Elle correspond à la partie septentrionale du Mali,
- La zone sahélienne, couvre une superficie de 285 000 km<sup>2</sup> soit 23% du territoire. Elle comprend deux sous zones qui sont : la zone sahélo-saharienne au Nord et la zone sahélo-soudanienne au sud,
- La zone soudanienne, représente la zone agricole par excellence. Elle couvre 215 000 km<sup>2</sup> soit 17,5% du territoire. Elle devient de plus en plus une zone de transhumance et de refuge avec une tendance à la sédentarisation des éleveurs et des troupeaux. La pluviométrie répartie sur cinq mois varie entre 600 mm au nord et plus de 800 mm au sud.
- La zone soudano-guinéenne, à l'extrême sud du pays ne couvre que 75 000 km<sup>2</sup> soit 6% du territoire. La saison des pluies s'étale sur une période de 6 mois et les hauteurs de pluies varient de 800 à plus de 1 000 mm par an.

Le Delta Intérieur du Niger et la région lacustre constituent une entité écologique spécifique en tant que région humide à cheval sur les zones soudanienne et sahélienne. Elle s'étend sur 30 000 à 35 000 km<sup>2</sup> soit 2.5% (MAEP/CPS/SDR, 2004).

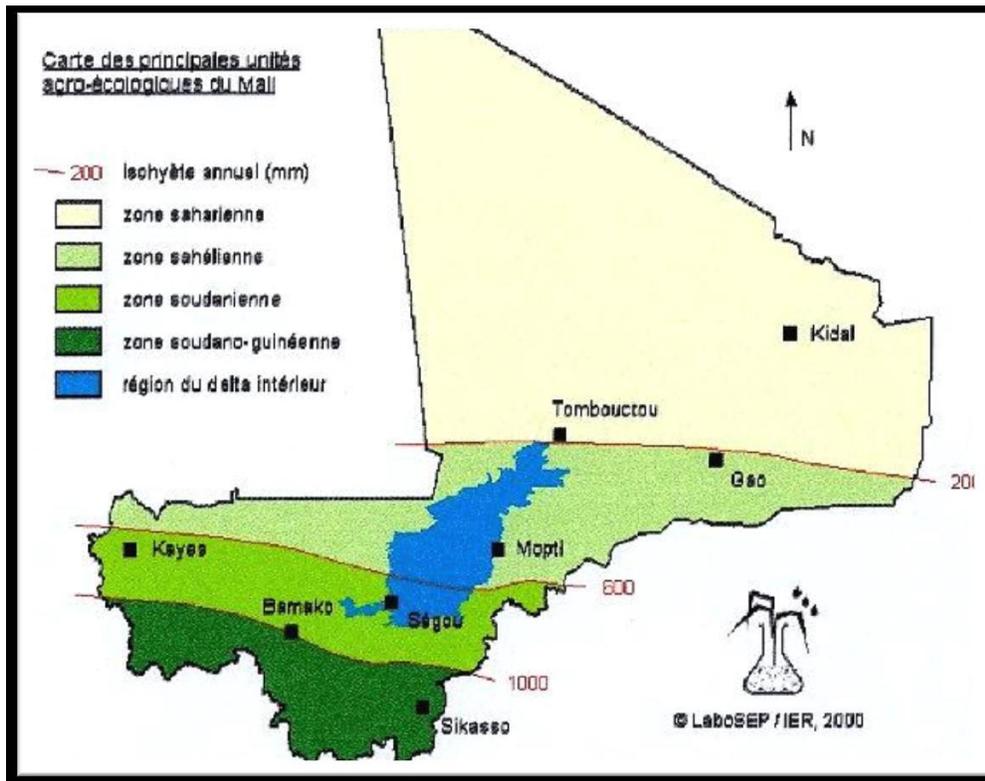


Figure 2 : Carte des zones agro-écologiques du Mali (Labosep/ IER, 2000)

Le Mali est un pays à vocation agricole où l'élevage occupe la deuxième place de l'économie. L'activité économique est largement dominée par le secteur primaire qui emploie 83,4% des actifs (MEA, 2007 ; Mas Aparisi et al., 2013). Les secteurs secondaire et tertiaire emploient respectivement 4,1% et 12,5% des actifs. La croissance du produit intérieur brut (PIB) est fortement dépendante de la production du secteur primaire (Instat, 2014). Ce dernier dépend également des aléas climatiques.

L'élevage pastoral représente la principale activité permettant de valoriser ces écosystèmes peu favorables aux cultures pluviales du fait de la faible pluviosité. Au niveau des régions arides et semi-arides, l'élevage constitue une part importante de la production Agricole. Au Mali, il contribue à hauteur 15,2% de la valeur de la production agricole totale (DNPIA, 2020). Il a toujours constitué un moyen essentiel de subsistance

pour les populations des régions arides et semi- arides (Diawara et al., 2021). Particulièrement, l'élevage du dromadaire joue un rôle très important dans la vie sociale et économique des populations des zones arides et désertiques d'Afrique (Faye et al., 2013 ; Ben Semaoune et al., 2019) et du Mali en particulier (Ouologuem et al., 2008 ; Traoré et al., 2014). Le dromadaire symbolise la survie de l'homme dans le désert, il fait partie intégrante de l'histoire des grandes civilisations nomades des régions sèches et chaudes caractérisées par une longue période défavorable souvent supérieure à 8 mois (Traoré et al., 2014). C'est également un élément des fondements de la culture de l'agriculture des sociétés concernées. Très estimé, il représente pour son propriétaire une sorte de concrétisation de sa réussite sociale (Ouologuem et al., 2022). Le Mali dispose d'un effectif important de dromadaires et occupait le 3ème rang en Afrique de l'Ouest après le Niger et la Mauritanie (FAOSTAT, 2020) a détenu un cheptel important de dromadaires. En 2019, l'effectif total du cheptel camelin national était estimé à 1 241 093 têtes (DNPIA, 2020). En dépit de cet important potentiel zootechnique et de la contribution du dromadaire dans la couverture des besoins en protéines animales (lait et viande) des populations au niveau des régions d'élevage de dromadaire, il reste tout de même peu documenté par la recherche et les vétérinaires. Au-delà du Mali, très peu d'études existent sur les caractéristiques des exploitations d'élevage du dromadaire.

Les régions de Tombouctou, Gao, Kidal, Taoudéni et Ménaka au Nord du pays, représentent une zone de forte concentration de dromadaires au Mali. Au niveau du septentrion malien, l'élevage et l'agriculture constituent les principales activités économiques, alors qu'au Sud, l'agriculture est prédominante, bien qu'une complémentarité assez forte se développe avec l'élevage.

La présente étude a été initiée pour la caractérisation de l'élevage camelin du Mali pour en assurer la préservation et la valorisation.

## **Contexte socio-sécuritaire et son impact sur la réalisation de la thèse**

Depuis une vingtaine d'années, le Mali de façon générale et particulièrement les régions du nord et du centre continuent d'être marqués par une crise multiforme menaçant la vie des populations et fragilisant leurs moyens d'existence.

En janvier 2012, le Mali a connu une crise sécuritaire sans précédente lorsque des rebelles touareg du Mouvement national de libération de l'Azawad (MNLA), soutenus par des groupes islamistes, se sont soulevés contre le gouvernement central de Bamako avec pour objectif d'obtenir leur indépendance. Malgré le soutien des forces internationales (France et les Nations unies) en 2013, ainsi que la signature d'un Accord de paix en 2015 entre les groupes armés gouvernementaux et ceux de la rébellion touarègue, les affrontements se sont poursuivis au Mali. Les groupes islamistes, non signataires de l'Accord précité

continuent leur action d'exaction à l'endroit d'une population meurtrie et inpuissantes, qui abandonnent leurs maisons et leurs biens en quête d'une sécurité.

Suite à la proclamation des résultats des élections législatives organisée par le pouvoir en place en mars et avril 2020, une contestation massive s'en est suivie et les rues de Bamako ont été prises d'assauts par les populations. Suite aux multiples contestations des populations dans les rues une mutinerie s'est produite en Août 2020 dans les garnisons de Kati près de Bamako. Ceci a abouti à la prise de pouvoir par les militaires et l'arrestation du président en place, du premier ministre ainsi que plusieurs responsables de l'État. Parallèlement la situation sécuritaire au Mali a continué à s'aggraver, avec beaucoup de pertes de vies humaines (civils et militaires). Les forces de défense et de sécurité maliennes (FAMA), la Mission multidimensionnelle intégrée des Nations unies pour la stabilisation au Mali (MINUSMA) et les forces internationales ont été constamment ciblées par des attaques asymétriques commises par des groupes non identifiés. L'insécurité initialement localisée au niveau des régions du nord, s'est peu à peu étendue sur les régions du centre et du sud. Les attaques contre les civils par des violences intercommunautaires, pour la plupart des affrontements entre les milices affiliées à certaines ethnies, ont continué au Mali. A ce jour, les civils continuent à être ciblés et sont victimes d'attaques de groupes non identifiés, et du banditisme qui utilisent des violences intercommunautaires, d'engins explosifs improvisés. Les personnels d'ONGs présentes dans les régions concernées figurent également parmi les victimes d'actes de banditisme et de vols. En raison de la criminalité de ces groupes extrémistes et de la présence des opérations militaires sur place, l'accès aux différentes zones d'étude du présent projet de thèse est devenu plus difficile tant au nord qu'au centre du Mali.

La situation sécuritaire s'est davantage dégradée avec des attaques perpétrées contre des villages hostiles aux activités de groupes islamiques. . Des déplacements massifs de personnes, les agents des services étatiques déconcentrés et des collectivités territoriales vers les chefs-lieux de cercles et de région s'en sont suivis. Cette situation d'insécurité limitant les activités de recherche sur le terrain au niveau des régions du nord (zones d'élevage par excellence de dromadaires), a conduit à une réorientation de zone d'étude vers la région du centre (Région de Mopti). Le choix de la région de Mopti pour la poursuite des travaux de recherche, se justifie d'une part par l'accessibilité de la zone couplée à la présence d'un effectif de dromadaire et d'autre part par l'opportunité de mener des investigations sur l'utilisation accrue du dromadaire pour la culture attelée.

## Généralité sur l'espèce caméline dans le monde

### Origine, taxonomie et situation actuelle des camélidés

Les camélidés seraient originaires d'Amérique du Nord il y a environ 40 millions d'années. Deux migrations se sont produites à partir de ce noyau original : l'une vers l'Amérique du Sud par l'isthme de Panama, l'autre vers le continent asiatique par le détroit de Béring. Cette dernière a donné naissance aux deux grandes branches actuelles de la famille des camélidés : les petits camélidés andins (groupe Lamini) et les grands camélidés (groupe Camelini) (Faye et al., 2020). Ils soulignent également que la divergence entre ces deux groupes serait survenue en Amérique du Nord, il y a 11 millions d'années. Le *Palaelama* (ancêtre des petits camélidés), serait arrivé dans les montagnes andines entre 1,8 million d'années et 11 000 ans avant notre ère. Par contre, l'ancêtre des grands camélidés (*Camelops* ?) aurait migré vers l'Asie il y a 8 millions d'années (Burger, 2016). Le groupe des grands camélidés serait divisé en dromadaire (chameau à une bosse ou chameau d'Arabie) et Bactriane (chameau à deux bosses) il y a environ 4 à 5 millions d'années. Les dromadaires ont migré vers les terres plus chaudes de la Péninsule arabique, les chameaux vers les terres plus froides du centre de l'Asie (Burger et al., 2019).

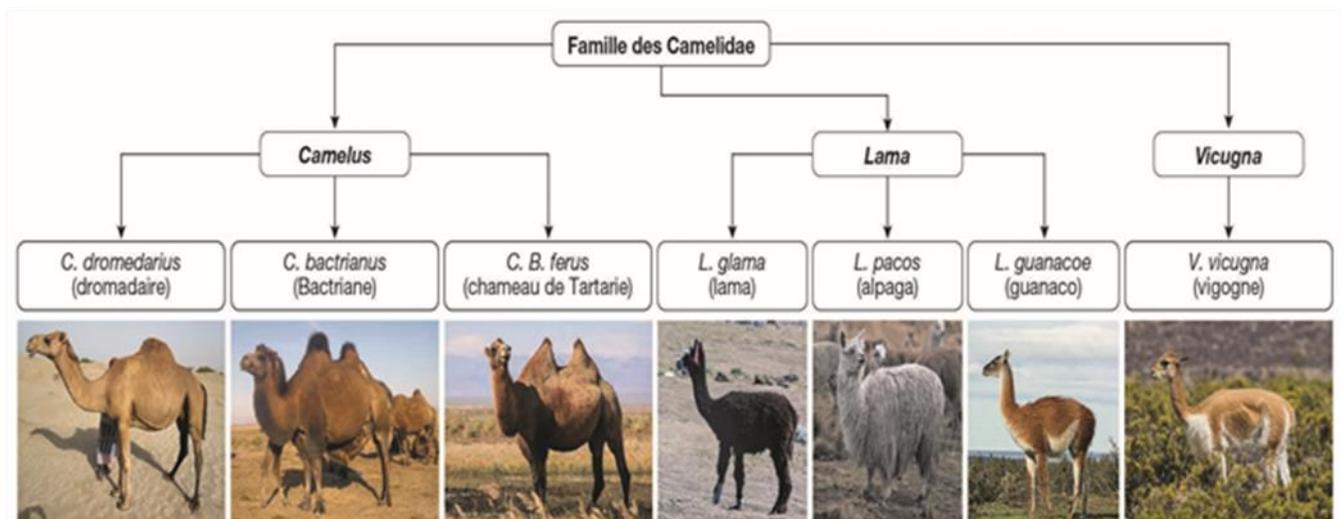


Figure 3 : Taxonomie des membres de la famille des camélidés

Aujourd'hui la famille des camélidés est composée de trois genres et sept espèces (figure 3.) Le **genre** *Camelus* est constitué de deux espèces domestiques et une espèce sauvage à savoir

- ✓ le dromadaire (*Camelus dromedarius*) également appelé le chameau d'Arabie ou chameau à une seule bosse ;
- ✓ le chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*) ou chameau à double bosse, parfois appelé chameau asiatique ou mongol ;
- ✓ le chameau sauvage ou le chameau de Tartarie (*Camelus ferus*), était autrefois considéré comme un chameau de Bactriane resté sauvage (ancêtre du chameau de Bactriane actuel). De récentes études de génétique moléculaire montrent une nette divergence dans le génotype complet. Ce qui indique que *C. ferus* est un « cousin » et non un ancêtre direct du chameau de Bactriane.

Le **genre Lama** est sans bosse, il regroupe trois espèces : le lama (*Lama glama*) proprement dit, l'alpaga (*Lama pacos*) et le guanaco (*Lama guanacoe*).

Le **genre Vicugna** a un seul représentant, la vigogne (*V. vicugna*), espèce sauvage. Toutefois, certaines classifications rangent l'alpaga dans le genre *Vicugna* (*V. pacos*), considérant que cette espèce est la version domestique de la vigogne, et le lama, celle du guanaco.

## **Domestication des camélidés et biodiversité**

Il existe plusieurs histoires sur la domestication des camélidés. La domestication pour le Bactriane serait survenue il y a environ 5 000 à 6 000 ans dans une zone plus occidentale soit vers l'Ouzbékistan et le Kazakhstan occidental actuel, plutôt que vers la Mongolie (Faye et al., 2020). Selon les mêmes auteurs, le nom « Bactriane » provient d'une région (ancien royaume conquis par Alexandre le Grand) située entre l'Afghanistan, l'Iran et le Kazakhstan actuel. Selon Fitak et al., (2020) et Faye et al., (2020), la domestication du dromadaire aurait probablement eu lieu dans le sud de la péninsule arabique, environ 2000 ans av. J. C., et probablement dans le sud-est de la Péninsule arabique.

Au-delà de leur particularité anatomique, le dromadaire et le chameau de Bactriane se distinguent par leur aire de répartition géographique. Le genre *Camelus dromedarius* ou dromadaire évolue dans les régions chaudes et arides d'Afrique et du Moyen-Orient. Le genre *Camelus Bactriane* ou chameau habite dans les régions arides froides. Toutefois, les deux espèces peuvent cohabiter en quelques rares endroits. La différence génétique entre les espèces camélines, est moins importante, du coup il existe une compatibilité reproductive entre elles.

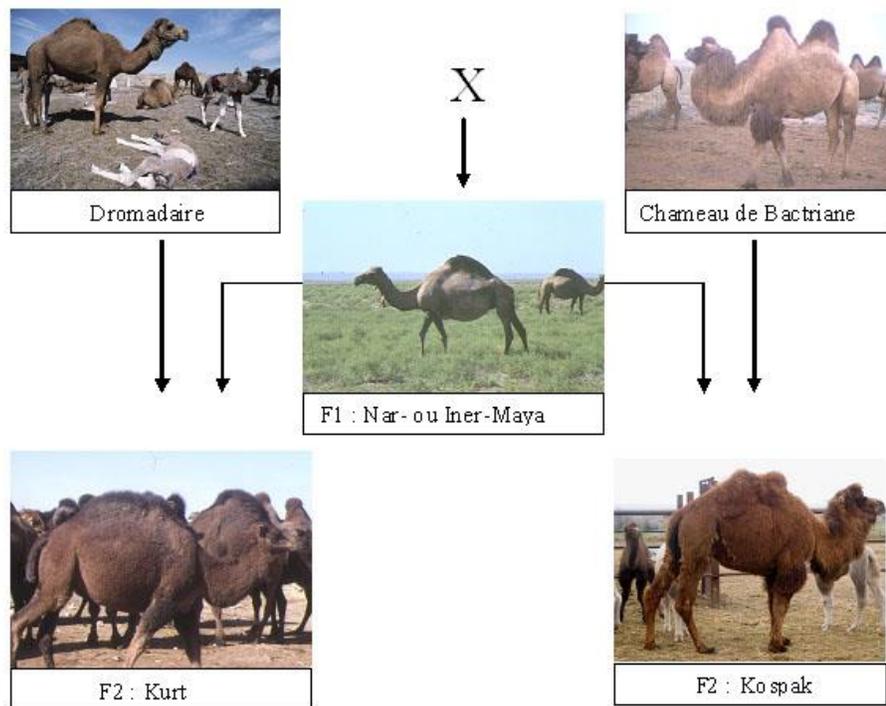
La pratique de croisement entre dromadaire et chameau est un phénomène assez courant depuis l'Antiquité le long des trajectoires commerciales du continent asiatique (« route de la soie ») (Frankopan, 2015), dans l'objectif d'obtenir des animaux métis combinant la force du Bactriane et l'endurance du dromadaire, qualités très utiles dans l'activité caravanière (Faye et al., 2020)..

Le phénomène de croisement (toutefois appelé dans le langage comme hybridation), est activement mise œuvre dans d'autres contextes : (i) au Kazakhstan, pour obtenir des femelles produisant plus de lait que les parents et du lait plus riche en matières grasses ; (ii) en Turquie pour obtenir des mâles réputés dans les festivals de « lutte cameline » (figure 4.). Les éleveurs des localités du Kazakhstan (Faye, Konuspayeva, 2012) et de Turquie (Dioili, 2020), ont mis en place plusieurs schémas de croisement (d'hybridation) selon que le mâle possède une bosse ou deux bosses.



**Figure 4 : Exemples d'hybrides de grands camélidés. A. Hybride F2 pour la production laitière (Kazakhstan). B. Hybride F1 pour la lutte cameline (Turquie)**

Le produit issu en première génération du croisement d'un dromadaire de race Arvana, est appelé le Nar au Kazakhstan. Et la lignée des Kocpak est obtenue à partir du croisement du Nar avec le chameau Bactriane. Celle des Kurtnar est issue du croisement avec le dromadaire et les animaux de la 5<sup>ème</sup> génération, et de croisements avec la même espèce, sont considérés comme des animaux de race pure (Tasov, A., & Alybaev, N., 2005).



**Figure 5 : (Source : CIRAD 2009) Les camélidés : Hybridation dromadaire et chameau (cirad.fr)**

La distribution géographique du dromadaire se situe entre la ceinture des zones tropicales et subtropicales sèches de l'Afrique, de l'Ouest du continent asiatique et du Nord-Ouest de l'Inde (figure 4). Une introduction massive de dromadaires a été réalisée au siècle dernier en Australie, ainsi que quelques introductions ponctuelles ont été réalisées en Afrique du Sud, aux États-Unis, mais également en Amérique Centrale et en Europe. Du Sénégal en Inde et du Kenya en Turquie, le dromadaire est répertorié dans 35 pays (Faye et al., 2020). L'aire de répartition recouvre celle des populations pastorales nomades ou transhumantes qui au cours de leur histoire l'ont adopté comme auxiliaire incontournable dans la mise en valeur des zones arides.



**Figure 6 : Distribution géographique des dromadaires et des chameaux**

Les données sur les effectifs de dromadaires découlent surtout des estimations. Il est difficile de connaître avec exactitude la population caméline mondiale pour plusieurs raisons dont l'absence de vaccination obligatoire pour cette espèce et la nature même des écosystèmes dans lesquels elle évolue. Tout ceci rend difficile le recensement des effectifs de dromadaires.

Les chiffres proposés par la FAO s'appuient plutôt sur des estimations que sur un recensement exhaustif. Selon Faye (2020), les troupeaux de camelins dans le monde ont augmenté à un rythme régulier au cours des 20 dernières années (excepté l'Inde). A partir des années 1960, la population mondiale de chameaux a été multipliée par 2,9, tandis que celle des bovins n'a augmenté que de  $\times 1,6$ . La population globale de chameaux à travers le monde est estimée à plus de 38,5 millions de têtes (probablement une sous-estimation), la population mondiale de chameaux ne représente que 2,4 % des Unités de Bétail Tropical (UBT). (FAOSTAT, 2022).

## Répartition du dromadaire au Mali

La population de dromadaire est inégalement répartie dans le pays. Le dromadaire est concentré dans la région bordant la frontière entre la Mauritanie et le Mali à l'Ouest jusqu'à la frontière avec le Niger à l'Est et à la frontière avec l'Algérie au Nord. Selon les données de la DNPIA (2020), le cheptel national de dromadaires s'élevait à 1 265 915 têtes. Le dromadaire est élevé dans toutes les régions du Mali à l'exception de la région de Sikasso. La répartition des dromadaires par région et dans l'ordre décroissant est la suivante : Kidal (52,90%), **Gao (23,22%)**, Tombouctou (20,84%), **Mopti (1,64%)**, Kayes (1,04%), Koulikoro (0,28%) et Ségou (0,08%).

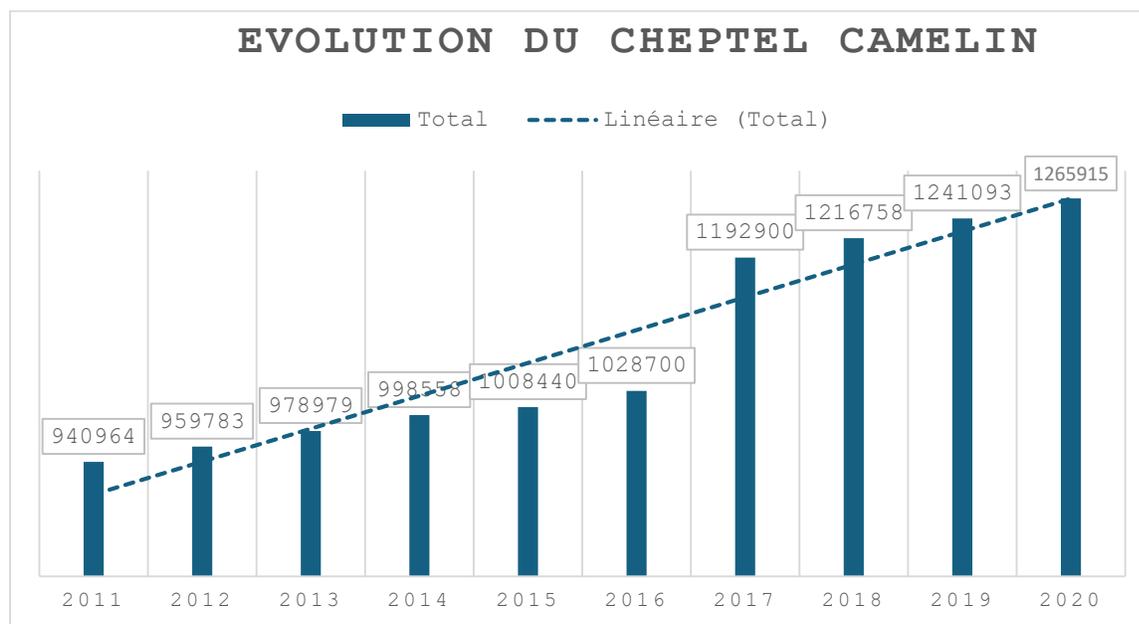
**Tableau 1 : Répartition des effectifs du cheptel par région]**

Structures	Espèces				
	Bovins	Caprins	Ovins	Asins	Camelins
<b>Kayes</b>	1 311 491	2 266 051	2 238 153	95 403	3 077
<b>Koulikoro</b>	1 766 939	2 855 398	1 613 729	121 721	11 567
<b>Sikasso</b>	1 962 866	1 716 989	1 433 893	84 791	0
<b>Ségou</b>	1 389 074	2 672 494	1 687 239	101 345	881
<b>Mopti</b>	3 448 100	5 137 713	3 563 865	158 067	18 221
<b>Tombouctou</b>	1 246 146	4 058 460	2 446 814	210 119	231 874
<b>Gao</b>	1 061 475	5 202 251	3 931 527	195 793	258 510
<b>Kidal</b>	87 418	2 957 963	2 338 403	113 337	589 183
<b>Ménaka</b>	131 018	855 716	754 077	83 304	115 460
<b>Taoudéni</b>	29 067	41 675	61 701	2 547	37 142
<b>Bamako</b>	40 868	45 842	73 277	796	300
<b>Total 2020</b>	<b>12 474 462</b>	<b>27 810 552</b>	<b>20 142 678</b>	<b>1 167 223</b>	<b>1 265 915</b>

*DNPIA : Rapport d'activités annuelles 2020*

Selon les données de la répartition des effectifs par région (tableau 3) l'élevage de dromadaire semble être l'apanage des populations du nord et du centre (Gao, Tombouctou, Kidal, Ménaka, Taoudéni et Mopti. Le District de Bamako connaît présentement un essai d'introduction de l'espèce au niveau de la ferme Klédu et de l'Institut d'Économie Rural de Sotuba (IER). La ferme Klédu, entièrement réalisée par un opérateur

privé national, s'étend sur une superficie de 300 hectares. Elle dispose d'une riche diversité biologique, accueille plusieurs espèces animales dont principalement des dromadaires et des autriches.



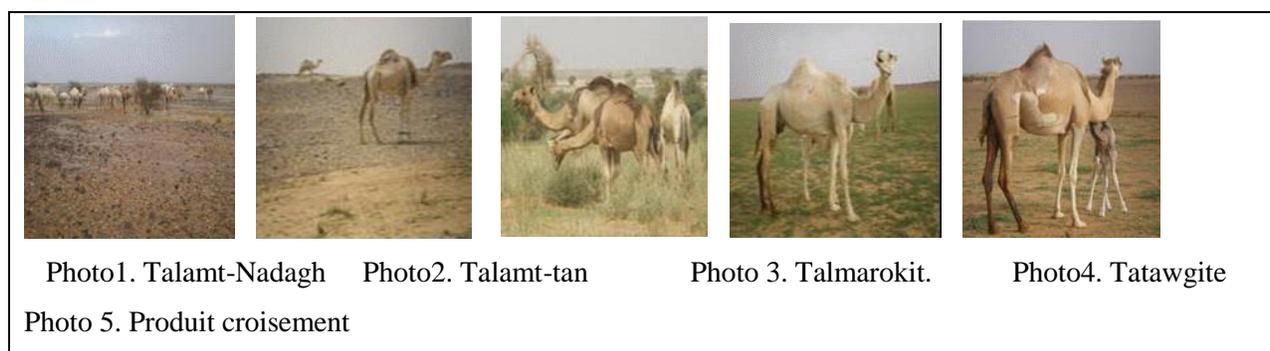
**Figure 7 : Evolution de l'effectif du cheptel camelin au Mali**

La figure 7 ci-dessus indique l'évolution du cheptel camelin au Mali de 2011 à 2020 (DNPIA, 2020). Sur la période l'effectif de dromadaire évolue de façon linéaire avec une tendance à la hausse. On observe une augmentation progressive de l'effectif, il faut reconnaître que les données sont plus ou moins fiables car pas de recensement direct, les informations sont issues des estimations à partir du taux de croit de l'ordre de 2% par an.

### État des ressources génétiques du dromadaire au Mali

Le dromadaire représente une ressource génétique animale à haute valeur pouvant servir à renforcer la résilience des éleveurs nomades au niveau des régions arides. C'est une ressource génétique animale, dont le portefeuille peut faire office de sécurité productive pour les ménages et un moyen efficace pour gérer les périodes de sécheresse sévère. En dehors des données de littératures de l'après ère indépendance, les actions de recherche et de gestion des ressources génétiques du dromadaire, sont encore faibles, même si l'Institut

d'Économie Rurale du Mali s'en est occupé depuis 1999 (Ouologuem et al, 2003 ; Ouologuem et al. 2016 ; Ouologuem et al, 2017). Ouologuem et al., (2016) ont indiqué cinq types de dromadaires, dont quatre considérés comme purs sangs et le 5<sup>e</sup> un produit de croisement entre les premiers, ont été signalés par les éleveurs en fonction des zones écologiques (Photos 1 - 5). Ainsi, le type Talamt-Nadagh ou Tolmen-Nadagh est rencontré principalement dans l'Adrar, le Talamt-tan Tamesna dans le Tamesna, le Talmarokit à Tessalit et dans le Tilemsi et enfin le Tatawgite dans le Timétrine à l'ouest de la région à la frontière avec la région de Tombouctou. Toutefois, ces types n'ont pas encore fait l'objet de caractérisation ni phénotypique ni génotypique détaillée.



**Figure 8 : Différents types de dromadaires selon les éleveurs**

Les principales races citées dans la littérature sont indiquées dans le paragraphe ci-après.

### **Principales races et populations de dromadaires au Mali**

Les camélidés recensés au Mali sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*). La classification des dromadaires est surtout basée sur des aspects en lien avec la conformation, l'aire de répartition ainsi que l'utilisation (viande, lait, bât ou selle, trait). Mais, il faut reconnaître que ces noms de « races » de dromadaires ne sont pas connus par les éleveurs à l'exception de quelques-uns comme le Berabiche, le Hodh, l'Azaouak

#### **Dromadaire Berabiche**

Plus fort, plus massif et plus petit que le chameau de l'Adrar et le Reguïbi, il est court, ramassé et fortement musclé dans son avant-main. Il est de taille moyenne (1,8-1,9 m) et lourd. La tête est large et courte, à front étroit et bombé, portée basse. Les yeux sont petits, les oreilles petites et portées en arrière. L'encolure est relativement courte et la tête portée basse. Les poils sont assez longs, grossiers, formant une crinière à l'encolure, avec des touffes à la fesse, sur la croupe et aux cuisses. La robe est fauve brunâtre, à extrémités

plus foncées. En bordure du fleuve Niger, le format augmente et la robe vire au beige-gris plus ou moins foncée (race du fleuve).

## **Dromadaire Adrar**

Cette race est retrouvée dans la partie nord-est du Mali. Elle fait partie des camélidés de grande taille (1,95-2 mètres) dont le poids moyen à l'âge adulte est de l'ordre de 370 kg. L'animal est longiligne avec des poils ras et de couleur grise ou fauve. Il est utilisé pour le transport de personnes (la selle). La morphologie de cette race est aussi adaptée pour le bât. Il peut être considéré comme une variété de l'Azaouak.



**Figure 9 : Dromadaire de l'Aïr ou Touareg /Source :(Meyer, 2023)**

## **Dromadaire Azaouak**

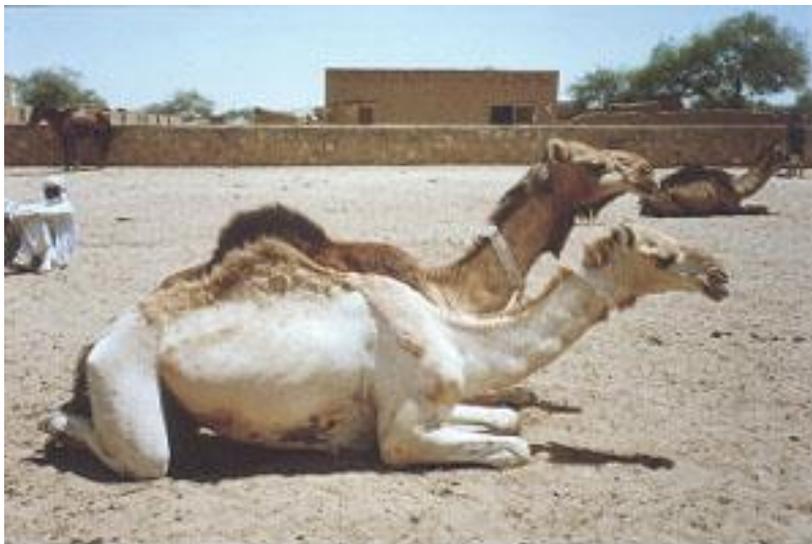
C'est le dromadaire de monte des Touaregs, adapté à la course. La race Azaouak, proche de la race Adrar, vit au nord de Tombouctou et à l'ouest et au nord-ouest de Gao. Il est de grande taille (2.1 mètres), longiligne et léger. La robe est fauve, pie ou grise. La morphologie de l'animal permet une grande rapidité de déplacement. Il existe de nombreux types en fonction des nuances de la robe. Il est principalement utilisé pour la selle.



**Figure 10 : Dromadaire Azaouak/ Source :(Meyer, 2023)**

### **Dromadaire du fleuve Niger**

Le dromadaire du fleuve ou Reguïbi dérive de la race Berabiche. C'est un dromadaire de plaine fluviale. Il est localisé dans la plaine fluviale de la boucle du Niger. C'est un animal de grande taille, qui mesure environ 2 mètres (1,95 – 2,1 m au garrot). Il est massif avec une robe gris-beige. Il est surtout utilisé pour le bât. Il est peu rustique.



**Figure 11 : Dromadaire du fleuve ou Reguïbi/ Source :(Meyer, 2023)**

## **Dromadaire du Sahel**

Le dromadaire du Sahel est essentiellement localisé en Mauritanie. Cette race est aussi présente au Mali au niveau des régions frontalières entre les deux pays. Le dromadaire du Sahel est un animal rustique. Il résiste aux sévères sécheresses et tolère une alimentation pauvre. C'est le plus élancé des dromadaires d'Afrique de l'Ouest. Il mesure plus de 2 mètres (longiligne), tout en restant léger. La robe est fauve et claire aux extrémités. Il est principalement utilisé comme animal de selle, mais aussi utilisé parfois pour le bât. Il assure un rôle économique primordial dans ces zones pauvres.

## **Importance socio-économique de l'élevage de dromadaire au Mali**

Le développement de l'élevage du dromadaire au Mali pourrait être une alternative au développement économique des régions du nord. En effet le dromadaire, grâce à sa capacité d'adaptation aux conditions de vie difficile en milieu aride et semi-aride, représente un animal emblématique et le compagnon essentiel du nomade et du sédentaire - transhumant.

Il est l'animal de trait par excellence grâce à sa force, son endurance et sa capacité de résistance aux conditions difficiles des milieux arides et semi-arides. Il est très utilisé dans les activités de commerce des zones sahariennes pour sa grande capacité de transporter des bagages lourds sur de long trajet dans les endroits hostiles et difficiles d'accès. Il est aussi sollicité dans les travaux d'exhaure d'eau domestiques et d'abreuvement des animaux. Culturellement, le dromadaire est très important pour le nomade. C'est le compagnon du nomade face aux aléas climatiques en milieu désertique (risques de se perdre, mourir de soif). Le dromadaire est source de fierté et de prestige pour son propriétaire. Souvent offert à l'hôte de marque comme en 2013, le président de la transition du Mali, Dioncounda Traoré a offert un dromadaire au président français, François Hollande en guise de reconnaissance après l'intervention de l'armée française pour stopper l'avancée des groupes djihadiste.

Le dromadaire a toujours fasciné par son endurance, sa résistance à la soif, son sens d'orientation ainsi que sa capacité à parcourir de longues distances quasiment sans repère. Il fait partie intégrante du mythe touareg. Le festival du désert est un événement culturel majeur organisé autour de la musique et du dromadaire. Ce dernier occupe une place de choix vu que les manifestations les plus populaires tournent autour des parades et courses de dromadaires. La méharée (randonnée organisée dans le désert à dos de dromadaire), constitue une expérience unique et une attraction touristique majeure dans les régions du nord. Au Mali, le dromadaire est aussi utilisé au niveau des forces armées maliennes. La garde nationale est dotée de dromadaires. L'utilisation de dromadaires à des fins militaires, répond d'une part à des préoccupations économiques et

d'autre part à des contraintes du milieu. Le dromadaire pouvant rester des jours sans manger ni boire, constitue le moyen de transport le plus approprié pour couvrir des zones aussi vastes que les régions du nord. Les dromadaires jouent les mêmes rôles que les engins motorisés en ce qui concerne, les mouvements de patrouilles militaires, le transport du matériel militaire et sanitaire. En effet, le dromadaire est un matériel militaire doté d'un carnet et d'un numéro matricule. Il est couramment utilisé dans le cadre la coopération transfrontalière entre méharistes du Mali et ceux de la Mauritanie.

## **Caractérisation de l'élevage de dromadaire au Mali vs en Australie**

Les dromadaires ont été introduits en Australie au moment de la colonisation de l'île (autour des années 1850) par l'Empire Britannique. Le cheptel camelin australien est surtout originaire d'Afghanistan et d'Inde pour servir d'animaux de trait pendant l'établissement des populations britanniques en Australie. À l'époque, des chameliers afghans étaient même encouragés à émigrer en Australie pour apporter leurs services aux élevages locaux. Avec l'apparition des transports motorisés l'usage des dromadaires pour le transport est devenu obsolète. En perdant leur objectif et ne constituant pas non plus un produit d'élevage pertinent pour les marchés de l'époque, une grande partie des camelins ont fini par être relâchés dans la nature. Étant donné leurs capacités de survie en milieu désertique, ils se sont relativement bien adaptés et ont commencé à se multiplier. Le principal succès de l'introduction des camelins hors de ses pays d'origine a été l'Australie, mais la majeure partie du troupeau est maintenant sauvage (Faye et al., 2002). Avec une population de chameaux sauvages estimée à environ 1 million de têtes, le chameau en Australie est principalement considéré comme un problème environnemental dans la zone désertique centrale du pays plutôt que comme une source potentielle de viande (Saalfeld et Edward, 2010). Le dromadaire était un auxiliaire remarquable pour l'exploration du continent soit comme animal de bât, soit comme animal de selle, soit comme animal de trait Dans les années 50, les policiers et postiers australiens se déplaçaient encore à dos de dromadaire. Son exploitation zootechnique au sens strict (lait, viande) est restée marginale. De nos jours il existe des dizaines entreprises australiennes organisant des randonnées à dos de dromadaires dans les zones désertiques du pays. Au Mali, contrairement à la situation qui prévaut en Australie, l'animal continue de jouer un rôle très capital dans la survie des populations locales. En plus de son apport en protéines animales (lait, viande) le dromadaire sert comme auxiliaire de l'agriculture, et son utilisation dans les systèmes mixtes élevage-agriculture a tendance à augmenter en Afrique sub-saharienne (Bedda et al., 2015).

## Particularités physiologiques et anatomiques

L'adaptation du dromadaire aux déficits hydriques lui permet de supporter des longues distances entre points d'eau dans les régions arides et semi-arides. Il a un comportement alimentaire très particulier (brouteur plutôt que paisseur) en usant de la grande variabilité des plantes disponibles dans le désert (Slimani et al., 2013). Il parvient à se satisfaire des maigres ressources pastorales des milieux arides, en comparaison avec les autres herbivores domestiques. En effet, sa physiologie digestive est pleinement dirigée vers la valorisation des fourrages à faible valeur nutritive. De nombreux mécanismes digestifs sont mis en jeu tels que, une flore ruminale digérant mieux la cellulose, une capacité à recycler l'azote des plantes et à synthétiser plus de protéines, un transit digestif très lent (Al-Jassim et Hogan, 2012) concourent à accroître le ratio consommation/production d'énergie par une meilleure efficacité alimentaire. La digestibilité des fourrages pauvres chez le dromadaire, est de 4 à 5 % supérieure à celle observée chez les autres herbivores (Faye et al., 2020). Il est aussi capable de supporter une forte teneur en sel dans sa ration, il consomme aisément des plantes halophytes. Au pâturage, les dromadaires ont un comportement non grégaire et ambulatoire, un groupe d'animaux ne se concentre jamais ensemble au même endroit, et l'animal se déplace sans arrêt pour brouter. Ces déplacements peuvent dépasser plus de 20 km par jour évitant une surexploitation et de trop fortes pressions localisées sur la ressource. On a estimé ainsi qu'un dromadaire consomme entre 15 et 22 plantes différentes dans un milieu donné contre seulement 12 à 15 pour le mouton. Dittmann et al. (2014) ont démontré que les camélidés produisent moins de méthane (0,32 l/kg de poids vif) comparativement aux autres ruminants (0,58 l/kg de poids vif). La contribution relative des camélidés à l'émission de méthane est de 1 % environ contre 72 % pour les bovins (Ouologuem et al., 2020). Les grands camélidés stockent l'essentiel de leurs réserves de gras au niveau de la bosse (entre 50 et 80% du gras de la carcasse) soit environ 30-35% du gras total si on inclut le gras intramusculaire. Ces réserves sont stockées en période de saisons favorables quand l'herbe est plus abondante (saison des pluies), ou bien en période de faible besoin en énergie (période de fin de lactation, de début de gestation, de repos sexuel chez le mâle). Les réserves d'énergie sont à l'inverse mobilisées en période de saison défavorable (quand les ressources alimentaires sont de mauvaises qualités), ou en cas d'augmentation des besoins énergétiques (début de lactation, fin de gestation, période de rut). La concentration des réserves de gras dans la bosse constitue un paramètre d'adaptation des grands camélidés à la chaleur. Ainsi, le gras étant concentré dans la bosse, le gras sous-cutané est donc peu abondant, ce qui facilite la dissipation de la chaleur en excès. Les besoins en eau du dromadaire apparaissent plus faibles que dans les autres espèces domestiques vivant dans les régions désertiques. Chez le dromadaire, ces besoins sont d'environ 80 ml/kg de PV/24 h contre 160ml/kg/24 h

chez le taurin, 120 chez le zébu, 100 chez le mouton du désert, et 95 chez la chèvre du désert (pourtant résistante à la déshydratation). On estime les besoins autour de 20 à 30 l par jour. Bien que la lactation soit associée à une augmentation des besoins, plusieurs études semblent indiquer que la restriction en eau a un effet limité sur la production laitière. Cependant, il convient de ne pas oublier qu'en dépit de sa capacité à résister à la déshydratation et à espacer les abreuvements, le chameau a besoin de boire comme tous les animaux. La production laitière nécessite environ 55 g de protéines digestibles par kilogramme de lait. Cependant, on connaît mal la répartition des protéines alimentaires en protéines lactées et musculaires chez les grands camélidés, mais en dépit des capacités de recyclage de l'urée, les dromadaires gaspillent une bonne partie des protéines ingérées et seulement 15 % de ce qui est ingéré serait retenu dans l'organisme. Les besoins de la chamelle sont sensiblement inférieurs à ceux d'une vache de même poids. Les besoins en sel (chlorure de sodium) sont estimés à 20 g pour 100 kg de poids vif. Pour un animal de 400 kg l'apport est de 28 à 34 kg de sel par an. Pour la production de lait, les besoins de la chamelle allaitante se situent autour de 2,5 g par litre de lait. Par contre, la gestation n'entraîne pas une modification des besoins en sel. Les grands camélidés absorbent mieux les minéraux majeurs - phosphore et calcium - que les bovins, et les coefficients d'utilisation digestive de ces minéraux sont plus élevés que chez les bovins. Chez le dromadaire, les besoins d'entretien sont estimés à 4g de calcium et 2,5 g de phosphore pour 100 kg de poids vif. Les besoins en cuivre sont les mêmes chez les camélidés et les bovins (15 mg pour 100 kg de poids vif). Par contre, le métabolisme du zinc est différent de celui des bovins, les besoins sont de l'ordre de 60 mg pour 100 kg de poids vif. Il en est de même pour le sélénium, le dromadaire étant très sensible à un apport complémentaire. Les apports recommandés sont deux fois inférieurs à ceux des bovins soit 0,06 mg par 100 kg de poids vif (Faye et al., 2020).

## **Paramètres de reproduction, santé animale et production**

Les grands camélidés (dromadaire et bactriane) ont une longévité pouvant atteindre 20 à 30 ans. La durée de vie productive de la chamelle de l'ordre de 10-16 ans, dépasse celle des bovins dans de bonnes conditions d'alimentation et d'environnement sanitaire. La chamelle ne produit guère que 6 à 8 chamelons dans le meilleur des cas. Les grands camélidés sont moins prolifiques, parfois leur faible productivité numérique est considérée comme une adaptation à des conditions difficiles. En système d'élevage extensif dans les milieux à faible disponibilité alimentaire le taux de mortalité des chamelons peut atteindre 20 %. Par contre dans les milieux plus intensifs assurant une alimentation plus régulière et plus riche et des conditions de contrôle sanitaire plus favorables, une amélioration est tangible (taux de survie des jeunes et taux de

fécondation des femelles reproductrices), favorisant à une meilleure productivité numérique (Faye et al., 2020). La durée de la gestation est en moyenne de 390 jours, soit près de 13 mois, et varie selon le sexe du chamelon, son poids et la saison de mise bas. La durée de la lactation varie de 6 à 18 mois, avec une moyenne de 12 mois. La puberté intervient en moyenne autour de 3 - 4 ans. Les premières mises bas surviennent vers 4 -5 ans. Selon Skidmore (2004) rapporté par Traoré et al. (2014), la maturité sexuelle n'est atteinte qu'à l'âge de 3 à 5 ans. Couramment, dans les élevages extensifs traditionnels de dromadaires, les mâles ne sont pas employés pour la reproduction avant l'âge de 5 -7 ans, même s'ils peuvent manifester leur comportement sexuel avant cet âge. L'auteur indique également qu'une meilleure maîtrise de l'alimentation et des pratiques permettent de diminuer l'âge à la mise à la reproduction. La nutrition constitue le facteur le plus important affectant les paramètres de reproduction chez la jeune femelle, elle conditionne une croissance adéquate de l'animal. L'intervalle moyen entre mises bas de l'ordre de 2 ans. Le cycle sexuel chez la chamelle est totalement différent de celui observé chez la vache. Bien que la chamelle ne soit pas dépourvue de cycle œstral, elle n'exprime pas de chaleurs très visible (Faye et al., 2020). L'ovulation est provoquée par l'accouplement ; en conséquence le cycle complet ne se déroule qu'avec la présence du mâle reproducteur. Les signes de chaleurs ne sont pas perceptibles par les éleveurs, raison pour laquelle dans la plupart des cas, le mâle est mis en présence des femelles pendant la période de reproduction, car lui seul est capable de détecter la phase œstrale. Pendant la période de rut, le mâle reproducteur devient agressif et peut s'en prendre aux autres mâles dans de véritables combats mais aussi aux personnes. A cause de cette agressivité il perd l'appétit et maigrit avec une perte pouvant atteindre 35% de son poids. La période de rut est aussi caractérisée par l'extériorisation du voile du palais le plus souvent à la droite de la bouche, en émettant un bruit de gargouillis désagréable accompagné de l'émission d'une bave mousseuse. Elle est également marquée par les grincements de dents (frottement latéral des molaires), et la sécrétion de liquide dense, opaque, de couleur brune noirâtre au niveau des glandes occipitales. Le mâle reproducteur fait le marquage du territoire grâce au liquide des glandes occipitales et avec l'urine qu'il disperse en prenant une posture particulière consistant à écarter les membres postérieurs et à asperger son urine par des mouvements verticaux de sa queue autour de lui et sur lui, si bien qu'au bout de quelques semaines, l'arrière-train se trouve recouvert d'une croûte noirâtre, mélange d'urine et de terre ou de sable. Le potentiel laitier de la chamelle est de l'ordre de 6 à 10 l de lait par jour et par animal (Faye, 2005). Globalement, les grands camélidés sont peu sensibles aux grandes maladies infectieuses qui affectent le bétail en zone tropicale, telle que la fièvre aphteuse, la peste bovine ou la péripneumonie. Mais cette résistance ne doit faire oublier le lourd tribut payé à d'autres maladies largement répandues. Les maladies les plus communes chez les grands camélidés sont entre autres la trypanosomose, la gale sarcoptique, le

parasitisme gastro-intestinal, les maladies cutanées et la maladie du kraft. Cette dernière est liée à un déséquilibre phosphocalcique (excès de phosphore par rapport au calcium) dans les fourrages du désert. Les camélidés sont sensibles aux parasitoses sanguines, en particulier la trypanosomose, et les parasitoses vermineuses dues à des vers gastro-intestinaux. La trypanosomose (*surra*) est l'une des principales pathologies des camélins au niveau mondial. La maladie est due à un hémiparasite (*Trypanosoma evansi*) transmis par des mouches piqueuses telles que les stomoxes (Desquesnes et al., 2007).

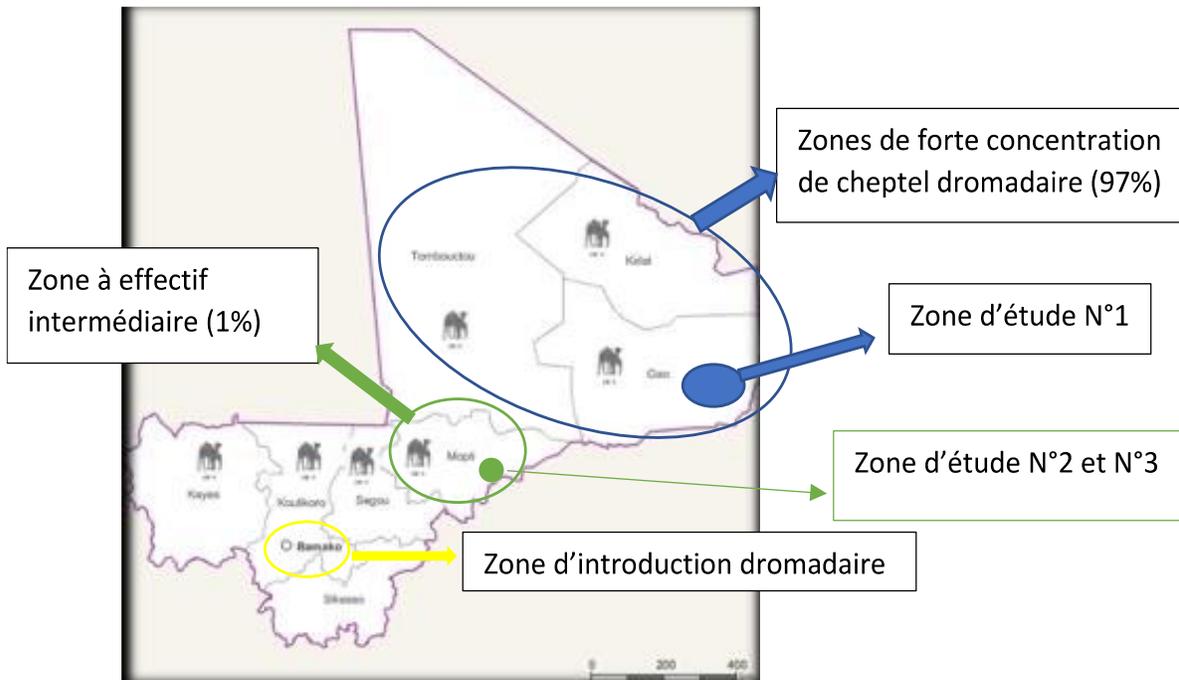
Le dromadaire surpasse de loin les autres espèces en matière de traction. Son usage est certes plus ou moins limité à certaines régions arides et semi-arides (Afrique du Nord, Éthiopie, Asie du Sud). Il est très fortement utilisé comme animal de trait en Inde et au Pakistan où il représente un important soutien de développement agricole dans une perspective durable (énergie non polluante, économique et autonome) malgré son déclin lié à des facteurs politiques et sociaux (Köhler-Rollefson, 2004). Il représente un atout considérable dans l'association agriculture-élevage. Il est également utilisé dans diverses activités de traction pour l'exhaure de l'eau dans les oasis sahariennes, les jardins de l'Aïr (Niger) et sur les points d'eau sahéliens (Mauritanie, Niger, Mali, Tchad). Le dromadaire, surtout le mâle castré, de par sa force et son endurance est un auxiliaire très apprécié des agriculteurs. Vias et al. (2004) font état de bonnes performances de traction à savoir 1,5 à 2 tonnes placées sur une charrette à deux ou quatre roues pendant quatre heures à raison de 8 à 10 km/h. La force de traction du dromadaire est de 27,5 decaNewton/kg de poids vif. Le dromadaire peut produire une force de traction équivalente à 10-20 % de son poids pendant six à huit heures. Le dressage du dromadaire pour les activités agricoles commence dès l'âge de 3 ans. Un seul homme est nécessaire à la conduite du dromadaire lorsqu'il est bien dressé. Il a été montré également qu'un dromadaire pesant 600 kg remplace avantageusement une paire de bœufs représentant 800 kg pour les opérations de labour sur sols sableux, le coût d'entretien du dromadaire ne se situant qu'à 80 % du coût d'utilisation de la paire de bœufs (Faye et al., 2017). Les grands camélidés sont ainsi le type d'animaux multi-usages (lait, viande, laine, transport, course, tourisme, travaux agricoles et concours de beauté). Il n'y a probablement pas d'autres animaux domestiques capables de rassembler autant de services pour l'homme. Auparavant le lait de chamelle particulièrement destiné à l'autoconsommation familiale, aux hôtes de passage et aux nécessiteux, était vendu sur le marché. La vente du lait de chamelle s'inscrit dans la transition économique observée à l'échelle d'une mondialisation de l'économie. Le lait de chamelle est apprécié des pasteurs nomades qui lui attribuent tout un ensemble de vertus thérapeutiques, avérées ou non (Konuspayeva et al., 2004). L'émergence de mini-laiteries est observable à Djibouti, au Kenya, dans les provinces sahariennes du Maroc ou en Algérie (Faye et al., 2003). Des laiteries semi-industrielles, voire industrielles, existent dans les pays comme les Émirats arabes unis, l'Arabie saoudite, le Kazakhstan et la

Mauritanie. Le lait de chamelle est loin de se substituer totalement au lait de vache pour satisfaire quantitativement la demande mais il est remarquable que la part du lait de chamelle dans la consommation laitière des ménages ne cesse d'augmenter en proportion depuis 50 ans (Faye et Konuspayeva, 2012), et ce malgré un différentiel de prix qui lui est défavorable (Faye et al., 2014). On assiste de plus en plus à un développement de la filière viande cameline. Traditionnellement, la viande de dromadaire n'est qu'exceptionnellement consommée, lors de festivités (mariage, baptême) rassemblant un grand nombre d'individus en particulier dans la société touarègue (Cabalion, 2013). La viande de dromadaire a une faible teneur en cholestérol (18, 21). C'est la viande, surtout du jeune, qui est très appréciée des consommateurs.

## **Présentation générale de la Zone d'étude**

L'étude s'est déroulée au niveau de deux zones agro-écologiques du Mali (figure 5) à savoir :

- ✓ Le cercle d'Ansongo qui est situé au sud de la région de Gao (15 ° – 17 ° de latitude nord et 0 ° – 1 ° de longitude est). Le climat est semi-aride avec une longue saison sèche de fin septembre à juin et une saison des pluies très variable de juillet à septembre (200–300 mm / an). Le cercle d'Ansongo a une superficie de 23 614 km<sup>2</sup>. Il est composé de sept communes regroupant 23 villages et 62 hameaux nomades. Le cercle d'Ansongo couvre deux zones climatiques, séparées par le fleuve Niger : le Haoussa (zone sèche) situé du côté gauche du fleuve au nord et le Gourma (zone humide) du côté droit du fleuve au sud.
- ✓ Le cercle de Koro qui s'étend sur une superficie de 10 937 km<sup>2</sup> avec une population de 361 944 habitants (Institut National de la Statistique, 2009). Il est situé au Sud-Est de la région de Mopti entre les 13°38' et 14°50' de latitude Nord et 2°00' et 3°25' de latitude Ouest. Il est composé de 16 communes comptant 313 villages. Le climat, du type sahélo-soudanien, est caractérisé par cinq zones agroécologiques. Le choix des sites se justifie par l'importance de l'effectif de dromadaires, l'accessibilité de la zone et le niveau de sécurité.



**Figure 12 : Répartition de dromadaire et zones d'étude**

## **Contexte de l'élevage du dromadaire et problématique générale de la thèse**

Plus de 2/3 de la superficie du Mali fait partie du domaine des zones arides et semi-arides. C'est un pays d'élevage par excellence avec un cheptel important et varié. Le cheptel est estimé à 10 622 620 têtes de bovins, 15 143 415 têtes d'ovins, 21 087 150 têtes de caprins, 583 500 têtes d'équins, 979 600 têtes d'asins, 1 008 540 têtes de dromadaires, 82 425 têtes de porcins et 38 587 450 de volailles (DNPIA, 2020). L'élevage occupe une place de choix dans l'économie nationale malienne (3<sup>e</sup> rang après l'or et le coton). En général, l'élevage a toujours représenté un important moyen de subsistance pour les populations des régions sèches. En particulier, l'élevage de dromadaire joue un important rôle dans la vie sociale et économique des populations en zones arides et désertiques d'Afrique et d'Asie. Au Mali la place du dromadaire a été mieux dévoilée après les sécheresses des années 1970, 1985 et 2003 grâce à la résilience du dromadaire par rapport à toutes les autres espèces d'élevage de la zone (Ouologuem et al. 2012). Depuis une trentaine d'année, il y a une légère augmentation de la production scientifique sur les camelins. Toutefois, les études sur les camelins sont encore quantitativement marginales par rapport à d'autres espèces de ruminants. Cet état de fait semble être lié au faible cheptel de camelins par rapport aux bovins et petits ruminants, et à la répartition géographique limitée de l'espèce cameline. En outre, pour certains bailleurs

de fonds et décideurs, les camelins sont surtout considérés comme des animaux du passé, juste intéressant pour les randonnées touristiques dans le désert. Ainsi, l'intérêt scientifique des camelins semble être faible pour de nombreux instituts de recherche du Nord et même dans les pays du Sud. Au Mali comme dans les autres pays d'Afrique subsaharienne, les projets de développement et l'intérêt pour la recherche ont augmenté d'abord pour des raisons politiques après différentes périodes de rébellion des nomades traditionnellement chameliers (Mali, Niger, Tchad, Maroc...).

Selon Wilson (2017), l'aire de répartition géographique des dromadaires, n'a cessé de progresser depuis les sécheresses des années 1960, qui ont touché grand nombre de pays sahéliens, incluant la partie sud de pays comme le Mali, le Niger et le Tchad, mais aussi des pays voisins comme le Sénégal, le Burkina Faso, le Nigeria, le Cameroun, ou encore la Tanzanie et l'Ouganda.

Au niveau du septentrion malien, c'est autour de l'élevage de dromadaire que gravite celui des autres espèces animales domestiques (bovin, petits ruminants et asins). Du système agropastoral au centre jusqu'à la partie septentrionale du pays, la combinaison de l'élevage de dromadaires avec celui d'autres espèces animales, semble être une attitude de sécurisation du système d'élevage contre les aléas climatiques. Une pratique d'élevage similaire a été observée au Niger par Chaibou (2009) et Faye et al (2012), où l'élevage de dromadaires est associé à celui des bovins et petits ruminants. En dépit de l'importance socio-économique des dromadaires au Mali, les actions de recherches et d'actions de développement sur cette espèce ne sont pas suffisantes nonobstant les efforts de l'Institut d'Économie Rurale. Il en découle une insuffisance de données clés à l'identification des opportunités et de solutions aux contraintes de cet élevage. Le développement durable implique la conservation et l'évaluation correcte de la biodiversité des ressources animales et naturelles utilisées dans l'agriculture. Toutefois, l'importance et l'ampleur de la contribution des dromadaires au développement des régions arides et semi-arides sont le plus souvent méconnues. Cependant force est reconnaitre que l'élevage de dromadaire au Mali, connaît un regain depuis 1985, à travers l'expression du besoin de création d'une station de recherche sur le dromadaire. Tout comme les bovins, les petits ruminants et les volailles, la gestion des ressources génétiques animales (RGA) de dromadaires, requiert de nombreuses décisions. Selon Scarpa et collaborateurs (2003), la disponibilité d'informations sur la valeur économique des races, des traits et des stratégies alternatives de sélection et / ou de conservation, faciliteront la prise des décisions de gestions des RGA. Le manque de données sur les performances des ressources zoo génétiques autochtones concourt à la sous-évaluation de leur intérêt et vraisemblablement à l'érosion de la biodiversité (Rege et Gibson 2003 ; Wollny 2003). L'évaluation économique des ressources zoo génétiques, représenterait ainsi le fondement pour la prise de décision et à la détermination des priorités et à la proposition des politiques de développement durable. Au niveau des

régions arides et semi-arides, la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources génétiques animales dans l'objectif de la préservation de la biodiversité, suppose une meilleure compréhension des fonctions et des valeurs de certaines races d'animaux domestiques. Et ce, afin que les décideurs et agents de développement disposent d'importantes informations sur la gestion de la sécheresse et/ou les catastrophes naturelles pour une prise en compte des préférences des pasteurs dans les programmes d'intervention (Zander 2006). Eu égard au fait que de nombreux avantages résultant de la présence de ressources zoo génétiques autochtones bien adaptées ne sont pas échangées sur aucun marché, les outils d'évaluation non commerciaux sont indispensables pour identifier l'ampleur de ces avantages (Scarpa et al., 2003). Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des ressources zoo génétiques en ce qui concerne les traits non marchands. Les méthodes des préférences déclarées (SP) et des préférences révélées (RP) représentent deux approches permettant d'obtenir des informations sur la demande et sur la valeur des modifications des quantités de biens non marchands. La méthode des préférences déclarées calcule les valeurs à partir des réponses données à des questions hypothétiques, tandis que les méthodes préférences révélées, permettent d'estimer les valeurs à partir d'observations de comportement sur les marchés de biens apparentés (Freeman 2003). L'expérience de choix (CE) est une application de la méthode des préférences déclarées. Elle permet d'étudier systématiquement les attributs uniques d'un produit groupé (Scarpa et al., 2003). La CE appartient à la catégorie des modèles de choix d'utilité aléatoires dans lesquels chaque alternative est sélectionnée avec une certaine probabilité. Hensher et collaborateurs (2005) ont réalisé la description détaillée des spécifications du modèle CE.

Au regard de ce qui précède, notre recherche s'est appuyée sur la méthode des préférences déclarées pour collecter les informations sur la gestion des ressources du dromadaire et les consentements à payer les traits spécifiques des individus pour la production de travail.

## **Place de la recherche au développement de l'élevage de dromadaire au Mali**

Au Mali, l'Institut d'Économie Rurale (IER) représente la principale institution de recherche pour la mise en œuvre de la politique nationale de recherche agricole. Le portefeuille scientifique de l'IER comporte une dizaine de programmes de recherche dans divers domaines : cultures pluviales (mil, sorgho, maïs, coton, arachide, niébé), cultures irriguées (riz irrigué, riz de bas-fonds, fruits et légumes), productions animales (bovins/dromadaires, petits ruminants, volaille), ressources forestières, ressources halieutiques, système de production et gestion des ressources naturelles, économie des filières et machinisme agricole.

Quatre laboratoires centraux à savoir le laboratoire de technologies alimentaires, le laboratoire sol- eau- plante, le laboratoire de nutrition animale et le laboratoire de biotechnologie ainsi qu'une Unité de

ressources génétiques (URG) complètent l'organigramme des entités de recherche de l'institut.

En matière de sélection animale, il existe une station d'élevage et de recherche zootechnique du Sahel dans le cercle de Niono (programme de sélection à noyau ouvert de zébus Peul et Maure).

Le Comité National de la Recherche Agricole (CNRA) a pour mission d'assister les ministres en charge du développement rural dans la conception et le contrôle de la mise en œuvre de la politique nationale en matière de recherche agricole.

La création d'un Ministère spécifiquement consacré aux sous-secteurs de l'élevage et de la pêche, marque la volonté politique des plus hautes Autorités du pays de fournir à ces deux sous-secteurs, potentiellement créateurs de valeur ajoutée et d'emplois, les conditions de contribuer davantage à la croissance économique du pays et à l'amélioration des revenus des producteurs. Les stratégies préconisées pour y parvenir sont, entre autres, l'accroissement de la productivité du cheptel et une meilleure intégration de l'agriculture et de l'élevage, deux domaines qui ont été les préoccupations constantes de notre recherche. Le plan stratégique à long terme de la recherche agricole (2009 – 2019) donne une place importante au développement du dromadaire et son environnement. Le projet : « étude et amélioration du système d'élevage camelin (1998 – 2003), la composante Développement de la filière lait du dromadaire dans la région de Kidal du Projet « Adaptation de l'Agriculture et de l'élevage au changement climatique (ACC) de 2011 à 2016 et la phase « Mise à échelle des technologies d'élevage du dromadaire au Mali » 2018 – 2023 dudit projet, montrent que le terrain n'est pas vierge. Les thèmes traités dans la présente thèse contribuent à l'amélioration de la connaissance du dromadaire et permet d'avoir une base plus solide pour des prises de décisions encore plus cohérentes.

D'une manière générale, l'insuffisance de documents de référence sur les acquis, caractérisent la recherche agricole malienne. La majorité des études réalisées sur l'élevage du dromadaire au Mali, se sont limitées jusqu'à présent à quelques enquêtes sur le système d'élevage et la santé animale. En 1985, certains résultats d'études bibliographiques ou d'enquêtes réalisées sur le dromadaire au Mali, ont fait l'objet de présentations lors d'un séminaire national sur le dromadaire dans la région de Gao (Dahl, 1985). Dans la même région, Diall et collaborateurs (1994) ont réalisé une étude sur la prévalence de la trypanosomose cameline et Ouologuem et collaborateurs (2008a et 2008b) ont effectué le diagnostic de l'élevage camelin. Dans la région de Kidal, une étude sur les avortements a été menée en 2010 et sur les pratiques ethno-vétérinaire en 2011. Traoré et al. 2014, ont réalisé l'étude de la caractérisation de l'élevage de dromadaire dans le cercle d'Ansongo, région de Gao. Le diagnostic du système d'élevage camelin dans la région de Kidal a fait l'objet d'une étude par Ouologuem et collaborateurs en 2016.

---

# Enjeux et objectifs

---

## **Enjeux et objectifs de la thèse**

### **Enjeux**

Les terres arides occupent plus de 40% de la superficie terrestre mondiale et abritent quelque deux milliards de personnes. Cela comprend un nombre disproportionné des personnes les plus pauvres du monde, qui vivent dans des paysages dégradés et gravement dégradés (Pasjeczpik et Reij, 2021). Les régions les plus vastes et les plus peuplées se situent dans les pays en développement, particulièrement en Afrique, au Sahara et dans la Corne de l'Afrique. La part de l'aide publique au développement (APD) consacrée au secteur rural des régions sèches est en constante diminution depuis une quinzaine d'années. En 2005, 5% de l'APD mondiale était dédiée à des opérations d'aménagement des terres dégradées (Berry et al., 2006). Les investissements consentis pour le développement des régions arides et semi-arides ont surtout des motivations de paix sociale et politique. L'agence pour le développement des régions du Nord Mali, a été créée avec pour mission fondamentale d'impulser le développement socio-économique de la partie septentrionale du Mali. Le dromadaire est un animal multi-usage, adapté aux conditions environnementales hostiles.

Il est particulièrement adapté aux régions arides et semi-arides. Il tolère les fortes élévations de températures, les hautes radiations solaires et la sécheresse. Il est adapté aux sols sableux où pousse une végétation très pauvre et souvent inexploitée par les autres animaux domestiques. Il valorise mieux les fourrages non-utilisés par les autres espèces animales et produit une viande de haute qualité (moins de graisse, faible taux de cholestérol et un taux relativement élevé en acides gras polyinsaturés comparé à la viande de bœuf). En plus de la viande, le dromadaire produit également du lait et de la laine. Animal du nomade pour le transport, la traction et le sport (Ouologuem, et al., 2022), sa capacité remarquable à transformer les maigres ressources fourragères en lait, travail, viande, peau et laine, a fait de lui le pourvoyeur de la plupart des produits nécessaires à la vie au désert (Diawara et al., 2021).

Chez les camélidés, l'activité cellulosique des bactéries est plus importante dans les pré-estomacs. Aussi, les particules solides passent un temps relativement long dans l'estomac des camélidés. Ces deux paramètres expliquent la meilleure digestion de la fraction cellulosique des rations. Ces animaux recyclent efficacement l'urée de l'urine via la muqueuse des pré-estomacs. Ce qui leur permet aussi de mieux valoriser les régimes carencés en azote (Jouany, J. P. 2000). Il est également utilisé comme moyen de production agricole dans une moindre mesure. Il demeure l'un des rares animaux domestiques capables de produire du travail, du lait et de la viande à partir des pauvres végétations des zones arides et chaudes.

Au Mali, le dromadaire a été un facteur de résilience des pasteurs et agropasteurs face aux années de faibles pluviométries comme les grandes sécheresses de 1970, 1985 et 2003. Pendant ladite période, les pertes ont été évaluées à environ 30% pour les bovins, 12% pour les petits ruminants et moins de 10% pour les dromadaires (DNPIA, 2004). Ces sécheresses avec d'autres, moins importantes, ont fortement entamé l'activité économique du Mali à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest.

Le dromadaire occupe une place importante dans le développement socio-économique de la zone septentrionale du Mali et dans une moindre mesure la région du centre (Mopti).

L'élevage de dromadaire représente un important moyen de subsistance pour les populations des régions arides et semi-arides (Diawara et al., 2021). Il joue un rôle très important dans la vie sociale et économique des populations des zones arides et désertiques d'Afrique (Faye et al., 2013 ; Ben Semaoune et al., 2019) et du Mali en particulier (Ouologuem et al., 2008).

Le rôle du dromadaire dans la valorisation des zones arides et semi-arides et dans la lutte contre l'avancée du désert, est fondamental (Faye 2011). Le développement de l'élevage du dromadaire au Mali, passe par une meilleure connaissance de l'animal, de son environnement, des objectifs des éleveurs et des stratégies de gestion des ressources génétiques animales.

Le dromadaire intervient dans presque tous les aspects de la vie des populations de cette partie du pays. Il est utilisé dans les travaux champêtres, les parades des fêtes et le sport. Il intervient également dans le transport des personnes et des biens, dans l'exhaure d'eau domestiques et l'abreuvement des animaux. Il sert aussi de sources de nourriture, de richesse monétaire et de prestige social.

En générale, l'animal est très estimé et représente pour son propriétaire la concrétisation de sa réussite sociale. Le Mali avec un important effectif de dromadaires, a été classé au 3ème rang en Afrique de l'Ouest après le Niger et la Mauritanie (FAOSTAT, 2017). En 2019, l'effectif total du cheptel camelin national était estimé à 1 241 093 têtes (DNPIA, 2020).

En dépit cet important potentiel zootechnique et la contribution de l'espèce dans la couverture des besoins en lait et viande des régions d'élevage, son élevage demeure peu documenté. Depuis quelques décennies, un regain d'intérêt s'est dessiné au niveau national pour la filière du dromadaire. Elle s'est traduite par la mise en place d'un programme régional de recherche au niveau de l'Institut d'Économie Rural de Sotuba sur les dromadaires en 2000. Au lendemain des indépendances des pays sahéliens, l'élevage de dromadaires a été longtemps négligé par les autorités politiques, les institutions de recherches et les organismes de développement, et ce au profit de l'élevage des bovins et des petits ruminants. En effet, l'élevage de bovin a été longtemps préféré et considéré comme un signe extérieur de richesse, de prestige social et de

modernité. Ce phénomène a été observé dans l'ensemble des pays arides concernés par l'élevage camelin, depuis la Mauritanie jusqu'en Chine (CIRAD, 2018).

## **Cohérence du projet de thèse avec les politiques nationales de développement de l'élevage**

Au Mali, l'économie reste très vulnérable aux chocs externes, qu'ils soient climatiques, économiques ou politiques. Ceux-ci affectent la contribution des sous-secteurs de l'agriculture vivrière et de l'élevage représentant 40% du Produit Intérieur Brut (PIB). Les entraves au sous-secteur « élevage » constituent des contraintes essentielles au développement socioéconomique du pays. Ces entraves se résument aux : (i) conflits liés à la mobilité du bétail ; (ii) faibles organisations des éleveurs ; (iii) insuffisances d'infrastructures spécialisées d'élevage et (iv) faibles capacités de gestion des infrastructures et équipements de l'élevage.

Le présent projet de recherche est en cohérence avec les politiques et les principaux textes législatifs et réglementaires en vigueur, comme :

- **Le Cadre pour la Relance Économique et le Développement Durable 2019-2023 (CREDD)** De 2016 à 2018, le CREDD a été le cadre de référence pour la conception, la mise en œuvre et le suivi des différentes politiques et stratégies de développement tant au niveau national que sectoriel. En décembre 2018, le Gouvernement du Mali et ses partenaires ont décidé d'élaborer une nouvelle stratégie nationale de développement pour la période allant de 2019 à 2023. L'objectif du CREDD pour cette période est de réaliser par la même occasion la nouvelle vision de développement de long terme à travers l'Étude Nationale Prospective Mali 2040, vingt ans après l'Étude Nationale Prospective Mali 2025. Notre projet de recherche s'intègre dans ce cadre stratégique et cette nouvelle vision de développement dans trois des cinq axes majeurs du CREDD 2019-2023 à savoir :

- ✓ la promotion d'une croissance inclusive ;
- ✓ le développement du capital et l'inclusion sociale ;
- ✓ et l'environnement, le changement climatique et le développement durable.

- **La Loi d'Orientation Agricole (LOA) (2005)**

Elle fixe le cadre légal et général des orientations de la politique de développement agricole. Ce cadre couvre l'ensemble des activités économiques des sous-secteurs de l'agriculture et de l'élevage. La loi d'Orientation Agricole prévoit que l'État, les Collectivités Territoriales et la profession agricole, assurent la promotion de l'élevage pastoral par : l'aménagement des parcours naturels ; la lutte contre les maladies

animales ; la réalisation de points d'eau, périmètres pastoraux et infrastructures d'élevage ; la prise en compte de la transhumance dans les schémas d'aménagements du territoire, conformément aux dispositions de la charte pastorale.

➤ **La loi portant charte pastorale (2001)**

Elle définit les principes fondamentaux et les règles générales régissant les activités pastorales sur l'ensemble du territoire malien. Son application facilite la délimitation et la gestion durable d'espaces pastoraux en permettant une mobilité apaisée du bétail. La charte pastorale confère aux collectivités la responsabilité première de la gestion des ressources pastorales. Les collectivités peuvent en déléguer la gestion à des acteurs spécialisés ou aux usagers, s'ils sont organisés dans un cadre légal. Les travaux de recherche s'inspirent de la charte pastorale en faisant l'état des lieux de la mobilité du bétail, la situation des infrastructures d'élevage et l'organisation des communautés à la base.

A long terme le plan stratégique de la recherche agricole (2009 – 2019) donne une place importante au développement de l'élevage de dromadaire et son environnement comme en témoignent les projets ci-après :

- ✓ « Étude et amélioration du système d'élevage camelin (1998 – 2003), la composante Développement de la filière lait du dromadaire dans la région de Kidal du Projet
- ✓ « Adaptation de l'Agriculture et de l'élevage au changement climatique (ACC) de 2011 à 2016
- ✓ et la phase « Mise à échelle des technologies d'élevage du dromadaire au Mali » 2018 – 2023 dudit projet.

Les thèmes traités dans la présente thèse contribuent à l'amélioration de la connaissance sur le dromadaire et permet d'avoir une base plus solide pour des prises de décisions encore plus cohérentes

Le présent travail s'inscrit dans la perspective d'enrichir la base de données existante sur le dromadaire et fournir certaines informations nécessaires à la prise de décision pour une meilleure gestion des ressources génétiques camelines et d'orienter les décideurs et agents de développement dans le choix des actions prioritaires à mettre en place. Au Mali, on note deux grandes zones d'élevage de dromadaire (Figure 1), (i) la zone septentrionale avec 97% du cheptel de dromadaires, et (ii) la zone du centre (zone agropastorale) propice à la valorisation de la force de traction caméline.

La présente étude se justifie par le fait qu'elle complète les études antérieures réalisées sur l'élevage de dromadaire au Mali. Elle fournit des informations utiles pour cibler les interventions futures d'amélioration et de sélection que la présente étude se justifie.

L'objectif général de ce travail de recherche est de contribuer à l'amélioration de l'élevage du dromadaire

pour une meilleure valorisation socio-économique des productions de dromadaires au Mali.

**Hypothèse 1 :** Toute évolution des systèmes de sélection implique une évolution de la gestion des ressources génétiques animales sur lesquelles ils sont fondés.

**Hypothèse 2 :** La région de Mopti est une zone agropastorale permettant une valorisation accrue de la production de travail du dromadaire et une intensification des pratiques agricoles.

**Hypothèse 3 :** Au niveau du cercle de Koro, Les agropasteurs sont généralement des néophytes en matière d'élevage du dromadaire, le développement de l'utilisation de celui-ci dans la culture attelée, ne sera possible et durable qu'avec la mise en place d'un dispositif d'accompagnement technique approprié.

## **Objectifs de la thèse**

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à l'amélioration de l'élevage du dromadaire pour une meilleure valorisation socio-économique des productions de cette espèce au Mali.

Trois objectifs spécifiques découlent de cet objectif principal :

- (1) Réaliser une caractérisation des systèmes de sélection des pasteurs de dromadaires et de leur évolution au niveau du cercle d'Ansongo dans la région de Gao (Mali). Et ce, afin de mieux appréhender la diversité des stratégies de sélection des dromadaires par les pasteurs au nord du Mali et leurs implications pour la gestion des ressources génétiques animales.
- (2) Analyser les méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution de bovins de trait par des dromadaires et la gestion de la génétique caméline. Il s'agira de réaliser l'état de lieux de la gestion des dromadaires avec un accent particulier sur la gestion des animaux de trait, ainsi que les pratiques d'élevage de cette espèce dans la zone.
- (3) Déterminer à partir de la technique de l'expérience de choix multi-attributs l'appréciation des types de dromadaires préférés pour les travaux agricoles et domestiques dans le cercle de Koro au Mali. Le but est de dégager les différents attributs des dromadaires en tant qu'animal de traction sous la forme d'une disposition à payer et d'une disposition à accepter une compensation, afin de mieux comprendre la logique des agro-pasteurs et de trouver les pistes de recherche et d'amélioration de cet élevage dans les zones du Centre et du Centre-sud du Mali.

## **Méthodologie**

La caractérisation de l'élevage de dromadaires, a été abordée tout en mettant en perspective les stratégies d'adaptation des éleveurs aux changements de l'environnement naturel et social dans lequel ils opèrent, ainsi que les pistes d'amélioration de l'élevage en général et de la gestion des ressources génétiques animales dans les deux régions agroécologiques du Mali. Il s'agit de (i) la région d'Ansongo, domaine de la zone aride et semi-aride et (ii) la région de Koro, domaine du sahel. Dans cette dernière zone, les recherches ont été complétées à travers la détermination des préférences déclarées des éleveurs et leur disposition à payer ou à recevoir une compensation pour les caractéristiques des dromadaires de trait. Le choix des sites d'étude, a été guidé par le degré de concentration des troupeaux de dromadaires, le niveau de sécurité et l'accessibilité de la zone.

Une première enquête rétrospective a été conduite auprès de 100 éleveurs de dromadaires dans la région d'Ansongo durant 3 mois.

Une deuxième enquête a été réalisée sur une période de 45 jours pour mieux appréhender les méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti, aux évolutions climatiques : cas de la substitution de bovin de trait par des dromadaires et la gestion de la génétique caméline. Cette enquête a été menée sur une population de 100 agropasteurs détenteurs de dromadaires.

Une troisième enquête a été réalisée auprès de 115 éleveurs sur les préférences déclarées des éleveurs et leur consentement à payer ou à recevoir une compensation pour des caractéristiques des dromadaires.

## **Principales difficultés rencontrées**

Le contexte sociopolitique et sécuritaire a eu un impact négatif sur le déroulement des travaux de recherche. La situation sécuritaire a entraîné dans un premier temps un changement de zone d'étude (du nord vers la zone centre et sud). Le manque de déplacement adapté a également joué sur le temps de travail. Concernant la réalisation proprement dite des enquêtes terrain, le problème de barrière linguistique a été la principale difficulté, la traduction des questionnaires en langue a nécessité l'accompagnement d'un interprète. Ce qui peut constituer un biais susceptible de réduire significativement la qualité des données.

## **Définition de quelques notions**

**Espèce** : est un ensemble d'individus qui peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles.

**Race** : se rapporte à des populations individualisées d'une même espèce ayant des caractères morphologiques et physiologiques héréditaires distincts des autres populations, c'est-à-dire ayant un génotype moyen individualisé que l'homme a cherché à maintenir parfois depuis longtemps, mais qu'il peut faire évoluer pour des motifs économiques ou de mode.

**Type** : Dans notre étude la notion de type peut être assimilé à la race compte tenu du fait qu'il n'existe pas de réelle étude de classification des races de dromadaires au Mali.

**Hybridation** : est un croisement de deux espèces animales.

## Références

- Adamou A. L'élevage camelin en Algérie : quel type pour quel avenir ? *Sécheresse*, 19 : 253-260. 2009.
- Aly Kouriba ; Dr Ismaël A. Sow, Synthèse des connaissances actuelles sur l'élevage camélin, 1987, 27 p.
- Ayadi M. et Casals R 2009 First results on conjugated linoleic acid contain of camel milk. Abstract 59, Second Conference of the International Society of Camelid Research and development, Djerba, Tunisia, 12 -14 Avril. The Arid Land Institute (IRA) : 47
- Ben Semaoune Y, Senoussi A et Faye B., 2019. Typologie structurale des élevages camelins au Sahara septentrional Algérien - cas de la willaya de Ghardaïa. *Livestock Research for Rural Development* 31 (2).
- Bengoumi M, Gandega E B, Abrack A E, Barrada J, Faye B., 2000. Étude de la mortalité des chamelons au Sud du Maroc : Enquête rétrospective. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 53 : 132-135.
- Bourdanne 1998. L'élevage du dromadaire au Mali : approche socio-économique et culturelle thèse de doctorat en Méd.-vét-de Dakar, 90 pages
- Burger, P. 2016. L'histoire des camélidés de l'Ancien Monde à la lumière de la génétique moléculaire. *Trop. Anim. produits de santé* 48(5):905–913. doi : 10.1007/ s11250-016-1032-7
- Burger, P., E. Ciani, and B. Faye. 2019. Old World camels in a modern world—a balancing act between conservation and genetic improvement. *Anim. Genet.* 50:598–612. doi:10.1111/age.12858.
- Bourzat D. et Wilson R. T., 1987. La recherche cameline en Afrique. *Revue Sciences Techniques Office International Epizooties*, 6 (3); 375-383. <http://www.oie.int/doc/ged/D8488.PDF>
- Faye B., Konuspayeva G. et Magnan C. 2020. L'élevage de grands camélidés. Ed. Cirad, Ifremer, INRAE. 203 pages.
- Coulibaly A (2003) Profil fourrager du Mali [en-ligne] Ressources en ligne de la FAO [<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Mali-French.pdf>], (consulté le 05mai 2019
- Diall O, Nantulyya V. M., Luckins A.G., Diarra B. and Kouyate B. 1992. Evaluation of mono-and polyclonal antibody-based antigen detection immunossays for diagnosis of *Trypanosoma evansi* infection in the dromedary camel *Revue Élev. Méd. vét Pays trop.* 45 (2): 149-153, **DOI:** <https://doi.org/10.19182/remvt.8941>
- Diall O, Bocoum Z, Diarra B, Sanogo Y, Coulibaly Z, Waigalo Y. 1993. Epidémiologie de la trypanosomose à *T.evansi* chez le dromadaire au Mali : résultats d'enquêtes parasitologiques et cliniques. *Revue Élev. Méd. vét Pays trop.* 46 (3) : 455-461, **DOI:** <https://doi.org/10.19182/remvt.9444>
- Diall O, Bajyana S E, Magnus E, Kouyaté B, Diallo B, Van Meirvenne N, Hamers R. 1994. Evaluation d'un test sérologique d'agglutination directe sur carte dans le diagnostic de la trypanosomose caméline à *Trypanosoma evansi*. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1994, 13 (3) 793-800, <http://dx.doi.org/10.20506/rst.13.3.793>
- Diawara M O, Ba A, Sissoko S, Hiernaux P, Diakité H S, Soumaguel N and Coulibaly D., 2021. Pastoral livestock farming in the Eastern Malian Sahel (Hombori) : Survey on flows in two livestock markets.

International Journal of Livestock Production. 12(4) 176-182.

DNPIA., 2004. Direction Nationale des Productions et des Industries Animales. Rapport annuel 2003-2004, 125 pages.

DNPIA., 2020. Direction Nationale des Productions et des Industries Animales. Rapport annuel 2019-2020, 132 pages.

Dupuy, C. (2009). L'apparition et l'expansion du *Camelus dromedarius* dans le Nord de l'Afrique (Vallée du Nil, Maghreb, Sahara, Sahel).

FAOSTAT., 2017. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, 213 pages.

FAOSTAT. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/>. Retrieved in March 2022.

Faye, B. 2016. Des dromadaires et des hommes au Moyen-Orient : Identité et modernité. *Anthropol. Middle East*. 11(1) : 51–65. doi :10.3167/ame.2016.110106.

Faye, B. 2020. Combien de grands camélidés dans le monde ? Une analyse synthétique de l'évolution démographique des chameaux dans le monde. *Pastoralisme*. 10h25. doi : 10.1186/s13570-020-00176-z .

Faye B, Senoussi H, Jaouad M., 2017. Le dromadaire et l'oasis : Du caravansérail à l'élevage périurbain. *Cahiers Agricultures* 26 : 14001.

Faye, B., et G. Konuspayeva, 2012. La rencontre entre les chameaux de Bactriane et les dromadaires en Asie centrale. Dans : Knoll, E.-M. et P. Burger, éditeurs. *Les chameaux d'Asie et d'Afrique du Nord : perspectives interdisciplinaires sur leur signification passée et présente*. Wien (Autriche) : presse de l'Académie autrichienne des sciences ; p. 27–33.

Faye B., Konuspayeva G., Magnan C., 2022. L'élevage des grands camélidés. Versailles, éditions Quae, 204 p. (Coll. Guide pratique)

Fitak , RR, E. Mohandesan , J. Corander , A. Yadamsuren , B. Chuluubat , O. Abdelhadi, A. Raziq , P. Nagy, C. Walzer , B. Faye, et al. 2020. Signatures génomiques de la domestication chez les chameaux de l'Ancien Monde. *Comm. Biol*. 3:316.  
doi : 10.1038/s42003-020-1039-5

Frankopan , P. 2015. *Les routes de la soie. Une nouvelle histoire du monde*. Londres : Bloomsbury Publishing.

Freeman, A. M. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. 2nd edition, (Resources for the Future, Washington D.C).  
<https://environnementropical.files.wordpress.com/2012/01/carte-mali-rbbb.jpg>

Institut National de la Statistique, 4e Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2009. Ministère de l'Économie des Finances et du Budget. Rapport final. 298 Pages. 2013.

Jianlin, H., J. Quau, Z. Men, Y. Zhang and W. Wang. 1999. Three unique restriction fragment length polymorphisms of EcoR I, Pvu II and Sca I digested mitochondrial DNA of wild Bactrian camel (*Camelus bactrianus ferus*) in China. *Journal of Animal Science*. 77: 2315–2316.

Jouany, J. P. (2000). La digestion chez les camélidés ; comparaison avec les ruminants. INRA. Productions Animales, 13(3), 165-176.

Kohler-Rollefson, 1991. *Camelus dromedarius*. In: Mammalian Species. The American Society of Mammalogists. No. 375.

Kouriba A et Soumare A. 2016. Diagnostic du système d'élevage du dromadaire dans la région de Kidal au nord-est du Mali. Livestock Research for Rural Development 28 (9), <http://www.lrrd.org/lrrd28/9/ouol28162.html>

Meyer C., ed. sc., 2023, Dictionnaire des Sciences Animales. [On line]. Montpellier, France, Cirad. [21/02/2023]. <URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> >

PopulationData.net. 2021. Atlas des populations du monde. <https://www.populationdata.net/pays/mali/>

Ouologuem B, Moussa M, Coulibaly M D. 2017. Les types de dromadaires Talabayatten et Talmarokitt au nord-est du Mali ont un potentiel laitier élevé. *Livestock Research for Rural Development* 29 (2).

Pasiecznik, N. et C. Reij (eds.). 2021. Restauration des terres arides de l'Afrique. Tropenbos International, Ede, Pays-Bas. Viii + 292 pp.

Scarpa, R., Ruto, E. S. K., Kristjanson, P., Radeny, M., Drucker, A. G., Rege, J. E. O., 2003. Valuing Indigenous Cattle Breeds in Kenya: An Empirical Comparison of Stated and Revealed Preference Value estimates. *Ecological Economics*, 45, 409–426, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00094-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00094-6)

Tasov, A., & Alybaev, N. (2005). Camel Genetic Resources and Ways of Camel Breeding Products Use for Population of Kazakstan Arid Areas. *Desertification Combat and Food Safety: The Added Value of Camel Producers*, 362, 121.

Tembely S., Diarra P.A. Waigalo Y., Koumare A. and Wassiliades G. 1992. Preliminary observations on helminth parasite populations of dromedary in the northern Mali. *Vet. Parasitol.* 44:339-342. DOI: [10.1016/0304-4017\(92\)90132-s](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90132-s)

Wollny, C.B.A., 2003. The Need to Conserve Farm Animal Genetic Resources in Africa: Should Policy Makers be Concerned? *Ecological Economics*, 45, 341–351, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00089-2)

Zander, K. K., 2006. Modelling the Value of Farm Animal Genetic Resources – Facilitating Priority Setting for the Conservation of Cattle in East Africa, (Unpublished PhD Dissertation, University of Bonn): [http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss\\_online/landw\\_fak/2006/zander\\_kerstin](http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online/landw_fak/2006/zander_kerstin)

---

# Section expérimentale

---

---

# Chapitre 1

## **Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali**

---

## **Préambule**

Ce premier chapitre vise à caractériser les systèmes d'élevage de dromadaires à Ansongo, dans la région de Gao au Nord du Mali. Elle met en évidence la diversité des stratégies adoptées par les éleveurs et leurs évolutions. Elle s'intéresse spécifiquement aux caractéristiques des différents acteurs et leurs objectifs de production, les critères de choix des types génétiques camelins ainsi que les pratiques de gestion du troupeau. Les résultats de l'étude réalisée dans ce chapitre ont été publiés dans la revue *Tropical Animal Health Production* (2014) 46 :1303–1312

---

# Section Etude 1 :

## Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali

---

**Auteurs;** Bakary Traoré<sup>a</sup>, Nassim Moula<sup>a,c</sup>, Abdoulaye Toure<sup>a</sup>, Bara Ouologuem<sup>b</sup>, Pascal Leroy<sup>a,c</sup>, Nicolas Antoine-Moussiaux<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>Fundamental and Applied Research for Animals & Health (FARAH), Sustainable Animal Production, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, 4000 Liege, Belgium

<sup>b</sup>Institute of Rural Economics (IER), Bamako, Mali

<sup>c</sup>Tropical Veterinary Institute, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, 4000 Liege, Belgium

## **1.1. Abstract**

Despite its importance in Mali's economy, camel breeding in the country remains poorly documented, impeding effective policy-making in this regard. This study consisted in a 3-month survey and aimed at characterising camel breeding systems in Ansongo, in the region of Gao, Mali. It highlights the diversity of strategies adopted by breeders and their evolutions. Supplementary feeding and veterinary care were seldom practised. In zones close to the Niger River, cattle were substituted to camels. Transhumance routes also are modified but mobility keeps its vital role in the breeding system. Important differences within the study region in the classification of camel breeds have been reported that will influence the implementation of a collective action for animal genetic improvement. The improvement goals should take the actual management, including mobility and the mixed nature of the herds into account.

**Keywords:** Breeding systems. Dromedary camel. Animal genetic resources. Ansongo. Mali

## **1.1. Introduction**

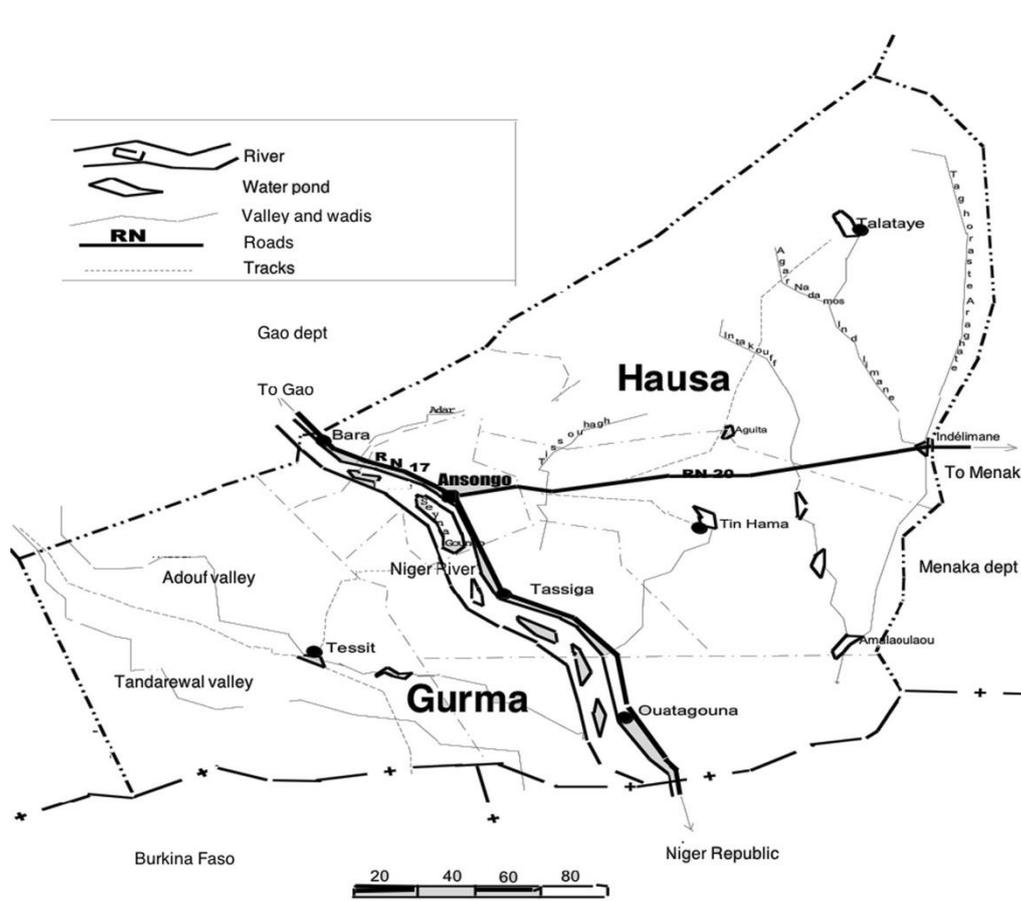
The characterisation of breeding systems and their diversity is key in the tailoring of effective policies for the development of the livestock sector. Camel breeding systems across the world have been studied and typologies defined in order to inform policy-making or improvement actions (Chaibou and Faye 2005; Bernard et al. 2008; Abdallah and Faye 2013). The typological approach aims at characterising the diversity of structures and practices across a livestock sector notably through multivariate analysis with defined practical goals. These goals influence the types of discriminant variables included in the initial analysis. As an illustration, the typological approach has been used recently in the European cattle production, based on the attitudes and objectives of the farmers, in the prospect of framing future policies regarding biodiversity management (Soini et al. 2012). In Mali, despite its importance in the national economy, the dromedary has been neglected in development programs and few studies on camel breeding systems in the country are available. The main part of these poorly coordinated works has been led in the 1980s (Ouologuem et al. 2004). In 2000, due to environmental, economic and social upheavals, however, the political interest in camel breeding was renewed. Facing these upheavals, breeders are constantly adapting their practices. This adaptation consists in a change in the modes of feeding and watering, meaning a change in their mobility. Moreover, any evolution of the breeding systems implies an evolution in the management of animal genetic resources on which they are founded. Modifications thus affect the composition of the animal portfolio by species substitution, inter-breeds substitution and breed reorientation (Homann et al. 2008). In order to understand the diversity of camel breeding strategies in Northern Mali and their implication for animal genetic resources, this study propose a characterisation of camel breeding systems and their evolution in Ansongo, in the Gao province, Mali.

## **1.2. Material and methods**

### **1.2.1. Study area**

The Ansongo district is located in the south of the Gao province (15°–17° north latitude, 0°–1° east longitude). The climate is semi-arid with a long dry season, from the end of September to June, and a highly variable rainy season, from July to September (200–300 mm/year). The Ansongo district (23,614 km<sup>2</sup>) is composed of seven communes, including 23 villages and 62 nomadic settlements. The area covers two climatic zones. The Hausa zone is desertic, subject to a hot and dry wind coming from the Sahara. The Gurma zone has a Sahelian climate, with favoured microclimatic areas near the Niger River. The Ansongo district has 131,953 inhabitants, comprising sedentary populations, mainly Sonrhäi and mobile populations: Fulanis, Tuaregs, Bellas, Daoushaqs and Arabs (National Institute of Statistic 2011). The livestock is estimated at 99,000 cattle, 325,000 small ruminants, 22,000 donkeys and 28,400

camels (Regional Direction of Veterinary Service of Gao, 2008).



**Figure 13 : Locational map of the study area**

### 1.2.2. Sampling

From November 2010 to January 2011, a sample of 100 camel-keeping households was surveyed, i.e. 50 households in each climatic zone, Gurma and Hausa (Fig. 1). Two communes were included in each zone according to camel populations (official figures) and accessibility of the commune (security). In Gurma, the communes of Tessit and Wataguna, close to the river, were sampled. In Hausa, the communes of Tin-Hama and Talataye were selected, away from the river and subject to a more arid climate. In each commune, the areas with dense camel populations were identified with the village chiefs and the livestock services. At least three villages were purposively retained per commune, on the basis of camel population. The sampling of households inside the villages was achieved by transect walk. The local chief introduced the contact with the households but did not assist in the interviews.

### **1.2.3. Interviews**

The interviews were of the structured type, including open-ended and close-ended questions. An interpreter speaking French and Tamasheq was present. The topics covered by the questionnaire were the socio-economic characteristics of the breeder, the strategy of mobility, the herd management practices (feeding, health, reproduction) and the camel breeds.

### **1.2.4. Statistical analysis**

All statistical analyses were performed with the R software (R 2.8.0).

The differences between Hausa and Gurma and between communes were tested through analysis of variance regarding quantitative variables and through chi-square test regarding qualitative variables. The Kruskal-Wallis test was used to compare animal numbers.

For the multivariate analysis, from 38 categorical and quantitative variables collected through the survey, 11 were finally selected according to the variability of the values observed in the sample, an a priori knowledge of the breeding system and the goal of the study. All quantitative variables were transformed into categorical variables by defining classes, considered as meaningful on the basis of qualitative information collected during the survey and the resulting repartition of the total sample. A multiple correspondence factorial analysis (MCA) was performed on the 11 variables with the R package FactoMineR (Lê et al. 2008). All variables with modalities showing insufficient contribution to the MCA axes (i.e. a contribution lower than weight) were left out from the final model. The final variables pertained to herds' structure (number of camels, presence of cattle, presence of sheep), mobility (duration per year, distance per year, share of herd moving, share of household moving, variability of the routes) and practices (feeding, health practices, hiring of labour) (Table 1). For axis interpretation, the relative contribution of variables was taken into account; coordinates of modalities with absolute values greater than the square root of axis eigenvalue were considered for interpretation. Hierarchical classification, using the algorithm of Ward (package FactoMineR, function HCPC), was then performed on the basis of the MCA results to formulate a typology. The commune and typology class were included in the analysis as supplementary qualitative variables to test the linkage of their modalities with the computed axes.

**Table 2: Variables included in the multivariate analysis and herds' number by modality and commune**

Variable	Modalities	Percent	Number per commune				Stat
			Tes.	Wat.	Tal.	Tin.	
Yearly duration of herd movements	2 months	32	6	13	0	13	***
	3 months	34	10	8	4	12	
	4 months	34	9	4	21	0	
Maximal distance	Under 50 km	23	6	9	0	8	***
	51 to 100 km	36	15	12	3	6	
	101 to 200 km	18	4	4	5	5	
	Over 200 km	23	0	0	17	6	
Herd share moving	Total herd	50	8	8	22	12	***
	Partial	50	17	17	3	13	
Household members accompanying herd	None	11	0	9	2	0	***
	Young members	53	21	12	2	18	
	All	36	4	4	21	7	
Routes	Fixed	30	6	7	11	6	ns
	Variable	70	19	18	14	19	
Crop residues use	Yes	21	12	2	0	7	***
	No	79	13	23	25	18	
Health practices	Yes	30	3	6	9	12	*
	None	70	22	19	16	13	
Number of camels	Under 20	21	9	8	3	1	*
	21 to 40	61	15	16	16	14	
	Over 40	18	1	1	6	10	
Herd includes cattle	Yes	60	22	13	13	16	*
	No	40	3	12	12	13	
Herd includes sheep	Yes	68	18	19	13	18	ns
	No	32	7	6	12	7	
Hired herder	Yes	30	11	15	2	2	***
	No	70	14	10	23	23	

Tes. Tessit, Wat. Wataguna, Tal. Talataye, Tin Tin-Hama, Stat statistical significance of the chi- square or exact Fisher's test for differences between communes, ns not significant; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$

## 1.3. RESULTS

### 1.3.1. Characteristics of the sampled breeders and herds

The sampled breeders were Tuaregs (75 %) or Daoushaqs (25%). The average age was 33 years (minimum 30; maximum 42). Seventy-five percent had an Islamic education. Livestock was the principal activity of 95 % of the interviewees. Other principal activities were teaching, political mandate or agriculture. The practice of a secondary activity was more frequent in the communes of Tessit and Tin-Hama (56 and 72 %, respectively) than in Talataye and Wataguna (20 and 36 %, respectively) ( $P < 0.001$ ).

These secondary activities were commerce and subsistence agriculture.

Besides camels, the sampled herds included cattle, small ruminants and donkeys (Table 2). Goats were found in all herds. Sixty-four percent of the interviewees owned sheep and 51 % owned cattle. The total number of camels in the 100 herds amounted to 3,101 heads. The herd size was slightly but significantly higher in Hausa compared to Gurma, with median sizes of 32 and 26 heads, respectively ( $P < 0.05$ ). Among the 18 herds over 40 camels, 16 were in Hausa. The median number of cattle was higher in Tessit ( $P < 0.05$ ).

## **1.3.2. General description of practices**

### **1.3.2.1. Mobility**

In the study area, camel herds were mobile all year long, with total distances between 10 and 500 km and total mobility duration from 2 to 4 months. Mobility is mainly a strategy for access to pastures and water. Other cited motives for mobility were the cure salée (25 %) and avoiding the conflicts with farmers (15 %). The latter motive was more particularly cited in Tessit and Tin-Hama (9 and 6 %, respectively). In 53 % of cases, only young members of the household participated to herd movements. In 27 % of herds, external labour was hired to drive the herd.

### **1.3.2.2. Valorisation of camel products**

The stated individual milk production varied from 2 to 6 l per day. Most camel owners (92 %) did not sell their camel milk and are not willing to do so for cultural reasons. Only 8 % state their willingness to sell milk in case of abundance. No fattening was practised prior to the sale of camels. Only emergency sale was practised in case of financial need. The number of camels sold or slaughtered per year was  $10.27 \pm 4.96$  % of total herd or about one animal sold yearly per eight adult females owned. The price per camel varied from 150 to 300,000 FCFA. The camels sold were adult males for 75 % of them, adult females in 15 % of cases and calves in 10 %. In all households, the main production of camels was labour, but its use for ploughing was only found in 10 % of households.

### **1.3.2.3. Feeding and watering**

Feeding was based on natural pastures. Only 18 % of herds received occasional supplementation with cotton oilcakes. Crop residues were used by 13 % of breeders. The supplemented animals were lactating she-camels and diseased animals. Salt supplementation of the whole herd was practised regularly by 95 % of breeders. This practice was presented as a second-best, lacking an access to

salty lands (cure salée).

Collective or private wells were the main source for watering (90 %). Temporary water holes were exploited in 85 % of herds. The Niger River was mainly used in Gurma and exceptionally by breeders from Hausa, in case of severe drought. The majority of breeders in Gurma watered their herd thrice a week vs. twice in Hausa. Water lifting was mostly done with camels or donkeys.

Seventy-five percent of breeders mentioned intoxication problems in camels when led in new pastures during herd movements. The clinical signs were bloating, neck wrecking, abortions, shivering and sudden death. Four incriminated plants were identified: ewane (*Feretia apodanthera*), tarakate (*Ziziphus mucronata*), agarof (*Tribulus terrestris*) and tanela (*Ipomoea asarifolia*).

**Table 3: Herd composition by communes presented as median (min–max)**

Com	Tessit	Watagoun	Talataye	Tin-Hama	Stat
Camel	23 (12–)	23 (10–40)	34 (16–54)	34 (19–81)	*
Cattle	14 (1–35)	7 (1–17)	5 (1–15)	5.5 (2–15)	ns
Sheep	5.5 (1–16)	5 (1–23)	8 (1–15)	5 (1–11)	ns
Goat	13.5 (2–)	15 (2–25)	15.5 (2–35)	18 (1–37)	ns
Donke	3.5 (3–4)	2 (1–3)	1 (1–2)	2 (1–4)	ns

Stat. statistical significance of the Kruskal-Wallis test for difference in numbers between communes, ns not significant; \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ )

#### 1.3.2.4. Health

The most cited syndromes in camels could be divided in general affections (84 %), respiratory (68 %), gastrointestinal (50 %), locomotor (45 %), nervous (33 %) and skin diseases (32 %). The local names used for the reported syndromes are detailed in Table 4. Over 95 % of breeders had recourse to ethno-veterinary medicine. According to breeders, livestock and veterinary services targeted cattle and small ruminants and neglected camels. Regarding modern veterinary medicine, 70 % of breeders did use neither anthelmintics nor vaccination for their camels. Twelve percent of camel herds were vaccinated, being all located in Hausa.

**Table 4: Main syndromes as described by breeders**

Tamasheq name	Principal signs	Particularity	Treatments
Achni wakkoussane	Sudden death	Ascribed to an excess of blood	Bleeding at jugular vein
Achni wassamidane	Cachexia		Motor oil, animal fat
Achiyed	Itching, alopecia	Mainly in dry hot season, contagious	Tobacco decoction, motor oil
Taminike	Saddle and harness sore	Followed by infection and myiasis	Insecticides
Tagourmalt	Ticks infestation	Rainy season	Tobacco in nostrils, running
Toza or anafad	Nasal discharge, cough, dyspnea	Cold and dry season	facing the wind

### 1.3.2.5. Reproduction

Herds were mainly composed of adult females ( $76.89 \pm 7.31$  %). The female-to-male ratio in adults was about 7 (Table 5). The mean stated age at first calving in females and age at first mating in males were lowest in Tin-Hama and highest in Wataguna (Table 5). Weaning was practised in 30 % of herds in Hausa vs. 15 % in Gurma. The age at weaning varied from 10 to 15 months. The calving period was reported to take place from July to January for all herders in Talataye and Tessit, for 88 % of them in Tin-Hama and 12 % in Wataguna.

In 61 % of herds, castrated males were sold on the livestock markets. Castrated males were also kept for the lifting of water and transport. Sixty-five percent of herders selected the potential breeders among 2- to 3-year-old males. The most cited criteria for selection were milk production of the mother (25 %), beauty (25.5 %), resistance (18.5 %), colour (19 %) and speed (12 %) (Table 6). The sated breeding life varied from 10 to 23 years.

**Table 5: Breeding management in the four surveyed communes (LSMeans  $\pm$  SE)**

	Tessit	Wataguna	Talataye	Tin-Hama
Female to male ratio	8.34 $\pm$ 7.25a	6.99 $\pm$ 6.67a	6.43 $\pm$ 6.50a	8.08 $\pm$ 7.50a
Age at first calving	6.00 $\pm$ 0.23a	6.36 $\pm$ 0.23a	6.12 $\pm$ 0.23a	5.16 $\pm$ 0.23b
Age at first mating for males	7.16 $\pm$ 0.21a	7.40 $\pm$ 0.21a	7.08 $\pm$ 0.21a	5.64 $\pm$ 0.21b
Age at weaninga	13.90 $\pm$ 1.10a	13.60 $\pm$ 0.89ab	13.15 $\pm$ 1.07ab	12.70 $\pm$ 1.31b

Different lowercase letters following values indicate statistically significant difference between values on a same line

a Forty-five households practised weaning among the 100 surveyed (Tessit 10, Wataguna 5, Talataye

13, Tin-Hama 17).

**Table 6 : Citation rates of the main selection criteria for breeding males (%)**

Criteria	Commune				Total
	Tessit	Wataguna	Talataye	Tin-Hama	
Beauty	29	27	21	25	25.5
Mothers' milk production	22.5	25	27	25.5	25
Colour	23	21	15	17	19
Resistance	12	16	21	25	18.5
Speed	12	11.5	13	11.5	12

### 1.3.3. Cluster analysis of practices

The first three MCA dimensions accounted for 40.3 % of sample variation. The variables showing the highest relative contribution to dimension 1 were those characterising mobility, i.e. family share accompanying herd movement (24.2 %), distance (21.5 %), herd share moving (17.7 %) and duration (15.3 %). Variables contributing the most to dimension 2 were herd size (33.0 %), health practices (18.8 %) and family share accompanying herd movement (17.2 %). Variables contributing the most to dimension 3 were duration (37.2 %), route variability (14.5 %) and owning of cattle (11.9 %).

Along dimension 1, the modalities typical for highly mobile herds showed negative coordinates, i.e. 4 months and over 200 km of yearly movement (−0.98 and −1.45, respectively), with the whole herd moving (−0.78) and the whole household accompanying (−1.21). Dimension 2 opposed small camel herds' modality (below 20 heads; coordinate −0.62) to large herds' modality (over 40 heads; coordinate 1.49). The use of veterinary treatments showed a positive coordinate (0.83) on axis 2, while the lack of household members accompanying the herd movement showed a negative coordinate (−1.36). Dimension 3 was negatively associated to the modality 3 months movement per year (coordinate −0.92) and to the modality of constant routes (−0.70). It was positively associated to large camel herd (0.81) and the absence of cows in the herd (0.51).

The hierarchical classification of individuals led to the description of four clusters (conserving 67.5 % of variability between clusters). As shown by chi-square test, clusters showed highly significant dependence to household share moving, movement duration and distance, commune, camel herd size, herd share moving, and the hiring of labour ( $P < 0.0001$ ), and very significant dependence to variability of routes, and owning of cattle ( $P < 0.001$ ), and significant dependence to the use of supplementary feed and veterinary treatments, and the owning of sheep ( $P < 0.05$ ).

The first cluster may be characterised as one of pure nomadism. It includes 34 breeders, 33 of which move yearly with the whole herds and household (97.1 %). In this cluster, herd sizes were comprised between 21 and 40 camels (76.5 %) and movements extended on 4 months per year (76.5 %). They did not hire labour (100 %) and did not use feed supplements (97.1 %); 61.8 % of them were located in Talataye commune and 61.8 % also did not have cattle. The second cluster may be characterised as one of long transhumance. It includes 28 herds with camel numbers under 40 heads (100 %). They are characterised by medium distances (78.6 % between 51 and 100 km yearly) and variable routes (96.4 %). Ninety percent of breeders not accompanying herd movement are in this cluster, as well as 53.3 % of those hiring labour. Half of them are located in the Wataguna commune. The third cluster may be characterised as one short transhumance. It includes 12 herds, most of which include more than 40 camels, move for 2 months per year, letting the young members of the household accompany the herd, and are located in the Tin-Hama commune (91.7 % for each modality); 83.3 % of them follow variable routes. Two thirds of them use veterinary treatments. The fourth cluster may be characterised as one transhumance with split herd. It includes 26, among which 92.3 % move only with the nonproductive herd, letting the young members of the household lead the herd. Most of them own cattle and sheep (88.5 % for both species); 61.5 % follow fixed routes. Almost half of them (46.1 %) are located in Tessit.

### **1.3.3.1. Animal genetic resources and camel breeds**

The ways herders classify the types of camels differ between Gurma and Hausa. In Hausa, two types are distinguished, the Tilabayaten and the Talmorokit, on the basis of the overall conformation, production ability (milk, speed, draught) and colour. The Tilabayaten is described as white or light grey; it is high at withers with a slender silhouette. Its milk production is reported to be higher than that of the Talmorokit. The latter type is dun and smaller. Its heavier conformation makes it suitable for the transport of goods. In Gurma, nine types are described. Seven are distinguished and named after their colour, including the Azargaf that is characterised by its piebald colour and blue eyes. The two remaining types are the Adignas, which means ‘trustable animal’, and the Awinague, which is characterised by its totally white colour and a vision defect.



**Figure 14: Emali**



**Figure 15: Adignas**



**Figure 16: Awinague**



**Figure 17: Azargaf**



**Figure 18: Azaref**



**Figure 19: Akawal**



**Figure 20: Abzaw**



**Figure 21: Awrague**



**Figure 22: Tilabayaten**



**Figure 23: Talmorokit**

## **1.4. Discussion**

### **1.4.1. Typology of breeding practices: overview**

The strategy of mobility proved an important feature in the MCA and constitution of clusters. Herd size and commune also proved discriminant between clusters. Herd composition, feeding or health management were less strongly associated to MCA but proved nevertheless important in the understanding of the evolution of the system, as detailed below. The link between clusters and communes highlights the geographic variability of production systems, tied to environmental and historical factors, as explained hereunder. The typical nomadism, corresponding to clusters 1 and 3, was more present in Hausa (Talataye and Tin-Hama). Cluster 3 differed from cluster 1 by the use of veterinary treatment, the duration of movement and the share of household accompanying herd. It can be considered as a nomadic system in transition to transhumance. Characterised by the hiring of labour and the sedentarisation of household members, livestock in cluster 2 appears as capital investment, although breeders keep involved in management decision. In Gurma, and particularly Tessit, the greater presence of cattle and the use of crop residues show a trend to intensification. This corresponds to cluster 4, where some form of integration between livestock and crops is observed. However, the use of veterinary treatments did not follow in this trend and proved unexpectedly more frequent in the nomadic herds of cluster 3 (Tin-Hama).

### **1.4.2. Practices**

#### **1.4.2.1. Herd composition**

Facing a variable environment, camel herders adapt their mobility and herd composition, as a portfolio, species contributing uniquely to household's livelihoods and resilience (Lhoste 2007). In Tessit, as figured by cluster 4, a substitution of cattle for camel was highlighted in household histories. The willingness to sedentarise near the riverbanks, the poor adaptation of camel to this humid environment and the slow reproductive cycle of camel are the main stated motives for that trend. Therefore, sedentarisation and the search for rapid profitability diminish the importance of camels as a tool for drought risk management. Homann et al. (2008) describe an inverse situation in Ethiopia, where sufficiently endowed household, facing environmental and socio-political uncertainty, opt for mobility and invest in camels and small ruminants to increase and secure their production. A strategy of sedentarisation and adoption of small-framed cattle is also observed in other groups by these authors, but is interpreted as a sign of distress in less-endowed households. Across the Sub-Saharan 'desert-bell', the adoption of camel and small ruminants is also reported as a response to environmental and economical challenges, being also part of sedentarisation strategies (Faye et al. 2012). Therefore,

sedentarisation cannot be considered as automatically associated to a neglect of camels. Also that neglect by some breeders in the present study might be a result of restricted investment (and risk-taking) ability and a weak development of market for camel products.

#### **1.4.2.2. Mobility**

In Talataye (cluster 1), the whole household accompanied the herd movements, thus corresponding to nomadism as defined by Retaillé (2003). In Tessit and Wataguna (clusters 2 and 4), the herd movements were of transhumant nature, i.e. seasonal movements of herds accompanied by the herder and part of the household, along determined routes from and to a fixed main camp (Saidu 1986). The insecurity in the region entails a trend towards the shortening of distances. On the longer run, pure nomadism may disappear from the region. Such generalised shift of nomadic populations towards transhumant strategies may occur at the expense of an optimal exploitation of semi-arid lands and lead to the overexploitation of favoured areas.

Breeders commonly explained that mobility is fundamental to the camel physiology, whatever the availability of fodder and water. Therefore, sedentarisation of camel breeding appears to them as unrealistic. A strong motive for mobility was also the reinforcement of social cohesion with other tribes or nomadic groups. Together with the practice of commerce, these motives show that mobility is deeply rooted in a lifestyle and culture, which is important to acknowledge in livestock development programs.

#### **1.4.2.3. Valorisation of camel products**

In the present systems, the financial role of animals is crucial: while small ruminants represent easily mobilisable savings, camels and cattle are longer-term savings, for exceptional needs. The market demand nevertheless influenced the destocking decision for camels. Indeed, camel-calves or adult females may be sold when price is favourable.

The present cultural reluctance to sell camel milk was justified by breeders as a component of traditional solidarity networks. In Western Sahara, such reluctance was also observed but governmental efforts could spur the development of a value chain for camel milk (Faye 2003). Indeed, this cultural reluctance is tied to the present production levels and the lack of outlets, thus the lack of permanent incentive to sell milk. Therefore, a joint support to camel breeders and to the development of camel milk markets in Ansongo should contribute by itself to the needed change in habits regarding camel milk marketing.

#### **1.4.2.4. Feeding**

The use of supplement feeds was uncommon (except for salt), particularly in Talataye (cluster 1). From March to July, fodder is scarce and of poor quality. In these extreme conditions, even the moderate feed complementation practices observed in some herds are highly beneficial to camels' health and production. In agricultural zones (Gurma), crop residues are used for feeding along with a diversification of pastures, as in the case of clusters 2 and 4. The use of cotton oilcake was very limited in Ansongo region, due to poor physical and financial access to those. Nevertheless, its use in Tin-Hama (cluster 3) was observed, probably ensuing from an extension project held in 2004. This indicates that while access to oilcakes is poor, this practice met a sustained success due to its visible benefits. However, it could not be adopted in a wider area and kept restricted to the project area. In general, complementary feeding in camel production is motivated by the availability of outlets for camel milk or work (Chaibou and Faye 2005). Therefore, in Ansongo, where herders proved prone to adopt complementary feeding, a support of milk marketing and access to oilcakes or other complements should be successful.

#### **1.4.2.5. Health**

The public and private veterinary structures in the study region are weak. Van Den Bossche et al. (2004) described the complex socio-economic mechanisms impairing the development of veterinary services in rural zones of Africa. Private veterinarians are poorly equipped and unwilling to work in remote camel-rearing areas. Public services are also weakly engaged in camel production and herders mainly rely on ethno-veterinary practices. The remoteness of the camel-rearing areas makes it a common feature across the world, e.g. in Pakistan, Aujla et al. (1998) indicated that 70 % of herders had recourse to those practices. Thus, breeders have developed a fine understanding of herd health management; they are able to recognise and categorise diseases according to their own nomenclature that may correspond quite closely to western medical categories (Antoine-Moussiaux et al. 2005). The treatments are diversified, using plants or more modern product, as motor oil (Antoine-Moussiaux et al. 2005, 2007; Raziq et al. 2010). While parasitic infestations are a major issue in camel production, only a minority of herds made here use of anthelmintics. Giving access to such treatments should raise high benefits, with an expected increase in milk production over 65 % (Faye 2003).

#### **1.4.2.6. Reproduction**

The interviewed camel owners have a good expertise in breeding. The need to accompany unexperimented males during the coitus and the number of females per male are well-mastered practices.

The earlier stated age at first mating in males and first calving in females in Tin-Hama should be confirmed by an individual follow-up, which is nevertheless not feasible in these difficult security conditions. If confirmed, this difference might be linked to the former extension efforts in the commune. The correlation between nutritional status and reproductive performance is indeed well known (Kaufmann 2005).

Weaning was a quite common practice in the present sample, at the average age of 13 months, close to that reported in Kenya (Mukasa–Mugerwa 1985). On the contrary, Chaibou and Faye (2005) indicated that weaning was not an active management practice in Agadez region, Niger.

The reported abortion rate around 35 % is close to that cited by Ouologuem et al. (2004) in the same region. The breeders ascribed many of abortion cases to intoxication by ingestion of urticating caterpillars living on acacias. While this aetiology has not been scientifically established, it is a very common belief in the region of Sahel (Mali, Mauritania and Niger) (Antoine-Moussiaux et al. 2005; Volpato et al. 2013).

Breeding males were seldom chosen outside the herd. Together with the low frequency of renewal of the breeding male, this practice entails consanguinity and possible negative effects on reproductive performances. Whether this practice is due to a lack of knowledge or to other practical constraints should be known in order to propose solutions. Castration aimed at discarding unwanted breeding males and at making males more docile for working purposes. The selection criteria for males were the aspect of the animal (colour, conformation), the performances (milk production of the mother, speed) and its adaptation to the harsh breeding conditions. Those were clearly stated by breeders, and the inclusion of ascendant performances in the criteria indicates a true expertise in this regard and an expected openness to modern selective breeding approaches. However, the low citation rates for all criteria tend to show a low agreement between breeders, which should be taken into account if collective action is to promote.

#### **1.4.2.7. Camel genetic resources**

At present, no definite inventory of camel breeds or types in Mali is available. The types cited in Hausa in the present survey are all included in the list of 12 types reported by Ouologuem et al. (2004). The Abzaw and Azargaf types might correspond to the Abzin and Azaghaf types described by Chaibou (2005) in Niger. This proposition is based on the similarity in the name used as well as of the respective colours of these types.

The difference in the mode of categorisation of camel types in the two ecological zones is an important result of the present survey. Indeed, programs for genetic improvement or for the management of genetic diversity need the full participation of breeders' communities. Therefore, a good knowledge of

their classification modes and of the names they use is crucial in guiding the inventory and building of a fruitful communication. The unique classifications in close areas may be a constraint in the development of a collective action at the regional level, hence the importance of communication between different groups of beneficiaries at the early stage of a program.

The question of breed classification encompasses two distinct goals and thus approaches. A first approach refers to the genetic distance between populations, being useful in the decision-making regarding resource allocation for the conservation of biodiversity (Simianer 2005). According to that view, different names may refer to a same population, to manage as such. In Kenya, Mburu et al. (2003) proposed on the basis of molecular analyses that the camel types called Turkana, Gabbra and Rendille, defined on an ethno-sociologic basis, constitute one single genetic group, contrary to a fourth type recognised as unique, the Somali type. A second approach may acknowledge as breed any population considered as such by breeders. This vision is complementary to the first one. It aims at integrating other dimensions of genetic diversity, namely cultural aspects, indigenous knowledge, lifestyle and objectives of the breeders, in order to promote the appropriation of programs for the management of genetic diversity. Considering both approaches in the setting-up of national inventory programs could help avoid the pitfall of a confused accumulation of diverse denominations without any link to true genetic distances, while not restricting the question of biodiversity to that of a statistical distance between populations disregarding the systems that harbour them.

## **1.5. Conclusion**

The present typology highlighted the geographic variability of production systems in Ansongo region, linked to environmental and historical factors. However, the link between geography and clustering proved imperfect, showing the need to take other basic criteria into account, among which herd size might be a simple one that proved determinant in the MCA and clustering process. As a first approach of camel production in a region with difficult access, this descriptive typological study should constitute a practical tool in the tailoring of livestock development policies, taking the importance of animal genetic resources into account. Clearly, the management, support or reorientation of mobility will be the main challenge of such policies. Hence, while different ecological zones need distinct developing approaches, this study also highlights common features, as the need to support camel milk marketing. A harmonisation in the classification of camel genetic resources in the whole region is also proposed as a useful step towards its management and improvement.

## References

- Abdallah, H. R., Faye, B., 2013. Typology of camel farming system in Saudi Arabia. Emirate, Journal Food Agricultural, 25, 250–260.
- Antoine-Moussiaux, N., Faye, B., Vias, G., 2005. Tuareg ethnodagnostic skill of camel diseases in Agadez area (Niger), Journal of Camel Practice and Research, 12, 85–93.
- Antoine-Moussiaux, N., Faye, B., Vias, G., 2007. Tuareg ethnoveterinary treatments of camel diseases in Agadez area (Niger), Tropical Animal Health Production, 39, 83–89.
- Aujla, K.M., Jasra, A.W., Munir, M., 1998. Socio-economic Profile of Camel Herders in South-Western Mountainous Areas of Pakistan. Proceedings of the third Animal Production under Arid Conditions, vol. 2, 154–174.
- Bénard, C., Faye, B., Moulin, C.H., Kölher-Rollefson, I., 2008. A typology of the camel keepers in the Jaisalmer district, Rajasthan, India, Journal of Camel Practice and Research, 15, 231–238.
- Chaibou, M., 2005. Productivité zootechnique du désert : le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger (Thèse de doctorat). Montpellier II France, 310p. [http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/these\\_chaibou.pdf](http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/these_chaibou.pdf)
- Chaibou, M., Faye, B., 2005. Fonctionnement des élevages camelins de la zone périurbaine de d'Agadez au Niger : enquête typologique, Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 4, 273–283.
- Faye, B., 2003. Performances et productivités laitières de la chamelle: les données de la littérature. Séminaire international sur le lait de chamelle, Niamey, Niger, 4–6 novembre 2003. FAO-CIRAD-ONG Karkara. 12p.
- Faye, B., Chaibou, M., Vias, G., 2012. Integrated impact of climate change and socioeconomic development on the evolution of camel farming systems. British Journal Environment Climat Change, 2, 227–244.
- Homann, S., Rischkowsky, B., Steinbach, J., Kirk, M., Mathias, E., 2008. Towards Endogenous Livestock Development: Borana Pastoralists' Responses to Environmental and Institutional Changes, Human Ecology, 36, 503–520.
- Kaufmann, B. A., 2005. Reproductive performance of camels (*Camelus dromedarius*) under pastoral

management and its influence on herd development, *Livestock Production Science*, 92, 17–29.

Laval, G., Khanna, N.D., Faye, B., 1998. A typology of camel farming systems in Rajasthan. *Revue Elevage Médecine Vétérinaire en Pays Tropicaux*, 51, 147–152.

Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25 (1), url : <http://www.jstatsoft.org/v25/i01>

Lhoste, P., 2007. Sociétés pastorales et désertification au Sahel, *Bois et forêts des tropiques*, 293, 49–59. [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_293\\_49-59.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_293_49-59.pdf)

Mburu, D.N., Ochieng, J.W., Jianlin, H., Kaufmann, B., Reger, O., 2003. Genetic Diversity of Indigenous Kenyan Camel Populations; Implication for their Classification, *Animal Genetics*, 34, 26–32.

Michel, J.F., Bengoumi, M., Bonnet, P., Hidane, K., Zro, K., Faye, B., 1997. Typologie des systèmes de production camélins dans la province de Laâyoune -Maroc. *Revue Elevage Médecine Vétérinaire en Pays Tropicaux*, 50, 313–323.

Mukasa-Mugerwa, E., 1985. Le chameau (*Camelus dromaderius*): Etude Bibliographique. CIPEA, Monographie 5, 111 p.

National Institute of Statistic, 2011. 4<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat du Mali (RGPH): Résultats Définitifs. Bureau Central du Recensement - BCR BP, 12 - Bamako (Mali), Novembre 2011.

Ouologuem, B., Moussa, M., Coulibaly, M.D., N'Diaye, M., 2004. Etude et amélioration du système d'élevage camelin, Rapport final de recherche, 10<sup>e</sup> session Comité de Programme, IER, 45 p.

Raziq, A., Verdier, K.D., Younas, M., 2010. Ethno veterinary treatments by dromedarius camel herders in the Suleiman Mountainous Regions in Pakistan: an observation and questionnaire study, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 6–16.

Regional Direction of Veterinary Service of Gao, 2008. Rapport annuel d'activités.

Retailé, D., 2003. Le destin du pastoralisme nomade en Afrique. In: *L'information géographique*. 671-88-102. <http://www.persee.fr/>

[web/revues/home/prescript/article/ingeo\\_0020\\_0093\\_2003\\_hos\\_67\\_1\\_2857](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ingeo_0020_0093_2003_hos_67_1_2857)

Saidu, A., 1986. Contribution à l'étude d'un système pastoral sahélien: la transhumance au Niger: ses aspects, son incidence et les perspectives d'avenir. Thèse Doctorat Vétérinaire, Université de Dakar, Sénégal, 120p.

---

## Chapitre 2

Analyse des méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution de bovin par des dromadaires de trait

---

## **Préambule**

La caractérisation de l'élevage de dromadaires dans la région de Gao, indique une faible utilisation des dromadaires pour la culture attelée tandis que dans la région voisine (Mopti), on note une utilisation croissante du dromadaire de la culture attelée et les travaux domestiques. Donc il s'est avéré opportun de caractériser la contribution du dromadaire dans les travaux agricoles et domestiques au niveau de la région de Mopti. L'objectif principal était d'éclairer les évolutions dans la gestion des animaux de trait, les pratiques d'élevage camelin dans la zone, selon l'hypothèse que la région de Mopti permet une valorisation accrue de la production de travail du dromadaire et un moyen d'intensification des pratiques agricoles. Ce chapitre est présenté sous forme d'article accepté pour publication.

---

## Section études

### Etude 2 :

Analyse de méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution de bovin par des dromadaires de trait

---

*Accepté pour publication par la revue SCIREA*

**Authors:** Bakary Traoré<sup>1,4</sup>, Abdoulaye Toure<sup>1</sup>, Bara Ouologuem<sup>2</sup>, Pascal Leroy<sup>1,3</sup>, Nicolas Antoine-Moussiaux<sup>1,3\*</sup> and Nassim Moula<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Fundamental and Applied Research for Animal Health (FARAH), Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster, 20, building B43, 4000 Liege, Belgium.

<sup>2</sup>Institute of Rural Economics (IER), BP 262 Bamako, Mali.

<sup>3</sup>Tropical Veterinary Institute, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster 20, building B43, 4000 Liege, Belgium.

<sup>4</sup>Bamako, Mali.

\*Corresponding authors: imzkoul@gmail.com

## 2.1. Résumé

La présente étude a été menée auprès de 99 agropasteurs détenteurs de dromadaires dans le cercle de Koro. L'objectif principal a été d'analyser les méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution des bovins de trait par des dromadaires. Sur les 99 éleveurs interrogés, 91% étaient des dogons, 5% des peulhs et 4% de mossis. L'âge moyen des éleveurs était de 40 ans (Médiane :41 ; Min-Max : 29-63 ans). Plus de la moitié des éleveurs enquêtés (60%), sont analphabètes. L'agriculture constitue l'activité principale de 90% de la population enquêtée. Dans la zone d'étude, la pratique de l'élevage de dromadaire est plus ou moins récente, comparée à l'élevage de bovins et des petits ruminants. L'effectif de dromadaires par éleveur varie entre 1 et 10 têtes. Pour la complémentation alimentaire, 21,2% des agropasteurs procédaient à la distribution de tourteau de coton. La majeure partie des enquêtés (88,9%) gère la santé des dromadaires à travers le recours aux services vétérinaires et à l'utilisation des connaissances ethno-vétérinaires. Le dromadaire était très sollicité pour le labour, le bât, la selle et l'exhaure de l'eau et le transport des biens et personnes. On note une absence totale de la gestion de la reproduction. Les dromadaires âgés sont échangés contre des jeunes ou vendus aux bouchers. Au regard de la gestion de la reproduction, la viande semble être un produit secondaire. La couleur de la robe constitue le principal critère de classification des types de dromadaires. En conclusion, l'élevage camelin recèle des potentialités réelles dans la région de Koro.

**Mots clés :** adaptation ; dromadaire ; bovin ; Koro ; agropasteurs

## 2.1. Abstract

The present study was conducted among 99 dromedary agropastoralists in Koro cercle. The main objective was to analyze the methods of adaptation of agropastoralists in the Koro circle, Mopti region to climate change: the experience of the substitution of draught cattle by dromedaries. Of the 99 herders surveyed, 91% were Dogon, 5% Fulani and 4% Mossi. The average age of breeders was 40 years (Median: 41; Min-Max: 29-63 years). More than half of the herders surveyed (60%) are illiterate. Agriculture is the main activity of 90% of the population surveyed. In the study area, the practice of camel farming is more or less recent, compared to the breeding of cattle and small ruminants. The number of camels per breeder varies between 1 and 10 heads. For food supplementation, 21.2% of agropastoralists distributed cotton meal. The majority of respondents (88.9%) manage camel health through the use of veterinary services and the use of ethno-veterinary knowledge. The camel was in great demand for ploughing, packing, saddling and dewatering water and transporting goods and people. There is a complete absence of reproductive management. Older camels are exchanged for young ones or sold to butchers. In terms of reproductive management, meat appears to be a by-product. The color of the coat is the main criterion for classifying types of dromedaries. In conclusion, camel farming has real potential in the Koro region.

**Keywords:** adaptation; dromedary; bovine; Koro; agropastoralists

## 2.2. Introduction

Les camélidés ont développé, à travers des millénaires leur capacité de produire du lait, de la viande, la force de traction dans certains environnements les plus chauds et les plus hostiles du monde (Abri et Faye, 2019). Hayes et al., (2013), indiquent que l'adaptation à un climat plus chaud est essentielle pour les futurs animaux d'élevage, à cause du fait que le stress dû à la chaleur peut réduire considérablement leur productivité, leur fertilité et leur santé.

Dans les milieux arides et semi-arides, le dromadaire correspond au prototype même de l'animal multi usage. L'utilisation de la poly fonctionnalité du dromadaire contribue à la valorisation non industrielle des régions désertiques (Hjört af Hornäs et Ali Hussein, 1993). Le dromadaire est l'une des rares espèces domestiques à valoriser, par son élevage, les écosystèmes désertiques. D'une manière générale, l'élevage du dromadaire se développe dans les régions où d'autres alternatives d'élevage sont plutôt aléatoires. Avec 0,4 % du cheptel des herbivores, l'élevage des camélidés est encore marginal à l'échelle mondiale. La population mondiale des grands camélidés est estimée à 35 millions de têtes dont 95% sont des dromadaires et 5% des chameaux. Les pays de la corne de l'Afrique (Somalie, Soudan, Éthiopie, Érythrée et Djibouti) comptabilisent plus 60% de la population de dromadaires. L'effectif de dromadaires en Afrique de l'Ouest était estimé à 4 767 000 têtes dont 1 192 900 têtes au Mali (FAO, 2019). Comme indiqué par Faye et al., (2012), en partie à cause des changements climatiques, les zones d'élevage de dromadaires, sont en expansion, en particulier en Afrique. Au cours des dernières décennies, la demande en force de traction cameline a considérablement augmenté au niveau la région de Mopti. Outre leur adaptation à des environnements difficiles, les dromadaires sont des animaux polyvalents utilisés pour la production de lait et de viande, les poils, la course, le transport et le tourisme.

En dépit de son potentiel unique et sa contribution accrue à la sécurité alimentaire, on a relativement moins prêté attention aux chameaux que les autres espèces animales (Faye, 2015).

La problématique du développement de l'élevage du dromadaire au Mali ne peut être abordée que de manière partielle. Sur le plan technique, l'amélioration de la productivité des élevages implique des interventions dans différents domaines tels que la santé animale, l'alimentation du bétail ou encore la gestion technique des troupeaux. Sur le plan commercial, il est essentiel de permettre une meilleure valorisation des productions par une amélioration des conditions d'accès aux marchés. Sur le plan institutionnel, l'articulation des interventions des acteurs institutionnels impliqués dans le domaine de l'élevage du dromadaire au Mali doit être améliorée pour apporter des solutions durables aux problèmes

des pasteurs et agropasteurs. Le Nord et le Centre du Mali figurent parmi les zones où l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages sont les plus élevées du pays. Au Mali, il existe un lien fort entre l'insécurité alimentaire/vulnérabilité et l'élevage.

Pour accompagner l'évolution du système d'élevage du dromadaire et favoriser les innovations appropriées, il faut comprendre les bouleversements actuels dans lequel il s'inscrit ainsi que les stratégies adoptées par les éleveurs et agropasteurs détenteurs de dromadaires. Dans le cercle de Koro, il est, de tous les animaux domestiques, le mieux adapté aux conditions difficiles. Traditionnellement utilisé pour le bât ou la selle, son usage comme animal de traction est moins connu au Mali. Le rôle du dromadaire sur le plan agricole est très peu touché par la recherche et insuffisamment pris en compte par les programmes de développement et les décideurs politiques. L'attention des décideurs et programmes de développement est surtout orientée vers les bovins et les petits ruminants. Toutefois, depuis quelques décennies, l'élevage de dromadaire connaît un regain d'intérêt de la part de la recherche et des politiques. Aujourd'hui, force est de reconnaître que les dromadaires sont utilisés dans plusieurs types de travaux agricoles et domestiques dans la région de Mopti, particulièrement dans le cercle de Koro et de Bankass, où la population est entrain de tirer beaucoup de profit d'intérêt économique : augmentation des surfaces de cultures (labour, sarclage), exhaure d'eau en un temps record, traction des charrettes, source de revenu et transport des personnes et biens. L'utilisation du dromadaire pour des fins agricoles (labour, hersage, semis), concourt de plus en plus au maintien d'une activité rurale dans les zones arides à agriculture pluviale (Pacholek *et al.*, 2000). Le dromadaire constitue un élément essentiel de l'équilibre entre les ressources naturelles, la productivité agricole et le maintien d'une vie rurale dans les régions désertiques. Il est un remarquable atout de l'écologie pastorale de par son comportement alimentaire.

Le présent article fait ainsi le point des méthodes d'adaptation des agropasteurs du cercle de Koro, région de Mopti aux évolutions climatiques : l'expérience de la substitution des bovins par des dromadaires de trait.

## **2.3. Matériel et méthodes**

### **2.3.1. Zone d'étude**

Le cercle de Koro s'étend sur une superficie de 10 937 km<sup>2</sup> avec une population de 361 944 habitants (Institut National de la Statistique, 2009). Il est situé au Sud-Est de la région de Mopti entre les 13°38' et 14°50' de latitude Nord et 2°00' et 3°25' de latitude Ouest. Il est limité au nord par les cercles de Bandiagara

et de Douentza, au sud par la République du Burkina Faso, à l'est par le cercle de Douentza, et à l'ouest par les cercles de Bankass et de Bandiagara. Il est composé de 16 communes et 313 villages. Le climat du type sahélo-soudanien est caractérisé par cinq zones agro-écologiques (la plaine de Gondo, la plaine de Sourou, le Séno, le Mondoro et le haut plateau Dogon). La végétation est constituée par des espèces ligneuses. Les activités agricoles occupent plus 60% de la superficie totale du cercle de Koro. Les eaux de surface sont quasi inexistantes ; seules quelques mares temporaires sont à noter dans la zone. Aucun fleuve ou rivière permanent n'est à signaler dans le cercle. La pluviométrie est inférieure 700 mm par an avec une saison de pluie qui dépasse rarement 2 mois. Les principales ethnies du cercle sont les Dogons, les Peulhs, les Mossis et les Tellems. Après l'agriculture, l'élevage constitue la principale activité économique du cercle. Il occupe tous les acteurs et toutes les ethnies.

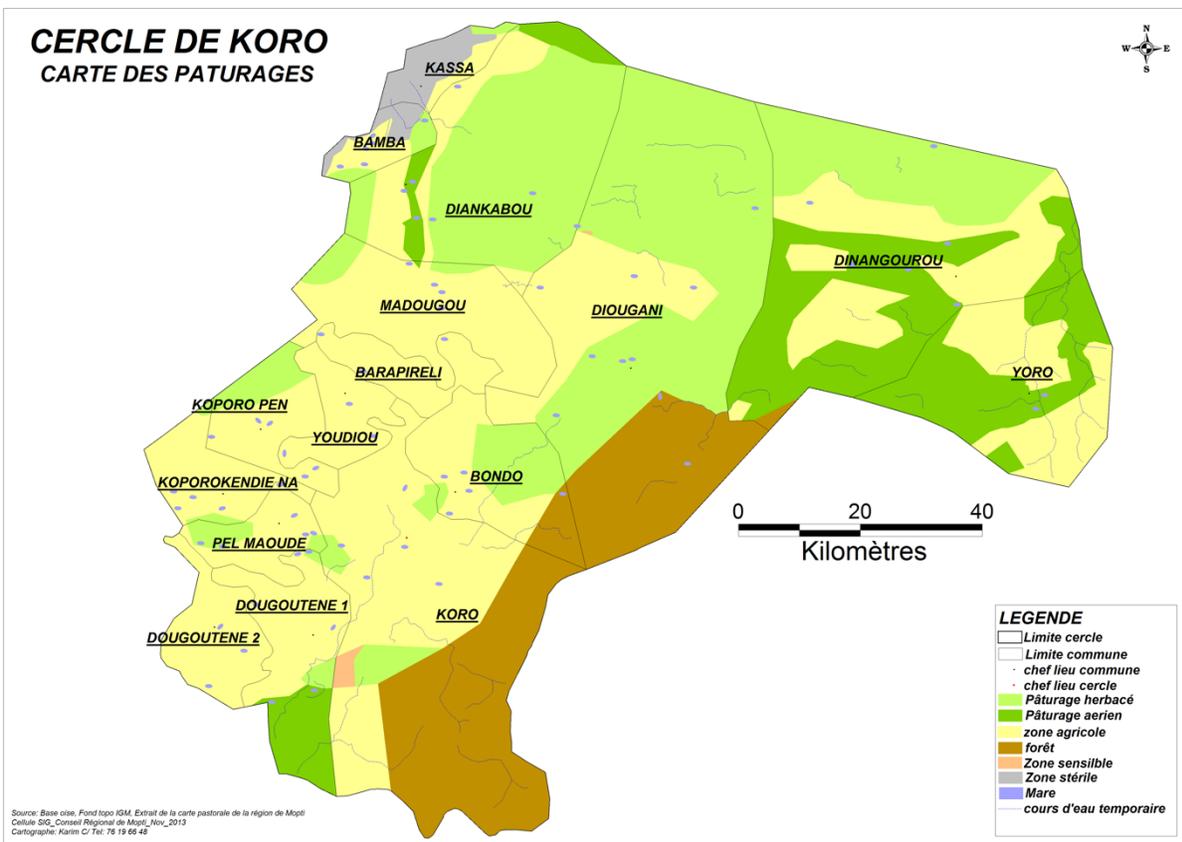


Figure 24 : Carte des pâturages du cercle de Koro

### 2.3.2. Échantillonnage et collecte de données

De janvier à février 2018, un échantillon de 99 propriétaires de camélins a été enquêté dans 9 communes du cercle. Le degré de sécurité a été le critère déterminant dans le choix des communes à enquêter. Les 9

communes retenues sont : Koro (1), Bondo (2), Barapireli (3), Dougoutènè I (4), Dougoutènè II (5), Koporona (6), Koporo-Pen (7), Pel-Maoudé (8) et Youdiou (9).

Dans chaque commune, les zones précises de concentration d'élevage camelin ont été identifiées avec l'aide de chefs de villages et de services techniques d'élevage. Dix-huit villages ont été retenues à raison de 2 villages par commune. Des considérations d'ordres sécuritaire et d'accessibilité sont intervenues dans le choix des villages enquêtés.

Le choix des élevages a été réalisé par *transect walk* au niveau du village, après introduction par les chefs traditionnels et/ou les conseillers du chef de village. Les entretiens étaient de type semi-dirigé, avec un interprète maîtrisant le français, le Bambara et le Dogon (langues locales parlées par tous les enquêtés).

Le questionnaire incluait à la fois des questions ouvertes et fermées. Les thématiques abordés étaient les caractéristiques socio-économiques de l'éleveur et de l'élevage en général, les pratiques de gestion du troupeau de dromadaires en termes d'alimentation et de santé, les différents domaines d'exploitations du dromadaire, les critères de choix du type génétique, les modes d'utilisation ainsi que le degré de satisfaction du type génétique possédé.

### **2.3.3. Analyse statistique**

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R (R 2.8.0). Des analyses statistiques descriptives (fréquence, moyenne, minimum, maximum, écart type) ont été réalisées sur les données quantitatives. Le test Khi2 a été utilisé pour comparer les taux de réponses.

## **2.4. Résultats**

### **2.4.1. Caractéristiques des personnes interrogées**

Sur les 99 éleveurs interrogés, 91% étaient des dogons, 5% des peulhs et 4% des mossis. L'âge moyen des éleveurs était de 40 ans (médiane : 41, min-max : 29-63 ans). Plus de la moitié des éleveurs enquêtés (60%), était analphabète. L'agriculture constitue l'activité principale de 90% de la population enquêtée. Pour celle-ci, la pratique de l'élevage de dromadaire est plus ou moins récente (moyenne : 6,6 ; médiane : 6 ; min-max : 1-15 ans) comparée à l'élevage de bovins ou de petits ruminants. L'élevage de façon générale, constitue la principale activité de la population Peulh enquêtée et le commerce l'activité principale de la population Mossis concernée par la présente étude.

## 2.4.2. Composition et gestion des cheptels

Le cheptel était composé de bovins, petits ruminants, dromadaires et asins. En plus des dromadaires, tous les élevages touchés par l'étude, possédaient un effectif de bovin (moyenne : 12, médiane : 10, min-max : 6-30 têtes). 75% des éleveurs enquêtés avaient un élevage de petits ruminants. Au niveau des élevages interviewés, l'enquête a permis d'inventorier un effectif de 336 têtes de dromadaires (moyenne : 3, médiane : 3, min-max : 1-10 têtes) composé de 268 mâles, 44 femelles et 24 castrés (tableau 1). Cet effectif correspond 15% de l'effectif enregistré par les services vétérinaires locales du cercle (Direction régionale service vétérinaire de Mopti, 2018). L'effectif médian de dromadaires par troupeau était de 3 têtes contre 10 têtes pour les bovins et 21 têtes pour les petits ruminants.

**Tableau 7 : Effectif d'animaux élevés par espèces au niveau des élevages enquêtés**

Espèces élevées	Effectif total	Effectif moyen/élevage	Effectif médian
Dromadaire	337	3	3
Bovin	1259	13	10
Petits ruminants	1996	23	21

## 2.4.3. Gestion de l'alimentation et l'abreuvement

L'exploitation des parcours naturels constituait la principale source d'alimentation des dromadaires. Le matin, les dromadaires étaient conduits sur les pâturages aux environs des villages. Ils pâturent librement sans surveillance sur une distance qui dépasse rarement 10 km. Le soir, les enfants sont chargés de veiller au retour de pâturage des dromadaires. Seuls 21,2% des éleveurs procèdent occasionnellement à la distribution de tourteau de coton. L'utilisation des résidus de récoltes est effectuée par 78,8% des éleveurs interrogés. La complémentation alimentaire des dromadaires était réalisée pendant par 36,4% des agropasteurs, pendant la période des travaux agricoles et la saison sèche par 25% ; en saison sèche uniquement par 18% des agropasteurs. Hormis la distribution de sel gemme et/ou sel ordinaire, 20% des enquêtés ne pratiquaient pas la complémentation alimentaire.

Les puits collectifs et/ou individuels représentent la principale source d'abreuvement des animaux. Les mares (temporaires ou semi-temporaires) n'étaient exploitées que par 25% des élevages. Le rythme

d'abreuve des dromadaires était en moyenne 2 fois par semaine. Le dromadaire était très prisé pour faire l'exhaure de l'eau.

#### **2.4.4. Gestion de la santé des dromadaires**

L'usage des pratiques ethno-vétérinaires était assez courant et très répandu (environ 88,9% des éleveurs enquêtés). Le recours aux pratiques vétérinaires modernes ne concerne que 4% des éleveurs interviewés. Par ailleurs, 7,1% des enquêtés se servent uniquement de pratiques ethno vétérinaires pour la gestion de la santé de leur troupeau de dromadaires. Il a été remarqué que 92,9% des exploitants ne vaccinaient pas leurs dromadaires. Par contre le déparasitage était pratiqué par 93% des agropasteurs contre 7% qui n'en pratiquaient pas ( $P < 0,01$ ). L'insuffisance de vétérinaire et de produits vétérinaires de qualité associée au coût élevé des interventions vétérinaires et la non maîtrise des pathologies camélines par les intervenants représentent les principales difficultés rencontrées dans la gestion de la santé animale des dromadaires. Les taux de citations des périodes de difficultés d'accès aux services de santé vétérinaires énumérées par les agropasteurs, sont les suivants : pendant la saison sèche (41,4%), au moment des travaux agricoles et la saison sèche (41,4%), la période des travaux agricoles (17,2%).

#### **2.4.5. Utilisation des dromadaires**

Au niveau des élevages enquêtés, le dromadaire était très sollicité pour le labour, le bât, la selle et l'exhaure de l'eau. Environ 59,6% des propriétaires interrogés utilisaient les dromadaires spécialement pour le labour et l'exhaure d'eau. Par ailleurs 25,3% des interviewés indiquent une utilisation des dromadaires dans les seuls travaux agricoles et 15,1% déclarent une utilisation aussi bien dans les travaux agricoles, l'exhaure d'eau et la traction des charrettes. Certains propriétaires de dromadaires opéraient des prestations de services avec leur dromadaire.

Le dressage pour la culture attelée, est réalisé par le propriétaire ou un membre de sa famille pour 90,9% des enquêtés. Chez 94,9% des exploitations, la conduite des animaux lors des travaux agricoles, était assurée par les garçons (cf. Figure 25, 26 et 27). Selon la nature du dressage, les techniques de conduite du dromadaire lors des travaux, se faisait soit par la montée sur le dos (91,9%) soit par la tenue d'une corde attachée au coup de l'animal (8,1%).



**Figure 25 :** *Labour avec dromadaire à Tendeli*



**Figure 26 :** *Labour avec dromadaire à Koro*



**Figure 27 : Transport de sac céréale à Koro**

Selon 95% des enquêtés, le dromadaire mâle est plus performant au labour que la chamelle. La production de lait ne faisait pas partie des objectifs d'élevage de dromadaire dans la zone de la présente étude. La viande était un produit secondaire, les dromadaires âgés et blessés (fracture surtout), étaient troqués contre un jeune dromadaire ou vendus au directement au boucher.

#### **2.4.6. Choix de type génétique**

Trois types de dromadaires sont mentionnés par les éleveurs. Ils sont distingués et nommés principalement selon la couleur de la robe. Il s'agit :

- ✓ du type blanc, caractérisé par sa docilité et son grand gabarit ;
- ✓ le type marron, animal docile avec une taille intermédiaire ;
- ✓ et le type noir indiquant un animal moins docile avec un bon gabarit.

Les principaux critères de choix de type de dromadaire sont entre autres : l'ardeur au travail (26,3%) ; la couleur de la robe (25%) ; la gabarit (23%) ; la résistance aux maladies courantes (14 ;1%) et la docilité (11,1%).

En plus des critères de choix énumérés ci-haut, les éleveurs ont des considérations bien définies pour le choix du type de dromadaire en fonction de l'objectif de production.

Selon les dires et les préférences des agropasteurs, les catégories ont été dressées, raison pour laquelle, les types blancs et marrons ne se retrouvent pas pour l'exhaure d'eau.

Les utilisateurs du dromadaire pour le labour, choisissent l'animal le plus docile. Le type blanc et marron sont réputés être dociles (unanimement par l'ensemble des personnes interviewées), du coup ce sont eux sollicités pour le labour. Cependant les travaux d'exhaure sont généralement réalisés par les dromadaires noirs, plus agressifs moins dociles, moins maniables.

**Tableau 8 : Détails des préférences des éleveurs par rapport au choix des types de dromadaires selon les différents types de travaux (%)**

	Fréquence	%
<b>Préférence du type de dromadaire pour le labour</b>		
Type blanc	61	61,6
Type marron	7	7,1
Type blanc ou marron	16	16,2
Type noir	6	6,1
Pas de préférence	9	9,1
P-value		<0,001
<b>Choix du type de dromadaire pour l'exhaure</b>		
Type blanc ou marron	43	43,4
Type noir	56	56,6
P-value		0,19
<b>Choix du type de dromadaire pour la charrette</b>		
Type blanc ou marron	63	63,6
Type noir	36	36,4
P-value		<0,01

La réforme des dromadaires est due principalement aux (i) accidents (blessures ou fractures) 32,3% des citations (ii) maladies 52,5% des citations et/ou (iii) vieillesse 15,2%. La vente de dromadaires s'effectuent le plus souvent au niveau des marchés à bétail (Cf. figure 28)



**Figure 28 : Troupeau de dromadaire au marché à bétail de Koro**

## **2.5. Discussion**

### **2.5.1. Composition et gestion des cheptels**

En général, les éleveurs s'appuient sur quatre principales qualités, (i) la diversité des espèces, (ii) l'adaptation à l'environnement, (iii) la rusticité et (iv) la polyvalence pour constituer leur cheptel (Lhoste, 2007). La taille des troupeaux de dromadaires par élevage (10 têtes au maximum) ainsi que la rapport mâle/femelle (6 mâles pour une femelle) caractérisent l'élevage de dromadaires dans le cercle de Koro. Le rapport mâle/femelle indique une mauvaise gestion de la reproduction au niveau des élevages enquêtés. Au sein de ces élevages, l'accroissement des effectifs s'opère surtout par l'introduction de nouveaux sujets à travers l'achat ou le troc des dromadaires vieux ou accidentés contre un jeune dromadaire. A Koro, le cheptel est réparti d'une part en cheptel transhumant composé de bovins et de petits ruminants et d'autre part en cheptel sédentaire composé de petits ruminants et des animaux de trait (bovins, dromadaires et ânes).

L'introduction du dromadaire dans la traction animale a entraîné des modifications dans les systèmes d'élevage existants. La composition des troupeaux est en pleine mutation. Nous assistons de plus en plus à une substitution des bœufs de trait et des ânes d'exhaure par des dromadaires ces dix dernières années. Dans la présente étude, l'adoption de dromadaire comme animal de trait, peut être assimilée à une forme d'intensification de l'agriculture, de réduction de temps de travail pour les femmes et les enfants. Dans le cercle de Koro, les femmes et les enfants constituent la principale main d'œuvre pour les travaux agricoles. L'utilisation des dromadaires représente également une nouvelle stratégie de gestion des risques de sécheresse. Par exemple, en Éthiopie, face à l'incertitude environnementale et sociopolitique, certains ménages investissent dans l'élevage de dromadaires et de petits ruminants pour accroître et sécuriser leur production. L'adoption de dromadaires et de petits ruminants est également signalée comme faisant également partie des stratégies de sédentarisation (Faye et al., 2012), d'accroissement et de sécurisation de la production agricole (Homann et al., 2008). Une situation inverse a été observée dans la commune de Tessit, région de Gao au Nord Mali par Traoré et al. (2014), où des éleveurs procèdent à une substitution de dromadaires par les bovins.

## **2.5.2. Gestion de l'alimentation et l'abreuvement**

Dans le Sahel, l'élevage de dromadaires est le plus souvent du type transhumant extensif. Il est caractérisé par une mobilité spatiale des troupeaux dans un contexte agro climatique particulier. Son alimentation se caractérise par une pâture ambulatoire, l'animal parcourt de grandes distances à la recherche de nourriture et de l'eau (Ouologuem et al., 2020). Il est capable de consommer plusieurs types d'aliments dont certains sont rejetés par les autres ruminants. Il consomme des espèces très variées aussi bien sur le plan botanique (graminées, légumineuses, arbres, arbustes, etc.) que de composition chimique. Le dromadaire mutile rarement une plante. Le broyage des feuilles des arbustes et des arbres ne détruit généralement pas la plante. Le dromadaire de par son comportement alimentaire, pâture de manière à préserver son milieu écologique. Avec le dromadaire, aucun type de végétation n'est surpâturé, les couches supérieures des formations végétales sont largement exploitées. Le dromadaire ne dénude pas le sol et la couche arable ne se volatilise pas sous l'effet du piétinement de l'animal (Chehma A. et Faye B. 2011)

Dans la zone de la présente d'étude, les élevages de dromadaires sont de type plus ou moins « sédentaire » avec une forte exploitation des pâturages aux environs des villages dans un rayon de moins de 20 km. L'exploitation des pâturages constitue la base de l'alimentation des dromadaires. L'insuffisance de grands espaces de pâtures peut entraîner une modification du comportement alimentaire du dromadaire.

Les agropasteurs utilisent les résidus de culture pour la supplémentation alimentaire des dromadaires. À l'image de l'entretien des bœufs de labour, certains agropasteurs procèdent de la distribution de tourteau de coton aux dromadaires de trait pendant la période des travaux agricoles. Une pratique de complémentation alimentaire à base de concentrés (tourteau de coton), a été observée par Traoré al. (2014) au niveau de certains élevages de dromadaires à Tin-Hama dans le cercle d'Ansongo au Nord du Mali. Chaibou et Faye (2005) soulignent que la pratique de complémentation alimentaire dans l'élevage de dromadaires dans la région de Agadez, était motivée par la disponibilité de débouchés pour le lait de chameau ou le travail.

### **2.5.3. Gestion de la santé des dromadaires**

Depuis les années 1990, la privatisation de la santé animale est devenue une option majeure pour la promotion de l'élevage au Mali. Elle s'est traduite par la substitution de la gratuité par le caractère payant des vaccinations et autres prestations. Malheureusement, le dispositif des établissements vétérinaires privés, reste encore peu développé. Le cercle de Koro, à l'instar de la plupart des zones d'élevage au Mali, connaît un déficit en matière de structures et services vétérinaires (étatiques et privés). La non maîtrise des pathologies camélines par les vétérinaires, représente l'une des principales contraintes rencontrées dans la gestion de la santé animale des dromadaires. La disponibilité et l'accessibilité des vétérinaires et médicaments vétérinaires sur le terrain pour la couverture sanitaire du bétail, sont aussi très limitées. A cela s'ajoute le faible engagement des services vétérinaires publics et privés en matière de gestion de santé animale cameline. Ainsi les éleveurs et agropasteurs dépendent principalement des pratiques ethno-vétérinaires. Selon Vandebossche et al. (2004), la disponibilité et l'accessibilité constituent des facteurs essentiels à la généralisation des pratiques de soins de santé vétérinaire moderne au niveau des petites exploitations. Les pratiques ethno-vétérinaires sont assez courantes en ce qui concerne la gestion de la santé des camélins. Au Pakistan, 70% des éleveurs de chameaux avaient recours aux pratiques ethno-vétérinaires (Aujla et al., 1998).

Dans la présente étude, les éleveurs sont en phase d'acquiescer une bonne compréhension de la gestion de la santé du troupeau sous l'expertise de quelques rares éleveurs Touaregs présents dans la zone. Au Mali, l'élevage de dromadaire est intimement lié à la culture et à l'identité du nomade (Touareg, Maure surtout). La classification des maladies des dromadaires fondée sur les connaissances ethno-vétérinaires correspond de manière satisfaisante avec le diagnostic de la médecine vétérinaire moderne (Antoine-Moussiaux et al., 2005, 2007; Raziq et al., 2010). Pour la promotion et le développement de l'exploitation du dromadaire au Mali, il serait judicieux de soutenir les actions d'amélioration de la santé animale cameline à travers le renforcement des capacités des vétérinaires et du dispositif des infrastructures de base.

#### **2.5.4. Utilisation des dromadaires**

Le dromadaire est un animal multifonction avec une excellente capacité d'adaptation aux conditions de vie en milieu aride et semi-aride. Il peut rester pendant une longue période sans boire. Il est aussi capable de transformer en énergie les maigres ressources fourragères habituellement inexploitées par les autres animaux domestiques. Dans la zone de Koro, le dromadaire gagne en notoriété sur les bovins et les ânes, grâce à ses performances en matière de labour, de transport de biens et personnes ainsi que pour le puisage de l'eau dans les puits de grandes profondeurs. Son élevage est aussi reconnu comme étant moins exigeant (alimentation, santé, capacité d'adaptation) que celui des bovins de la région. Vias Franck et al (2004), indique le dromadaire est doté d'une capacité de traction supérieur aux autres animaux domestiques. Il est plus puissant, plus rapide et plus résistant qu'une paire de bœuf. Dans le cercle de Koro le dromadaire est principalement utilisé comme auxiliaire de l'agriculture et moyen d'exhaure d'eau et de transport des biens et personnes. Cette exploitation de la force de traction du dromadaire explique l'engouement des agropasteurs pour son élevage. Cet état de fait contraste avec les résultats obtenus par Traoré et al (2014), indiquant une utilisation insignifiante du dromadaire pour le labour dans le cercle de Ansongo dans la région de Gao (Nord du Mali). Selon Faye et al. (2014), l'utilisation du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture (labour, semis) et transport des biens et des personnes, est traditionnel dans certains états du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), en Inde et au Pakistan. L'insuffisance de terres arables peut justifier le faible taux d'utilisation du dromadaire au profit des activités de labour dans le cercle de Ansongo. Dans la région de Mopti, on utilise le dromadaire pour l'exhaure de l'eau des puits plus ou moins profonds pour l'abreuvement des animaux ou l'eau de consommation humaine.

#### **2.5.6. Choix de type génétique**

Les ressources génétiques locales ont une grande valeur car elles peuvent être utilisées comme source fiable de nourriture. Dans la zone de la présente étude, l'appréciation du dromadaire est basée aussi bien sur des paramètres de production (force de travail), de fonctionnalité et d'esthétique. Dans les systèmes d'élevage traditionnel, le caractère multifonctionnel est très typique (Ayalew et al., 2003). Selon Lesur-Gebremariam (2015), la domestication animale présente différentes formes en fonction du type de culture et de l'environnement où elle a eu lieu. De même, la diffusion d'animaux domestiques dans de nouvelles zones a profondément affecté les sociétés et les écosystèmes. En Afrique, les mécanismes à l'origine du choix d'un programme de sélection spécifique restent inconnus.

Les critères de sélection ne sont pas uniquement basés sur la productivité, mais aussi sur la capacité de résister aux maladies et à la couleur de la robe (Röhler-Roolefson, 1997). La couleur de la robe représente le facteur fondamental de différenciation des types de dromadaires dans la zone de Koro. Cette considération est plus ou moins similaire au mode de catégorisation des dromadaires dans la région d'Ansongo selon les résultats de l'étude de Traoré et al. (2014). Les agropasteurs associent un lien de corrélation entre l'aptitude de production d'énergie (force de traction), le caractère docilité et la couleur de la robe. D'une part, la robe blanche indique un dromadaire docile et excellent en matière de traction animale (labour, transport, puisage d'eau). Et d'autre part, la robe noire indique l'agressivité de l'animal. Cette appréciation est partagée par la grande majorité des enquêtés. Seule, une investigation approfondie pourrait fournir des explications plausibles. Sur les 3 types de dromadaires cités par les agropasteurs, le dromadaire blanc qualifié de plus docile, est de loin le type de dromadaire le préféré. L'insécurité socio-politique que connaît le Mali dans sa partie septentrionale ces dix dernières années, a eu un impact sur l'augmentation des effectifs de dromadaires dans la région de Mopti en général. Il est probable qu'il n'existe pas de véritable différence génétique entre les trois types cités dans la zone de Koro et certains types indiqués dans les études réalisées dans la région septentrionale du Mali par Ouologuem et al. (2004) et Traoré et al. (2014). Avec l'élevage camelin, différents noms de races ou types génétiques peuvent faire référence à une même population. Mburu et al. (2003) indiquent grâce à des analyses moléculaires, que les types de dromadaires appelés Turkana, Gabbra et Rendille, définis sur une base ethnosociologique, constituent en réalité un seul groupe génétique.

## **2.6. Conclusion**

Il ressort de la présente étude que l'élevage camelin recèle des potentialités réelles. La polyvalence du dromadaire est faiblement mise à profit par les agropasteurs à cause notamment de la faiblesse technique des éleveurs, de la mauvaise couverture sanitaires des animaux et des problèmes de pâturages. La culture attelée cameline tend à se développer depuis une dizaine d'années dans le cercle de Koro. Le développement de la culture attelée cameline est limité d'une part par la méconnaissance de l'animal (élevage, alimentation et gestion de la santé animale) et d'autre part par l'insuffisance de programme et structures d'appui/conseil de base. Vu l'importance et la capacité des dromadaires dans les travaux agricoles et domestiques, il est essentiel d'entreprendre d'autres investigations complémentaires sur les aspects socio-économiques et zootechniques pour améliorer l'élevage de dromadaires dans la zone, afin de tirer un maximum de profit, car ces animaux sont souvent mal entretenus par méconnaissance et ou par manque de moyens financier.

## Références

- Amanor, C.S., 1995. Dynamics of herd structures and herding strategies in West Africa: a study of market integration and ecological adaptation. *Africa* 65, 351–394.
- Antoine-Moussiaux N., Faye B., Vias G. V. 2005. Tuareg ethno-diagnostic skill of camel diseases in Agadez area (Niger). *Journal of Camel Praticice and Research*, 12 (2): 85-93.
- Antoine-Moussiaux, N., Faye, B., Vias, G., 2007. Tuareg ethnoveterinary treatments of camel diseases in Agadez area (Niger), *Tropical Animal Health Production*, 39, 83–89.
- Aujla K. M., Jasra A. W. et Munir M. 1998. Socio-economic Profile of Camel Herders in South-Western Mountainous Areas of Pakistan. *Proceedings of the third Animal Production under Arid Conditions*, vol.2: 154-174.
- Ayalew, W. Rischkowsky, B. King, J. M. Bruns, E. 2003. Cross-breds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings, *Agric. Syst.*, 76 (3), 1137-1156. DOI.org/10.1016/S0308-521X(02)00033-1.
- Bourgeot A. (éd.), 1999. *Horizons nomades en Afrique sahélienne*. Paris, France, Karthala, coll. Hommes et Sociétés, 491 p.
- Chaibou M., Faye B. 2005. Fonctionnement des élevages camelins de la zone périurbaine de d'Agadez au Niger : enquête typologique. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 2005 (4) :273-283.
- Chehma A. et Faye B. 2011. Facultés digestives du dromadaire face aux contraintes alimentaires du milieu saharien. *Revue des Bio Ressources ; Vol. 1, N°1.*, 26-30. <http://www.ouarglauniv.dz/pagesweb/PressUniversitaire/doc/08%20Bio%20recources/B0101/B01014.pdf>
- FAO, 2019. FAOSTAT, Country Profile, Mali [WWW Document]. URL <http://faostat.fao.org/site/666/default.aspx> (accessed 2.28.19).
- Faye B. 2011. Combating desertification: the added value of the camel farming . *Annals Arid Zones*, 50 (3&4), 1-11.
- Faye, B. 2014. Anatomical and physiological adaptation of domestic animals to ecosystem constraints : the example of the camel in arid lands. *Bull. Al-Farabi Univ., Série biologie*, 1/2 (60), 134-137
- Faye, B., Chaibou, M., Vias, G., 2012. Integrated impact of climate change and socioeconomic development on the evolution of camel farming systems. *British Journal Environement Climat Change*, 2, 227–244.
- Hjört af Ornäs, A., Ali Hussein, M., 1993. In: *The multi-purpose camel : interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia*, EPOS, Hjort af Ornäs (Ed.),Uppsala University, Sweden, 31-42.

Homann, S., Rischkowsky, B., Steinbach, J., Kirk, M., Mathias, E., 2008. Towards Endogenous Livestock Development: Borana Pastoralists' Responses to Environmental and

IndexMundi, 2014. Mali Economy Profile 2014 [WWW Document]. URL [http://www.indexmundi.com/mali/economy\\_profile.html](http://www.indexmundi.com/mali/economy_profile.html) (accessed 02.25.19)

Institutional Changes, *Human Ecology*, 36, 503–520.

Institut National de la Statistique, 2013. 4<sup>e</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2009. Ministère de l'Économie des Finances et du Budget. Rapport final. 298 Pages.

Lhoste P., 2007. Sociétés pastorales et désertification au Sahel. *Bois et forêts des tropiques*. 293 (3) : 49-59

Lesur-Gebremariam Joséphine 2015. « Domestication animale en Afrique », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 120-121 | 2010, URL : <http://nda.revues.org/1000> ; DOI : 10.4000/nda.1000

Mburu D. N., Ochieng J. W., Jianlin H., Kaufmann B., Reger O. 2003. Genetic Diversity of Indigenous Kenyan Camel Populations; Implication for their Classification, *Animal Genetics*, 34, 26-32.

Ouologuem B., Moussa M., Coulibaly M.D. N'Diaye M. : 2004 : Etude et amélioration du système d'élevage camelin. Rapport final de recherche, 10<sup>e</sup> session Comité de Programme, IER, 45 p.

Pacholek, X., Vias, G., Faye, B., Faugère, O., 2000. Élevage camelin au Niger : référentiel zootechnique et sanitaire. Publ. Coopération Française, Niamey, Niger. 93 p

Raziq A., Verdier K. D., Younas M. 2010. Ethno veterinary treatments by dromedarius camel herders in the Suleiman Mountainous Regions in Pakistan: an observation and questionnaire study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2010, 6:16.

Röhler-Roolefson, I. 1997. Indigenous practices of animal genetic resource management and their relevance for conservation of domestic animal diversity in developing countries, *J. Anim. Breed. Genet.*, 114, (1-6): 231-238. DOI.org/ 10/ 1111/ j/ 1439- 0388.1997.tb00509.x.

Rutagwenda, T., Lechner-Doll, M., Schwartz, H.J., Schultka, W., Von Engelhardt, W., 1990. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 35, 179- 192

Stiles, N. 1988. *La recherche* n°201, 948-952

Traoré, B. Moula, N. Touré, A. Ouologuem, B. Leroy, P. Antoine-Moussiaux, N. 2014. Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali. *Tropical Animal Health and Production*. 46, 7, pp1303-1312.

Van Den Bossche P., Thys E., Elyn R., Marcotty T., Geerts S. 2004. The provision of animal health care to smallholders in Africa: an analytical approach. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, 23 (3), 851-861.

Vias G., Ibrahim Y., Vall E., Faye B., 2004. La traction cameline, un apport important dans l'évolution des pratiques de traction animale au Niger. Actes de l'atelier « Traction animale et stratégies d'acteurs : quelle recherche, quels services face au désengagement des États ? », 17-21 novembre 2003, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 57, 177-179.

---

## Chapitre 3

Analysis of preferences of agro-pastoralists for the attributes of traction dromedaries in harness cultivation: A case study of the Koro district of Mali

---

## Préambule

Cette étude utilise la technique de l'expérience du choix multi-attributs pour déterminer l'appréciation des types de dromadaires par les agro-pasteurs du district de Koro au Mali. Elle visait l'identification des différents attributs des dromadaires en tant qu'animaux de traction sous forme de consentement à payer et d'acceptation de compensation, afin de mieux comprendre la logique des agro-pasteurs et d'identifier les recherches et améliorations en matière d'élevage des dromadaires, dans le sud et le centre du Mali. De nombreuses méthodes d'évaluation des ressources zoo génétiques sont utilisées en ce qui concerne les traits non marchands. La méthode des préférences déclarées (SP) permet d'obtenir des informations sur la demande et sur la valeur des modifications des quantités de biens non marchands. Elle calcule les valeurs à partir des réponses données à des questions hypothétiques, par contre les méthodes préférences révélées, permettent d'estimer les valeurs à partir d'observations de comportement sur les marchés de biens apparentés (Freeman 2003). L'expérience de choix (CE) est une application de la méthode des préférences déclarées. Elle sert à étudier systématiquement les attributs uniques d'un produit groupé (Scarpa et al., 2003). La CE fait partie de la catégorie des modèles de choix d'utilité aléatoires dans lesquels chaque alternative est sélectionnée avec une certaine probabilité. La description détaillée des spécifications du modèle CE a été fournie par Hensher et collaborateurs (2005).

Les résultats de cette étude ont été publiés dans la **revue Pastoralism Research, Policy and Practice (2019) 9 :19** <https://doi.org/10.1186/s13570-019-0153-9>

**Authors:** BakaryTraoré<sup>1,6\*</sup>, Benoit Govoeyi<sup>2</sup>, Issa Hamadou<sup>3</sup>, Abdoulaye Touré<sup>1</sup>, Bara Ouologuem<sup>4</sup>, Pascal Leroy<sup>1,5</sup>, Nicolas Antoine-Moussiaux<sup>1,5</sup> and Nassim Moula<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Fundamental and Applied Research for Animal Health (FARAH), Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster, 20, building B43, 4000 Liege, Belgium.

<sup>2</sup>Polytechnic School of Abomey Calavy, Department of Animal Health and Production, University of Abomey Calavy, 01 BP 2009 Cotonou, Benin.

<sup>3</sup>Department of Animal Production, National Institute of Agricultural Research of Niger, BP 429 Niamey, Niger.

<sup>4</sup>Institute of Rural Economics (IER), BP 262 Bamako, Mali.

<sup>5</sup>Tropical Veterinary Institute, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Boulevard de Colonster 20, building B43, 4000 Liege, Belgium.

<sup>6</sup>Bamako, Mali.

\*Corresponding author: [imzkoul@gmail.com](mailto:imzkoul@gmail.com)

### 3.1. Résumé

Depuis une décennie, la région de Koro connaît un développement spontané de l'utilisation du dromadaire dans la culture attelée. Cette étude caractérise les préférences des agro-pasteurs en matière d'élevage de dromadaires. Cinq critères d'appréciation des types de dromadaires utilisés pour la traction ont été identifiés à travers 9 focus groupes. Les critères d'appréciation qui ressort de ces derniers sont le format avec un taux de citation de 23,2%, la résistance aux maladies avec un taux de citation de 14,1%, l'ardeur au travail avec un taux de citation de 26,3%, la couleur de la robe avec 25,3% de taux de citation et la docilité avec 11,1% de taux de citation.

La méthode d'analyse multi-attributs est appliquée avec 115 propriétaires de dromadaires. Le logit conditionnel a été utilisé pour estimer la fonction d'utilité et le consentement à payer pour les différents attributs. L'ardeur au travail semble être un paramètre important pour la prise de décision avec une disposition à payer (DAP) s'élevant à 558,94 euros. La résistance aux maladies vient en seconde position dans la prise de décision pour le choix de dromadaire avec une DAP de 348,77 euros. Dans une moindre mesure, la robe blanche avec une DAP de l'ordre 54,45 euros, intervient dans la prise de décision des agro-pasteurs. Les agro-pasteurs ont une forte répugnance pour la robe noire. Eu égard à ces résultats, la réalisation d'étude sur les matériels et équipement de trait doivent être entreprise pour promouvoir la culture attelée camelin, pour préserver et pour renforcer le caractère multifonctionnel du dromadaire.

**Mots-clés:** Dromadaire, Critères de sélection, Préférences déclarées, Agro-pasteurs, district de Koro au Mali

### **3.1. Abstract**

The aim of this study was to characterize the preferences of agro-pastoralists in dromedary rearing in the Koro district of Mali, which has experienced a decade of spontaneous development in using dromedaries for harnessed cultivation. Five criteria for assessment of the types of dromedaries used for traction were identified through nine focus group discussions. The assessment criteria developed and estimated rates were the morphological characteristics (23.2 %), disease resistance (14.1%), work attitude (26.3%), color of the coat (25.3%), and docility (11.1%). A multi-attribute analysis method was applied with 115 dromedary owners. Conditional logit was used to estimate utility function and willingness to pay (WTP) for different attributes. Work attitude seems to be an important parameter for decision-making with a WTP amounting to 558.94 euros. Disease resistance comes in second position in decision-making for the selection of dromedary with a WTP of 348.77 euros. To a lesser extent, the white coat with a WTP in the order of 54.45 euros, intervenes in the decision-making of agro-pastoralists. The agro-pastoralists have a strong reluctance for the black coat. In conclusion, the present results showed that further studies should be conducted on materials and traction technologies to promote harnessed cultivation dromedary to preserve and strengthen the multi-functional nature of the dromedary.

**Keywords:** Dromedary, Selection criteria, Declared preferences, Agro-pastoralists, Koro district of Mali

## 3.2. Introduction

The camelid (dromedaries and camels) is only about 1% of the world population of domestic ruminants (Faye et al., 2013). They are found on all the world's dry lands (35 million km<sup>2</sup>) except for the southern African continent (Faye, 2014). The arid regions are breeding areas ultimate, and they shelter about 50% of the world's livestock (UNCLD, 2011). The dromedary, multifunctional animal has an excellent ability to adapt to difficult conditions, to climate change and contributes considerably to improve the living conditions of the local population (Adamou, 2009; Al-Juboori et al., 2013).

In Mali, the different periods of drought (1972-1973, 1984-1985 and 2002), brought awareness on one hand about the vulnerability of traditional pastoral systems and on the other hand on economic, social and cultural importance of dromedaries for pastoral populations in the northern zone. The number of dromedaries in Mali is about 1,008,540 heads (DNPIA, 2016).

The exceptional adaptation of the dromedary to arid and semi-arid (Wilson, 1984), led to an increasing substitution of cattle by dromedary in some nomads (Traoré et al., 2014) and the increasing introduction of the dromedary in traction in certain areas of the Mopti region. Indeed, the use of animal energy in agriculture continues to grow in semi-arid and sub-humid regions in annual crop production systems. Despite the critical importance of the dromedary, development efforts in the field of animal husbandry, were primarily directed to cattle at the expense of small ruminants and dromedaries (Bidjeh al., 199 1).

Admittedly, the proportion of the dromedary breeding in the coverage of national needs for animal products is still low (less than 2%).

But, its numerical and social importance is in contrast with development and research efforts dedicated to this industry. The first investigations on dromedaries, were conducted in the 1980s.

However, efforts of research remain very timid. They are limited for the time to some surveys about its system of breeding and its health (Traoré et al., 2014; Ouologuem et al., 2016, Ouologuem et al., 2017). Camel pull is widespread in North Africa, Ethiopia and India (Richard et al., 1985, Faye, 1997), but it is little used in West Africa, particularly in Mali.

This study uses the technique of the multi-attribute choice experiment to determine the appreciation of dromedary types by agro-pastoralists from the Koro district in Mali. It aims at identifying different attributes of dromedaries as a traction animal in the form of a willingness to pay and a willingness

to accept compensation, in order to better understand the logic of agro-pastoralists and to identify the research and improvements in dromedary rearing in the southern and central regions of Mali.

### **3.3. Material et method**

The study was conducted in 9 municipalities of the Koro district. A participatory survey (focused discussion group), was carried out to identify the main criteria of assessing the agro-pastoralists for the type of dromedary as traction animal. The results of this first phase of inquiry has identified the attributes of choice and the methods to be considered in the development of the individual interview guide to assess the willingness to pay the dromedary used for agricultural and domestic work in the district of Koro.

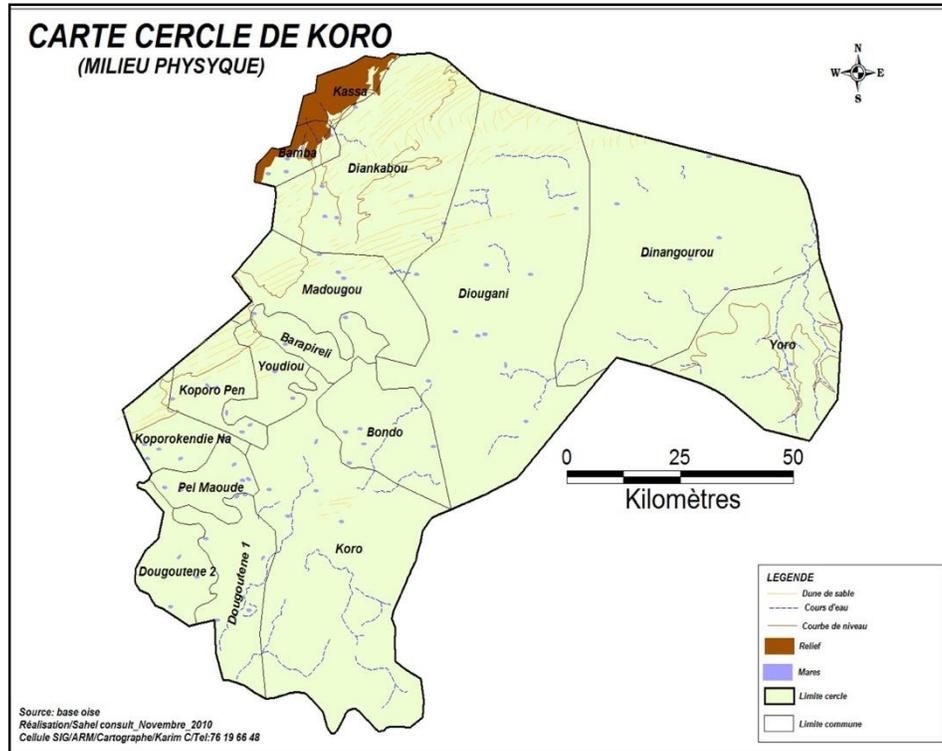
#### **3.3.1. Study area**

Koro District is located southeast of the Mopti region between 13 ° 38 'and 14 ° 50 N latitude and 2 ° 00' and 3 ° 25 'W latitude. It has an area of 10 937 km<sup>2</sup> with a population of 362,587 inhabitants (INSAT, 2013). It is divided into 16 communes and 313 villages. The main ethnic groups of the district are Dogoni, Peulhs, Mossis and Tellems.

Agriculture and livestock are the main economic activities of the district. They occupy all the different socio-cultural layers of the population. On the agro-climatic level, there are five main agro-ecological entities (i) the Gondo Plain, (ii) the Sourou Plain, (iii) the Séno, (iv) the Mondoro and (v) the Dogon Highlands. The vegetation consists of woody species such as *Combretum micranthum*; *Balanites aegyptica*; *Tamarindus indica*; *Amanithe goyances*; *Adansonia digitate*; *Prosopis Africana*; *Sclerocar gabirrea*; *Boscia senegalensis*; *Acacia albida*; *Acacia raddiana* and herbaceous species such as :

*Schoenefeldiagracilis*; *Loudetiatogoensis*; *Cenchrusbiflorus* ; *Zormiaglochidiata*; *Andropogon gayanus*.

Agriculture occupies more than 60% of the total area of the Koro District. Permanent water sources (river or river) are non-existent. However, there are some temporary pools in the area. The rainy season is characterized by low rainfall (less than 700 mm rainfall per year) with duration in the year that rarely exceeds 2 months.



**Figure 29 : Map showing communities surrounding the Koro district of Mali.**

### **3.3.2. Study design**

The study was conducted in nine municipalities of the Koro district. A participatory survey (focus group discussion: FGD) was carried out to identify the main criteria of assessing the agro-pastoralists for the type of dromedary as traction animal. The results of this first phase of inquiry has identified the attributes of selection and the methods to be considered in the development of the individual interview guide to assess the WTP the dromedary used for agricultural and domestic work in the Koro district.

### **3.3.3. Participatory survey on the criteria for selection of traction dromedary**

#### **3.3.3.1. Focus group discussions (FGDs)**

Criteria for assessing the types of dromedaries used for traction were identified in focused group discussions. The degree of security and accessibility has been taken into account in the choice of municipalities and villages respondents. In each town, the precise areas of dromedary concentration were identified with the help of village chiefs and livestock technical services. A total of 9 focus groups were conducted in 9 dromedary breeding areas. Focus groups have gathered the heads of villages,

technicians breeding and responsible for each concentration of the breeding area. In order to have an exhaustive list of these criteria, the *transect walk* method allowed us to add the different stakeholders of the agricultural zones. Each focused group is composed on average of 8-9 parties involved. In each focus group, the discussion focused primarily on the criteria of dromedary type choice for traction. The main criteria listed were written and represented by symbols on the PADEX paper. The proportional stacking up method was used to evaluate the relative importance of each attribute and modality. Notes taken on the discussions, the reasons for choice and disagreements were carefully studied through open questions.

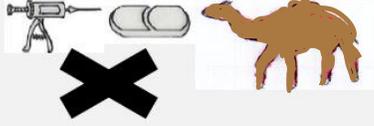
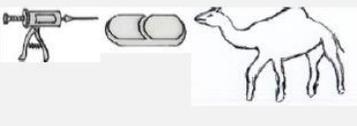
### **3.3.3.2. Selection criteria and methods**

In the FGDs conducted in the nine livestock concentration areas, discussions revolved around the following attributes: format, resistance, work hardness, color of coat, and market value. The identification of these attributes and the collection of individual data from agro-pastoralists were carried out in the nine communities of the Koro district. The proportional piling was performed on the selected attributes and conditions. Details of the five criteria around which the discussions focused on the completion of the interview guide for the continuation of the study are given below:

1. Morphological characteristics: This feature describes the size of the animal.
2. Diseases resistance: It refers to the degree of unresponsiveness to the dominant diseases in terms of the frequency of the disease on average over the year.
3. Work attitude: This character appeared as a very important trait, based on motivations for using the dromedary as animal traction. This attribute assesses the work performance according to the analysis of agro-pastors involved in the study.
4. Color of the coat: Here the color feature describes three key colors dromedary coat encountered in the study area.
5. Market value: Following the models of multi-attribute analysis, the attribute "price" was added on the basis of data collected in the livestock markets in the area.

Three levels were determined, namely 250,000 FCFA (~382 EUR), 275,000 FCFA (~419 EUR) and 400,000 FCFA (~610 EUR), which represent respectively the minimum price, the median and the third quartile corresponding to the sale price of the dromedary on the local market during the period of January 2018. The combination of different levels of these five attributes and their terms has generated two times 20 dromedary profiles used in individual surveys. The first 20 profiles are option 1 and the other 20 profiles, option 2 of the selection to be made by the agro-pastor. The third option was selected if none of

the first two options was of an interest for the interviewee. A copy of selection scenario with illustration is shown below in Figure 30.

Attribute	Animal 1	Animal 2
Format	Large 	Large 
Resistance	Yes 	No 
Work	Very good 	Good 
Color	<b>Brown</b> 	<b>White</b> 
Price	275,000 f CFA (419€) 	400,000 f CFA (610€) 
No option	No preference for Animal 1 and Animal 2	

**Figure 30 : Example of peer choice scenario.**

### 3.3.4. Sampling and interviews

In the framework of this study, individual surveys directed us to 115 agro-pastoralists throughout the Koro district. The snowball method was used. The participants of the FGDs (village leader, rural development

technician, agro-pastoralists) have guided us to agro-pastoralists who in turn permitted us to contact other agro-pastors of secured villages. The main criteria to be met by a producer to be included into the sample of the survey were to possess dromedaries and be responsible for making decisions about the use of the dromedary in agricultural and domestic work. In the face-to-face interview, twenty pairs of dromedary profiles were presented to each agro-pastor interviewed. The interviewee was asked to choose the animal he would like to buy. The interviewee had for each pair of profiles the possibility of rejecting it, that is to say, to declare that neither of the two profiles of the pair was acceptable. At the end of the interview, the interviewee's motivations for the selection were collected and documented with the difficulties encountered in the breeding industry.

### 3.3.5. Statistical analysis and assessment of WTP

The econometric analysis of the declared preferences was performed with the R software (R3.0.1, survival package, package support. Ces) (Aizaki 2012). The assessment of the utility coefficients was done using the conditional logit model. The conditional logit model is based on the random utility model which, according to Louvière et al. (2003), is divided into two parts: one systematic,  $V_{in}$ , and the other random,  $\varepsilon_{in}$ . Formally, the utility function is written:  $U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$  (1)

With  $U_{in}$  the utility of the individual  $n$  for scenario  $i$ ,  $V_{in}$  the systematic component of utility and  $\varepsilon_{in}$  the unobservable component of utility, considered as a random component.

The probability of selection of one of these dromedary profiles  $i$  is:

$$\Pr \{i \text{ is chosen}\} = \Pr \{ V_{ni} + \varepsilon_{ni} \geq V_{nj} + \varepsilon_{nj}; \text{ for all } j \in C_i \} \quad (2)$$

This is where all of the breeder's choice for  $n$  ( $C_n = \{1, 2, 3\}$ ), choose 3 = "No choice"). For each individual  $n$ , the utility provided by the choice of scenario  $i$  is of the form:

With  $\alpha_i$  the constant specific to the scenario  $i$  (Con),  $\beta_k$  the coefficients to be estimated for the  $k$  attributes whose values in the scenario  $i$ , are represented by the  $x_{ik}$ .

The consent to pay corresponds to a monetary conversion utility coefficient of the level of each attribute, according to the method described by Tada et al. (2013). The consent to pay for a level  $I$  of an attribute  $k$  is calculated as follows:

$WTP_{k1} = - \beta_{k1} / \beta \text{ €}$ , with  $\beta_{k1}$  as previously defined and  $\beta \text{ €}$  being the coefficient of utility of the monetary unit (EURO).

### **3.4. Results**

#### **3.4.1. Criteria for appraising the auxiliary dromedary of agriculture**

The identification of attributes and modalities was a very important step in the design of different choice options. From the nine FGDs, five attributes of appreciation of the types of dromedaries used for traction have been identified (Table 1). These attributes were body size, disease resistance, hard work, color of the coat and docility, respectively with 23.2%, 14.1%, 26.3%, 25.3%, and 11.1% average proportional stacking score. The design used for the declared preferences survey was developed from the four attributes with the following terms: size (large or small), disease resistance (yes or no), work (very good, good or average) and color of the coat (white, brown or black).

**Table 9. Proportional stacking on the criteria of agricultural dromedaries in nine FGDs of agro-pastoralists in the Koro district of Mali**

Criteria	Quote rate (%)	Proportional stack score (%)	Average	Min	Max
Format	100	23.2	23		1
Work	100	26.3	27	5	0
Color of coat	100	25.3	25	0	7
Docility	85	11.1	13		0
Resistance	100	14.1	14		7

### 3.4.2. WTP for agro-pastoralists auxiliary dromedary of agriculture

The survey for data collection of multi-attribute analysis, affected 115 agro-pastoralists. The different utility coefficients are shown in Table 2. A reference level was defined for each attribute so the coefficients of the other levels represent the value obtained by a change of reference level at the level examined. The utility coefficient of the monetary unit is negative (-0.00714) and significant ( $p < 0.001$ ). Regarding the color of the coat, white was very popular and highly significant ( $p < 0.001$ ). The black coat dromedary was less appreciated compared to the other two colors (white and brown). Its utility coefficient was negative but statistically very significant. The appreciation of the large format was negative and statistically significant. Marginal utility was positive but not significant for work attitude (very good and good) as well as for disease resistance (Table 3). The results concerning the various WTP in euros were among others, large format (-58.63) with a 97.5% confidence interval (CI) of [-113.78, -3.26], resistant to diseases (348.77) with a CI [256.93, 487.77], very good at work (558.94) with a 97.5% CI of [418.25, 805.51], good at work (222.09) with 97.5% CI of [137.63, 355.78], the white coat (54.45) with 97.5% CI of [-26.42, 143.01] and the black coat (-90.012) with a 97.5% CI of [-179.19, -27.22].

Work enthusiasm seems to be an important parameter for decision-making, and it is the most important parameter with a WTP amounting to 558.94 euros. The value of this single character corresponds to 92% of the highest purchase price of the dromedary used in the protocol of the multi-attribute analysis. Disease resistance comes second in decision-making for the selection of dromedary, its WTP reaching 348.77 euros

being more than half the price of an adult dromedary. To a lesser extent, the white color of the coat with a WTP of the order of 54.45 euros, intervenes in the decision-making of agro-pastoralists.

**Table 10 : Utility coefficients and WTP estimated for dromedary attributes in the Koro district of Mali**

Attribute	Marginal utility	WTP (EUR)	CI 97.5% (EUR)
<b>Format</b>	0.78±0.22	109.84	[54.57, 172.07]
<b>Resistance</b>	-2.09±0.18	-293.81	[-432.41, -216.16]
<b>Work</b>	-1.97±0.14	-275.70	[-407.14, -205.78]
<b>Color</b>	0.23±0.11	32.50	[2.44, 72.55]
<b>Price</b>	0.00714±0.0012	-	-

WTP: willingness to pay; CI: confidence interval

**Table 11 : Utility coefficients and WTP estimated for dromedary attribute levels in the Koro district of Mali**

Attribute	Levels	Marginal utility	WTP (EUR)	CI 97.5% (EUR)
<b>Format</b>	Large	-0.47±0.23**	-58.63	[-113.78, -3.26]
	Small	0	-	-
<b>Resistance</b>	Yes	2.77±0.25ns	342.77	[256.93, 487.77]
	No	0	-	-
<b>Work</b>	Very good	4.52±0.35 ns	558.94	[418.25, 805.51]
	Good	1.79±0.29 ns	222.09	[137.63, 355.78]
	Average	0	-	-
<b>Color</b>	Black	-0.73±0.25**	-90.012	[-179.19, -27.22]
	Brown	0	-	-
	White	0.44±0.33***	54.45	[-26.42, 143.01]
<b>Price</b>	-	0.0081±0.0013**	-	-

WTP: willingness to pay; CI: confidence interval; \*\*\*: p≤0.001; \*\*: p≤0.01; ns: not significant at p>0.05



**Figure 31: White dromedary**



**Figure 32 : Dark brown dromedary**



**Figure 33 : Brown Dromedary**

## **3.5. Discussion**

### **3.5.1. Methodology**

This study was conducted on a sample of 115 agro-pastoralists. Omondi et al. (2008) indicated that for such kind of study, a minimum sample size of 100 respondents. The coefficient associated with the constant obtained in the conditional logit has a positive and non-significant value, hence the relevance of the reference profile. Accordingly, there is no bias in the reference and the results are not compromised as indicated by Scott (2001). Different selection criteria of dromedaries included in the stated preference protocol were identified from participatory process investigations using FGDs and are proportional piling.

Taking into account the point of view of agro-pastoralists is essential for promotion of ownership and sustainability of animal genetic resources management program (Hamadou et al. 2016). Similar approaches have been advocated by other authors to define the selection targets and the preferred characteristics of sheep race Koundoum in Niger (Hamadou et al. 2016), local goats in Ethiopia (Gebreyesus et al. 2013) and to characterize the Simien sheep in Ethiopia (Melaku et al. 2012).

In the present study, the interviewee had the possibility for each pair of profiles to opt out or to choose the zero option, meaning to declare none of the profiles acceptable. When the products are very similar, sometimes the consumer selects none. The reason for such behavior is uncertainty in the choice of products (Ohannessian 2008). Thus, the consumer prefers not to select products until he is sure of his choice. At the end of this exercise, through a discussion session, the motivations and the perceptions of the interviewee about the non-choice can be enlightened with the respondents.

### **3.5.2. Criteria for assessment of the agricultural dromedary auxiliary**

To better understand the logic of use and choice of the genetic type of dromedaries for agricultural and domestic work, it is necessary to understand the preferences of choice of agro-pastors concerning the decisions of breeding. Several authors (Jabar et al. 1999; Tada et al. 2013; Bayou et al. 2014) mentioned the need to understand the preferences of pastoralists in relation to their rearing decisions. The use of multi-attribute choice experiments method allows to value the preferences of farmers expressed as WTP or receive compensation for the different levels of the characteristics of dromedary proposed for animal traction. In fact, the experience of selection makes it possible to determine the individual preferences by submitting several virtual choice tasks to the interviewees (Hanley et al. 1998; Mangham et al. 2009).

Particularly in developing countries, the preferred experimental methods of choice have been used extensively to estimate WTP or receive compensation from interviewees for genetic zoo resources in various animal improvement and selection of animals in breeding programs (Zander et al. 2008; Tada et al. 2013). The four selection criteria, namely format (size), disease resistance, work attitude (work performance) and color of the coat included in the survey protocol of this study are extracted from the results of the nine FGDs.

The docility criterion present in the results of seven working groups was excluded for two reasons. Firstly, this character is indirectly expressed with the character of work performance. Certainly, during individual interviews, agro-pastoralists linked performance to docility; a docile animal is very efficient and easy to use, especially since the work is mainly carried out by children and women. The other reason is to have a less complex and restrictive survey system for respondents (Bateman et al. 2003). According to Kugonza et al. (2012), body size and color of the coat are classic criteria in traditional reproduction systems. The same considerations were cited on Koudoum sheep in Niger (Hamadou et al. 2016). The interest given to the criterion of the color of the coat seems to be based on socio-cultural aspects. The color of the coat represents the most influential trait after the "performance" criterion at work.

Work performance is very important for Koro agro-pastoralists. Animal traction is a major innovation to support the development of agricultural crops while helping to increase labor productivity and stimulate synergies between agriculture and livestock (LE THIEC 1996). The disease resistance criterion responds to one of the major concerns of livestock farmers, namely, the management of animal health, especially in this context characterized by the insufficiency of local veterinary health services and the lack of control of dromedary diseases. Similarly, Traoré et al. (2014) indicated the inaccessibility of veterinarians as limiting factors in Mali. This may explain why agro-pastoralists are more willing to use disease-resistant animals. In order to preserve and reinforce the multifunctional character of the dromedary, it is necessary to carry out investigations on the preferences of the farmers for the selection of the genetic type of dromedary.

### **3.5.3. Analysis of declared choices and WTP**

The appreciation of the traction dromedary is based on parameters of production, functionality and aesthetics. In traditional breeding systems, the multifunctional character is very typical (Ayalew et al. 2003). The selection criteria are based only on productivity but also on the ability to resist to diseases and the color of the coat (Röhler-Roolefson 1997). Nevertheless, depending on the breeding objectives, there are different levels of appreciation regarding preferences. In this study, work performance is the most valued attribute, with a WTP amounting to 558.94 euros, corresponding to approximately 92% of the highest purchase price considered. As a result, work attitude seems to be the most important parameter for decision-making. The great importance given to work performance explains the spontaneous development of the dromedary coupled cultivation in the Koro region. The dromedary has a higher traction capacity than other domestic animals and is notably more powerful, faster and more resistant than a pair of oxen (Vall 1996).

Definitely, the Koro district has experienced a spontaneous development for a decade in using dromedary in harnessed cultivation. The socio-political crisis affecting Mali, especially in the northern part of the country, seems to be a factor favoring the increase of dromedary numbers in the Mopti region in general and in the Koro and Bankass districts in particular. The use of dromedary traction is provoking a certain craze among many farmers for dromedary breeding in the Koro district. In both districts, many farmers have been raising dromedaries for about ten years; they also use them as traction animals.

Overtime, there are gradually increasing trends in change of the composition of herds. This attribute has been at the center of dromedary breeding development efforts in the central and southern part of Mali. Currently, the dromedary is omnipresent in various agricultural and domestic works in the district of

Koro. It is replacing cattle and donkeys usually used for the same types of work, especially as it is less demanding in maintenance and more efficient in the execution of field work. In addition, it serves as a source of revenue through services and transport of people and goods.

For about ten years, new dynamics have become established in terms of using dromedaries for cultivation and transport in the district of Koro and surroundings. The dromedary plays an increasingly important role in animal traction for the farmers of Koro. The preference for disease resistance is far from being a peculiarity; it indicates the strong influence of this criterion in the decision-making of agro-pastoralists. The stake is high because dromedary diseases are less known and less controlled.

Preference for disease resistance is very common, as evidenced by results for sheep in Kenya (Omondi et al. 2008), pigs in Vietnam (Roessler et al. 2008) and cattle in Burkina Faso and Kenya (Tano et al. 2003; Kassie et al. 2011).

A priori, the color of the coat does not have an impact on the productivity of the animals. This trait rather gives a cultural and aesthetic value not to be underestimated; although traditionally neglected, all the black dromedaries are powerful like the white or brown ones. According to the present study, some agro-pastors emphasize that the white or brown coated dromedaries have higher market value than the black dressed ones of similar size. Other authors described that in Africa, traditional beliefs involving animal colors with related factors such as benefits of consumption or sacrifice are common (Kugonz et al. 2012; Dossa et al. 2015). In addition, the relative importance of coat color is a widespread characteristic of purchasing behavior in various farm animal species, as indicated for cattle in Niger (Sidde et al. 2015) or sheep in Niger (Hamadou et al. 2016) and in Ethiopia (Tadesse et al. 2015).

### **3.6. Conclusion**

This study used the multi-attribute choice experiment technique to determine the appreciation of dromedary types for traction by agro-pastoralists in the Koro district of Mali. The use of stated preferences method is not yet sufficiently developed in Mali concerning dromedary breeding. The results obtained can contribute to a better understanding of the logic of agro-pastoralists and as a reference for research and improvement of dromedary rearing in Mali.

Work performance and disease resistance are important decision-making criteria in the selection of dromedaries. The results strongly indicated negative attitude of the agro-pastoralists for the black

coat. Further studies should be conducted on materials and traction technologies to promote harnessed cultivation dromedary, to preserve and strengthen the multifunctional nature of the dromedary.

## References

- Aizaki, H. 2012. Basic functions for supporting an implementation of choice experiments in R. *J Stat Soft* (2):1–24; <http://www.jstatsoft.org/v50/c02/>
- Al-Juboori, A.T., M. Mohammed, J. Rashid, J. Kurian, and S. El-Refaey. 2013. Nutritional and medicinal value of camel (*Camelus dromedaries*) milk. *ZIT transactions on ecology and the environment* 170. WIT Press. [WWW.witpress.com](http://WWW.witpress.com), ISSN 1743-3541 (on-line); <https://doi.org/10.2495/FENV130201>
- Ayalew, W., B. Rischkowsky, J.M. King, and E. Bruns. 2003. Cross-breds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings. *Agric. Syst.* 76 (3): 1137–1156; [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00033-1)
- Bateman, I.J., R.T. Carson, B. Day, W.M. Hanemann, N. Hanley, T. Hett, et al. 2003. Guidelines for the use of stated preference techniques for the valuation of preferences for non-market goods. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Bayou, E., A. Haile, S. Gizaw, and Y. Mekasha. 2014. Characterizing husbandry practices and breeding objectives of Sheko cattle owners for designing conservation and improvement strategies in Ethiopia. *Livestock Res Rural Dev* 26 (12). [7 April 2018]. <http://www.lrrd.org/lrrd26/12/bayo26235>
- DNPIA (Direction Nationale des Productions et des Industries Animales). 2016. Rapport annuel, 113 p.
- Dossa, L.H., M. Sangare, A.A. Buerkert, and F. Schlecht. 2015. Production objectives and breeding practices of urban goat and sheep keepers in West Africa: regional analysis and implications for the development of supportive breeding programs. *Springer Plus* 4:281; <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1075-7>
- Faye, B. 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Sanofi, Libourne, France, 126 p.
- Faye, B., G. Vias-Franck, and M. Chaibou. 2013. Autres repères, autres paysages : le dromadaire profite-t-il du changement climatique ? *courier de l'environnement de l'INRA* N° 63:131–140; <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01221860/file/15-C63Faye>

Faye, B. 2014. Anatomical and physiological adaptation of domestic animals to ecosystem constraints: The example of the camel in arid lands. *Al-Farabi KNU Bull, Série biologie*, 60 (1–2):134–137; <http://bb.kaznu.kz/index.php/biology/article/view/144>

Freeman, A. M. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. 2nd edition, (Resources for the Future, Washington D.C).

Gebreyesus, G., A. Haile, and T. Dessie. 2013. Breeding scheme based on community-based participatory analysis of local breeding practices, objectives and constraints for goats around Dire Dawa, Ethiopia. *Livestock Res Rural Dev* 25. [10/04/2018]; <http://www.lrrd.org/lrrd25/3/grum25048>

Hamadou, I., N. Moula, S. Siddo, M. Issa, H. Marichatou, P. Leroy, and N. Antoine-Moussiaux. 2016. Socio-economic and technical aspects of the conservation of Koundoum sheep in Niger. PhD thesis, Liege University. [20 December 2017].

<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/192980/1/THESE%20ISSA%20HAMADOU%20version%20finale>

Hanley, N., R.E. Wright, and V. Adamowicz. 1998. Using choice experiments to value the environment. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. *Environ Resour Econ* 11(3-4):413–428; <https://doi.org/10.1023/A:1008287310583>

Institut National de la Statistique, 2013. 4<sup>e</sup> Recensement Général de la Population et de l’Habitat 2009. Ministère de l’Économie des Finances et du Budget. Rapport final. 298 p.

Jabbar, M.A., B.M. Swallow, and E. Rege. 1999. Incorporation of farmer knowledge and preferences in designing breeding policy and conservation strategy for domestic animals. *Outlook Agric* 28 (4):239–243; <https://doi.org/10.1177/003072709902800407>

Kassie, G.T., A. Abdulai, C. Wollny, W. Ayalew, T. Dessie, M. Tibbo, A. Hail, et al. 2011. Implicit prices of indigenous cattle traits in central Ethiopia: Application of revealed and stated preference approaches, ILRI, Nairobi, Kenya, Research Rep. 26, 42 p.

Kugonza, D.R., M. Nabasirye, O. Hanotte, D. Mpairwe, and A.M. Okeyo. 2012. Pastoralists' indigenous selection criteria and other breeding practices of the long-horned Ankole cattle in Uganda. *Trop Anim Health Pro* 44 (3):557–565; <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9935-9>

LE THIEC G. coord. 1996. Agriculture africaine et traction animale. Montpellier, France, Cirad, 355 p. (Coll. Techniques).

Louvière, J.J., D.A. Hensher, and J.D. Swait. 2000. Stated choice methods. (Cambridge University press, U.K).

Mangham, L.J., K. Hanson, and B. Mcpake. 2009. How to do (or not to do) Designing a discrete choice experiment for application in a low-income country. *Health Policy Plan* 24(2):151–158; <https://doi.org/10.1093/heapol/czn047>

Melaku, S., Z. Mekuriaw, S. Gizaw, and M. Taye. 2012. Community based characterization of Simien Sheep based on growth performance and farmers' breeding objectives in Simien mountains region, Ethiopia. *Res J Anim Sci* 6:47–55; <https://doi.org/10.3923/rjnasci.2012.47.55>

Ohannessian, S. 2008. L'option "Zéro" en analyse conjointe: Une nouvelle spécification de l'indécision et du refus. Application au marché de la vidéo à la demande. (Unpublished PhD thesis National Conservatory of Arts and crafts of Paris). HAL Id: tel-00265910.

Omondi, I., I. Baltenweck, A.G. Drucker, G. Obare, and K.K. Zander. 2008. Economic valuation of sheep genetic resources: implications for sustainable utilization in the Kenyan semi-arid tropics. *Trop Anim Health Pro* 40 (8):615–626; <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9140-7>

Richard, D., C.H. Hoste, and B. Peyre de Fabregues. 1985. Le dromadaire et son élevage. «Études et synthèses», Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, Maisons-Alfort, 161 p.

Röhler-Roolefson, I. 1997. Indigenous practices of animal genetic resource management and their relevance for conservation of domestic animal diversity in developing countries, *J Anim Breed Genet* 114 (1-6):231–238; <https://doi.org/10.1111/j/1439-0388.1997.tb00509.x>

Roessler, R., A.G. Drucker, R. Scarpa, A. Markemann, U. Lemke, L.T. Thuy, and A. Valle-Zarate. 2008. Using choice experiments to assess smallholder farmers' preferences for pig breeding traits in different production systems in North–West Vietnam. *Ecol Econ* 66:184–192; <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.023>

Samaké, A., J.F. Beleires, C. Corniaux, N. Dembélé, V. Kelly, J. Marzin, J. Staatz, and D. Gautier. 2008.

Changements structurels des économies rurales dans la mondialisation. Programme Rural Struct Mali-Phase II. World Bank.

Scarpa, R., Ruto, E. S. K., Kristjanson, P., Radeny, M., Drucker, A. G., Rege, J. E. O., 2003. Valuing Indigenous Cattle Breeds in Kenya: An Empirical Comparison of Stated and Revealed Preference Value estimates. *Ecological Economics*, 45, 409–426, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00094-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00094-6)

Scott, A. 2001. Eliciting GPs' preferences for pecuniary and non-pecuniary job characteristics. *J Health Econ* 20:329–347; [https://doi.org/10.1016/S0167-6296\(00\)00083-7](https://doi.org/10.1016/S0167-6296(00)00083-7)

Siddo, S., N. Moula, I. Hamadou, H. Marichatou, P. Leroy, and N. Antoine-Moussiaux. 2015. Breeding criteria and willingness to pay for improved Azawak zebu sires in Niger. *Arch Anim Breed* 58:251–259; <https://doi.org/10.5194/aab-58-251-2015>

Stiles, N. 1988. Le dromadaire contre l'avancée du désert. In « La recherche » n°201, 948-952

Tada, O., V. Muchenje, and K. Dzama. 2013. Preferential traits for breeding Nguni cattle in low-input in-situ conservation production systems. *Springer Plus* 2:195; <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-195>

Tano, K., M. Kamuanaga, M.D. Faminow, and B. Swallon. 2003. Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle trait in West Africa. *Ecol Econ* 45:393–407; [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00093-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00093-4)

Tadesse, E., T. Negesse, and G. Abebe. 2015. Sheep production and marketing system in southern Ethiopia: the case of Awassazuria district. *Trop Anim Health Pro* 47:1417–1425; <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0852-1>

Traoré, B., N. Moula, A. Touré, B. Ouologuem, P. Leroy, and N. Antoine-Moussiaux. 2014. Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali. *Trop Anim Health Pro* 46 (7):1303–1312; <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0644-z>

Vall, E. 1996. Capacités de travail, comportement à l'effort et réponses physiologiques du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Thèse Doct. Ensam, Montpellier, France, 418 p.

Wilson, R.T. 1984. The Camel. Singapour: The print house Pte LTD.

Zander, K.K., and A.G. Drucker. 2008. Conserving what's important; using choice model scenarios to value local cattle breeds in East Africa. *Ecol Econ* 68:34–45; <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.023>

---

## Chapitre 4

### Discussion générale et Perspectives

---

## 5. Discussion générale

La présente thèse vise à caractériser l'élevage du dromadaire dans deux zones agro-climatiques. (i) le cercle d'Ansongo dans la région de Gao en zone aride et semi-aride (sahélienne nord) et, (ii) le cercle de Koro dans la région de Mopti en zone sahélienne sud. Actuellement, les deux sites ont en commun le problème d'insécurité d'origines diverses (rébellion socio-politique, groupes armés radicalisés et/ou assimilés) et leurs répercussions sur les relations des différents groupes ethniques. Cette situation a généré des effets négatifs sur le déroulement des études de la présente thèse. Cependant, les adaptations apportées aux travaux de départ ont répondu à l'objectif fixé initialement, d'appréhender l'élevage du dromadaire dans sa diversité et d'apprécier la durabilité des différentes pratiques de gestion.

### 5.1. Conduite de l'élevage de dromadaires

La première étude a été réalisée dans le cercle d'Ansongo dans la région de Gao. Il se caractérise par la présence de zones humides et du fleuve Niger. Les éleveurs adaptaient leur stratégie de gestion d'élevage en lien avec les aléas environnementaux et une volonté manifeste d'accroître le rendement du troupeau. La composition du troupeau est une décision de l'éleveur, qui adapte le portefeuille de ses espèces animales selon leur complémentarité et leur adaptation aux contraintes environnementales (Lhoste, 2007). Dans ladite localité, les éleveurs ont démontré une tendance à la substitution de dromadaires par des bovins. La faible résistance à l'humidité et la lenteur du cycle reproductif sont les premières raisons avancées pour justifier cette pratique. Homann (2008) a décrit une situation inverse dans la province de Borana en Éthiopie où, les petits ruminants et les dromadaires étaient exploités pour sécuriser et améliorer la productivité tout en permettant de faire face aux aléas climatiques et aux réalités sociopolitiques. L'amélioration des performances de reproduction apparaît comme une priorité pour favoriser une diversité des systèmes de production au Nord du Mali. Cette amélioration de la reproduction doit intégrer un plan global de concertation avec les éleveurs. Au vu de l'environnement hautement contraignant et de la grande expertise des éleveurs impliqués, leur pleine participation pour le développement *in situ* des innovations est nécessaire.

L'exploitation des troupeaux d'élevage est en lien étroit avec les besoins fondamentaux des ménages. Les petits ruminants étaient prioritairement mobilisés pour satisfaire les besoins courants de la famille. Ils représentent l'épargne animale la plus facilement mobilisable par les éleveurs. En cas de besoins exceptionnels (fêtes religieuses, cérémonies de mariages, frais de santé), les dromadaires et les bovins sont mobilisés. La demande du marché était déterminante dans le choix de la catégorie de dromadaire à vendre. C'est ainsi que des chamelons ou même des femelles adultes ou futures reproductrices pouvaient être vendus si le marché était favorable. Les niveaux de production de lait déclarés (1 à 6 litres) sont

assez nettement supérieurs à ceux des bovins élevés dans les mêmes conditions. Ils correspondent à ceux rapportés par Faye (2002), et Chaibou (2005) mais inférieurs aux 10,7 litres rapportés par Raziq (2007) au Pakistan. En raison des considérations d'ordres religieux et coutumier, le lait de dromadaire ne fait pas l'objet de vente dans la région. Cette attitude vis-à-vis du lait de chamelle, éloigne les systèmes traditionnels des opportunités du marché moderne. Une très grande partie des 5,4 millions de litres de lait de chamelle produite à travers le monde reste autoconsommée et loin de tout circuit de commercialisation (Faye, 2009). Avant l'intervention du gouvernement marocain, il en était de même au Sahara Occidental (Faye et al., 2003). Par contre, dans certaines villes de régions désertiques (Arabie Saoudite, Algérie, Émirats Arabes Unis, Kenya, Maroc, Mauritanie, Niger), l'émergence de la filière lait de chamelle, faisant de ce produit l'une des principales sources de revenu pour les éleveurs (Chaibou et al., 2005 ; Riaz et al., 2013) a été observée. Un soutien au circuit de vente de lait de dromadaire au Mali valoriserait davantage le développement socioéconomique des zones particulièrement défavorisées sur le plan environnemental comme celle de la région d'Ansongo.

Les élevages de dromadaires dans cette étude sont gérés selon un mode extensif, sans apport d'intrants particuliers, hormis le sel, essentiel à la physiologie du dromadaire. Les modestes pratiques de complémentation alimentaire observées dans ces élevages contribuent à améliorer l'état nutritionnel des animaux. Dans les zones de cultures, après les opérations de récolte, l'exploitation des résidus est mise à profit parallèlement à une diversification des directions de pâture sur les parcours naturels. A Ansongo, la complémentation par le tourteau de coton n'est pas courante, la disponibilité et l'accès financier en étant tous deux limités. Sa pratique par certains élevages de Tin-Hama résulte de programmes antérieurs d'amélioration et vulgarisation effectués par l'IER en 2004 (Traoré et al., 2014). Cette observation indique que de tels programmes peuvent avoir des effets à long terme. En général, les pratiques de complémentation alimentaire en élevage de dromadaires à travers le monde, sont surtout motivées par l'existence de circuit de valorisation monétaire de la production (vente de lait, culture attelée). Chaibou et Faye (2005) décrivent une pratique de complémentation alimentaire soutenue par un contexte socio-économique adéquat, d'accès aux compléments alimentaires et d'opportunité de marché. Le développement d'un tel marché dans le Nord du Mali accompagnerait dès lors la dynamique déjà enclenchée à travers les programmes de vulgarisation. Il justifierait également de nouveaux programmes de vulgarisation, dont l'efficacité serait dès lors raisonnablement attendue.

L'abreuvement demeure un problème essentiel auquel les éleveurs sont confrontés, même si une privation d'eau affecte peu le niveau de production de lait chez la chamelle (Ramet, 1993 et Yagil et al, 1994). L'accès à l'eau d'abreuvement des animaux est gratuit au niveau du cercle d'Ansongo malgré la rareté de cette ressource. La gratuité de l'eau d'abreuvement facilite la mobilité et renforce les liens de cohésion sociale entre tribus et/ou fractions nomades.

La caractérisation de l'élevage de dromadaires dans la région de Gao, indique une faible utilisation du dromadaire pour la culture attelée, tandis que dans la région voisine (Mopti), une utilisation croissante du dromadaire dans la culture attelée et les travaux domestiques est notée. Donc, il s'est avéré opportun de procéder à la caractérisation de l'élevage du dromadaire dans la région de Mopti tout en mettant l'accent sur les aspects relatifs à l'utilisation de la production de travail du dromadaire.

## **5.2. Santé animale et pratiques ethno-vétérinaires**

Les différentes zones de la présente étude, sont caractérisées par une faible présence des services d'élevage en général et des services vétérinaires en particulier. Les services de vulgarisation agricole sont également moins présents. Les éleveurs et agropasteurs de dromadaires ne recevaient pas de services de vulgarisation sur les bonnes pratiques d'élevage ni de soutien vétérinaire, principalement à cause l'éloignement entre les zones d'élevages d'élevage et les services techniques déconcentrés. L'éloignement donne lieu à des coûts de prestation élevé dont les effets se traduisent par une accessibilité limitée des éleveurs, agro-éleveurs vulnérables aux services de santé animale de qualité.

Cette situation s'est aggravée avec la crise socio-politique et l'insécurité récurrente qui sévit dans la région. Dans les zones concernées par les différentes études, il existe une menace permanente contre les agents des services étatiques et une grande des agents techniques publics se sont repliés au niveau des chefs-lieux des cercles. A cela s'ajoute la non disponibilité des vétérinaires privés dans les zones d'élevage de dromadaires. Les structures vétérinaires publiques et privées présentes dans les zones d'étude, sont peu nombreuses. La privatisation des services vétérinaires découlant des mécanismes socio-économiques communs aux zones rurales en Afrique, tels que décrits par Vandebossche et al. (2004).

En effet, les vétérinaires privés sont le plus souvent sous-équipés et peu disposés à rejoindre les zones d'élevage du dromadaire. Les services vétérinaires publics se sont également désengagés de cet élevage. Au niveau des élevages dans la zone septentrionale, la gestion des troupeaux de dromadaires, est sous la responsabilité de tous les membres du ménage. Les rôles sont dédiés en fonction du sexe et de l'âge. La gestion de la santé animale du troupeau ainsi que la décision de vendre un dromadaire ou de partir en transhumance, sont généralement sous responsabilité des personnes d'âge avancé. Les aînés sont dépositaires de connaissances ethno vétérinaires pour gérer la santé des animaux. Des considérations similaires ont été rapportées par Salamula et al. (2017) indiquant que les aînés sont les gardiens des connaissances ethno-vétérinaires en Ouganda. Ils reconnaissent une grande partie des pathologies de leurs animaux de manière assez fine. Ils sont en mesure de classer les maladies selon une nomenclature propre et pouvant correspondre de manière satisfaisante avec le diagnostic vétérinaire moderne (Antoine-Moussiaux et al., 2005). Face aux difficultés d'accès aux services de santé vétérinaires

modernes, les éleveurs de dromadaires gèrent la santé de leur troupeau avec des pratiques ethno vétérinaires. En cas de disponibilité de prestataires services vétérinaires modernes certains éleveurs n'hésitent pas y avoir recours.

Dans le cadre de notre étude, seule une minorité des élevages pratiquaient le déparasitage. En effet, les maladies parasitaires font des pathologies majeures du dromadaire et la prévention contre celles-ci permettrait d'augmenter la production laitière des chamelles de plus de 65% (Faye, 2003). Le problème d'avortement ressort parmi les principales contraintes en matière de santé animale. Sur base de déclaration des éleveurs le taux d'avortement atteint les 35%. Ce taux est proche de celui cité par Ouologuem et al. (2004) dans la région de Gao. L'état nutritionnel et sanitaire ont une répercussion directe sur les performances reproductives.

Les chenilles urticantes vivant dans les acacias, ont été incriminées comme étant la principale cause des avortements. L'implication des chenilles urticantes dans des cas d'avortements chez des dromadaires, a été observée en Mauritanie et au Niger (Antoine-Moussiaux et al. 2005 ; Gabriele Volpato et al., 2013).

Au niveau de la région du centre Mali, où l'élevage de dromadaires commence à se généraliser auprès des agropasteurs, la gestion de la santé animale est surtout assurée par les éleveurs Touaregs et les agents communautaires de santé animale travaillant sous responsabilité d'un vétérinaire privé. Grâce à l'expertise de quelques rares éleveurs Touaregs présents dans la zone les agropasteurs éleveurs de dromadaires sont en train d'acquérir une bonne compréhension de la gestion de la santé du troupeau. Vandebossche et al. (2004) a indiqué que la disponibilité et l'accessibilité constituent des facteurs essentiels à la généralisation des pratiques de soins de santé vétérinaire moderne au niveau des petites exploitations. Au Pakistan, 70% des éleveurs de chameaux avaient recours aux pratiques ethno-vétérinaires (Aujla et al., 1998).

Et au Mali, l'élevage de dromadaire est intimement lié à la culture et à l'identité du nomade (Touareg, Arabe et Maure surtout). Mais pour la promotion et le développement de stratégie d'exploitation du dromadaire au Mali, il serait judicieux de soutenir les actions d'amélioration de santé animale des dromadaires à travers le renforcement des capacités des vétérinaires, des agents communautaires de santé animale et du dispositif des infrastructures de base.

### **5.3. Mobilité des troupeaux de dromadaires**

La mobilité des animaux est une pratique essentielle à la vie en milieu pastoral et agropastoral. Elle est le plus souvent motivée par le besoin d'accès aux ressources naturelles et aux circuits commerciaux du bétail (Bouslikhane, 2015). Les modes existants de mobilité sont dictés par les conditions agro-

climatiques et socioculturelles. Dans la localité de Ansongo, la mobilité représente la stratégie de choix des éleveurs de dromadaires pour assurer les besoins du bétail et gérer la variabilité temporelle et spatiale des ressources. Au-delà de ces motifs, les éleveurs considèrent que la mobilité en soi est essentielle à l'épanouissement du dromadaire. Selon leur propos, « un élevage de dromadaire sans déplacement est voué à l'échec, quelle que soit la disponibilité en fourrages et en eau ». Cette idée était partagée par la totalité des éleveurs enquêtés. En outre, elle est considérée comme un moyen de renforcement des liens de cohésion sociale avec d'autres tribus ou fractions nomades et une occasion de pratiquer le petit commerce. Ces motifs renvoient dès lors à un ancrage profond de la mobilité comme mode de vie, qui doit être prise en compte par toute politique de développement humain dans la région. Le problème d'insécurité qui sévit dans la zone influence la trajectoire et la stratégie des déplacements : les distances parcourues ont tendance à s'écourter par endroit et par moment. A long terme, le nomadisme pur pourrait disparaître. Il est néanmoins possible que cela se fasse au détriment d'une exploitation optimale des espaces arides et semi-arides et mène potentiellement à la dégradation des zones favorisées.

Dans la zone de Koro, les élevages de dromadaires sont de type « sédentaire » avec une forte exploitation des pâturages aux environs des villages dans un rayon de moins 20 km. L'exploitation des pâturages constitue la base de l'alimentation des animaux. Le comportement alimentaire du dromadaire se caractérise par une utilisation rationnelle des ressources naturelles avec une plus grande variabilité des plantes consommées. Il contribue de façon significative à la lutte contre la désertification. Les résidus de culture sont utilisés pour la supplémentation alimentaires. À l'image de l'entretien des bœufs de labour, certains éleveurs procèdent à la distribution de tourteau de coton aux dromadaires de trait la veille et pendant la période des travaux agricoles. La complémentation alimentaire à base de concentrés (tourteau de coton), a été observée par Traoré al. (2014) au niveau de certains élevages de dromadaires à Tin-Hama dans le cercle d'Ansongo au Nord du Mali. Chaibou et Faye (2005) ont souligné que la pratique de complémentation alimentaire dans l'élevage de dromadaires au niveau de la région de Agadez était motivée par la disponibilité de débouchés pour le lait de chameau ou le travail.

Loin d'être une typologie représentative des systèmes d'élevage de dromadaires dans la zone de Ansongo, l'analyse des données, a toutefois permis d'établir des groupes d'élevages selon l'organisation et les modes de gestion. Une forte corrélation entre l'organisation humaine et la stratégie de déplacement est observée. Les aspects tels que la composition du troupeau, les pratiques d'alimentation et le soin de santé ne correspondent pas à un groupe type. Le nomadisme surtout présent en zone Haoussa, caractérise la particularité du groupe 1 et 2 et semble être déterminant dans le maintien de la productivité des élevages dans cette zone. La main d'œuvre familiale joue un rôle majeur dans la gestion des élevages au niveau des groupes 1, 2 et 4. En résumé, les élevages bénéficiant d'appui de services d'élevage et/

ou d'actions de vulgarisation présentent des pratiques d'élevage plus ou moins améliorées par rapport aux élevages non bénéficiaires.

#### **5.4. Gestion de la reproduction**

Dans la zone de Ansongo, les éleveurs ont une expertise certaine en matière de reproduction des dromadaires, mais des améliorations sont encore possibles. La nécessité d'accompagner les mâles inexpérimentés lors du coït et le nombre de femelles par mâle sont des aspects maîtrisés. La différence signalée concernant l'âge à la première mise bas et à la première mise en reproduction entre la commune de Tin-Hama et les 3 autres communes indique un changement d'approche en matière de gestion de la reproduction. A nouveau, une explication réside dans le projet d'appui à l'élevage de dromadaires réalisé à Tin-Hama dans les années 2004 et en illustre la durabilité des effets.

Les pratiques d'échange ou d'achat de reproducteurs externes étaient très rares. La faible fréquence de renouvellement des mâles reproducteurs peut entraîner une certaine consanguinité dans le troupeau. La question est de savoir si la pratique est due à une méconnaissance technique ou à un problème financier.

Les critères de sélection des reproducteurs regroupaient ceux qui étaient liés à l'aspect physique de l'animal (robe, embonpoint de l'animal), à la performance (production laitière des ascendants, aptitude à la course), à la résistance aux maladies et aux conditions difficiles. Les faibles taux de citations des critères de sélection dévoilent un faible partage des priorités d'amélioration.

La pratique de l'élevage du dromadaire est assez récente pour les agropasteurs du cercle de Koro. Par conséquent, ils ont peu d'expérience en matière de gestion des ressources génétiques des dromadaires. L'effectif maximal des dromadaires par élevage ne dépassait pas 10 têtes et le nombre de dromadaires mâles était nettement supérieur à celui des femelles. On note une absence totale de gestion de la reproduction au niveau des élevages enquêtés. La multiplication de l'effectif se fait par l'introduction de nouveaux sujets à travers l'achat ou le troc des dromadaires vieux ou accidentés contre un sujet jeune. L'introduction du dromadaire dans les activités de traction animale a entraîné des modifications dans les systèmes d'élevage existants. La composition des troupeaux est en pleine mutation. Nous assistons à une substitution des bœufs de trait et des ânes d'exhaure par des dromadaires depuis une décennie. L'adoption du dromadaire peut être assimilée à une forme d'intensification de l'agriculture et de réduction de temps de travail pour les femmes et les enfants représentant la principale main d'œuvre pour les travaux agricoles. Elle représente également une nouvelle stratégie de gestion des risques de sécheresse. L'adoption des dromadaires et des petits ruminants est également signalée comme faisant partie des stratégies de sédentarisation (Faye et al., 2012), d'accroissement et de sécurisation de la production agricole (Homann et al., 2008). Une situation inverse a été observée dans la région

d'Ansongo au Nord du Mali par Traoré et al. (2014), où des éleveurs procèdent à une substitution de dromadaires par les bovins. La tendance des éleveurs de Tessit à la sédentarisation a eu un impact négatif et profond sur le rôle du dromadaire en tant que moyen de productions de protéines animales et de transport.

## **5.5. Ressources génétiques camélines**

La différence fondamentale dans les manières de classer les types de dromadaires entre la zone du Haoussa et du Gourma est un résultat important de cette enquête. Toutefois il y a nécessité de mener une investigation plus poussée pour déterminer l'existence probable de distance génétique entre ces différentes populations et sous-populations de dromadaires. On note une faible documentation sur la diversité génétique du dromadaire et les relations entre les différentes populations.

Le classement des dromadaires par races/types génétiques est souvent effectué en fonction de l'origine tribale, des mesures relatives au corps et des écotypes, en fonction de la distribution (Abdallah et Faye, 2012).

L'inventaire des types de dromadaires présents au Mali est loin d'être précis et unanime, les différentes littératures scientifiques disponibles sur le sujet sont assez divergentes. Les types Abzaw et Azargaf semblent correspondre respectivement aux types Abzin et Azaghaf identifiés par Chaibou en 2005 au Niger. Cette affirmation se base sur la coïncidence de la dénomination et de la couleur liée à chaque type. La question de la classification des types et races de dromadaires a deux utilités, entraînant des approches différentes. Une première approche fait référence à la question de la distance génétique entre des populations et trouve son utilité dans un conseil à la gestion où la conservation de la diversité est effectivement présente. Dans cette vision, un même type génétique peut porter différents noms selon les régions ou selon les langues, mais ne représente qu'une seule et même population. Au Kenya, Mburu et al. (2003) ont ainsi proposé sur la base d'analyses génétiques moléculaires que les types Turkana, Gabbra, Rendille, définis sur base de l'appartenance ethnique des éleveurs, ne constituent qu'un seul groupe génétique. Une seconde vision est celle attribuant le statut de type ou de race à toute population considérée comme telle par les éleveurs. Cette conception a une visée opérationnelle, intégrant la culture, les savoirs et objectifs des éleveurs pour favoriser l'appropriation de programmes de gestion des ressources génétiques animales.

Le dromadaire est un animal multifonction avec une excellente capacité d'adaptation aux conditions de vie en milieu aride et semi-aride. Dans la zone de Koro, le dromadaire gagne progressivement en notoriété sur les bovins et les ânes, grâce à ses performances en matière de labour, de transport de biens et personnes ainsi que pour l'exhaure. Son élevage est aussi reconnu comme étant moins exigeant que

celui des bovins dans la région. Vias Franck et al. (2004) ont indiqué que le dromadaire est doté d'une capacité de traction supérieure aux autres animaux domestiques et se montre plus puissant, plus rapide et plus résistant qu'une paire de bœufs. Dans la région de Koro, il est principalement utilisé comme auxiliaire de l'agriculture et moyen d'exhaure et de transports des biens et personnes. Cette exploitation de la force de traction du dromadaire explique l'engouement des agropasteurs pour son élevage. Cet état de fait contraste avec les résultats obtenus par Traoré et al (2014), indiquant une utilisation insignifiante du dromadaire pour le labour dans le cercle d'Ansongo dans la région de Gao. Selon Faye et al. (2014), l'utilisation du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture (labour, semis) et transport des biens et des personnes est traditionnel dans certains états du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), en Inde et au Pakistan. L'insuffisance de terres arables peut justifier le faible taux d'utilisation du dromadaire au profit des activités de labour dans la région d'Ansongo. Les agriculteurs se mettent à trois pour exécuter cette opération : une personne pour guider le dromadaire et deux autres pour vidanger le récipient fait de peau (d'une capacité de 30-50 l) attaché à un long cordage.

## **5.6. Appréciations des agropasteurs dans les pratiques futures**

Le caractère multifonctionnel était mis en exergue dans le choix du type de dromadaire. Les critères de sélection étaient basés aussi bien sur la productivité, la capacité de résister aux maladies et sur la couleur de la robe. En effet la couleur de la robe représentait le facteur fondamental de différenciation des types de dromadaires dans la zone de Koro. Cette considération est similaire au mode de catégorisation des dromadaires dans la région d'Ansongo selon les résultats de l'étude de Traoré et al. (2014). Selon les agropasteurs, il existe une corrélation entre l'aptitude de production d'énergie (force de traction), le caractère de la docilité et la couleur de la robe. Ils rapportent également que la robe blanche indique un dromadaire docile et excellent en matière de traction animale (labour, transport, puisage d'eau). La robe noire était liée à l'agressivité de l'animal. Cette appréciation est partagée par la grande majorité des enquêtés. Une investigation poussée permettra d'étayer scientifiquement ces affirmations. Le dromadaire blanc était qualifié de plus docile, est considéré de loin le type préféré. La situation socio-politique que connaît le Mali dans sa partie septentrionale ces dix dernières années, a contribué à l'augmentation des effectifs de dromadaires dans la région de Mopti. Il est probable qu'il n'existe pas de véritable différence génétique entre les trois types cités dans la zone de Koro et certains types indiqués dans les études réalisées dans la région septentrionale du Mali par Ouologuem et al. (2004 et 2016) et Traoré et al. (2014). Il n'est pas rare de constater que différents noms de types génétiques de dromadaires peuvent faire référence à une même population. Mburu et al. (2003) indiquent grâce à des analyses moléculaires, que les types de dromadaires appelés Turkana, Gabbra et Rendille, définis sur une base ethnosociologique, constituent en réalité un seul groupe génétique.

L'usage du dromadaire dans la culture attelée manque de mesure d'accompagnement. Les agropasteurs, nouveaux détenteurs de dromadaires, sont dans la plupart des cas des néophytes en matière d'élevage de dromadaires.

Les résultats obtenus à partir de la technique de choix multi-attributs, sur l'appréciation des types de dromadaires par les agro-pasteurs du cercle de Koro, ont permis de dégager les différents attributs des dromadaires en tant qu'animal de traction sous la forme d'une disposition à payer et /ou à accepter une compensation. Cet exercice a été initié afin de mieux comprendre la logique des agro-pasteurs et de trouver les pistes de recherche et d'amélioration de l'élevage de dromadaires dans les régions du sud et centre du Mali. Pour mieux comprendre la logique d'utilisation et de choix du type génétique de dromadaires pour les travaux agricoles et domestiques, il est nécessaire de comprendre les préférences de choix des agropasteurs concernant les décisions d'élevage. Les auteurs comme Tada et al. (2013) et Bayou et al. (2014) ont évoqué la nécessité de comprendre les préférences des éleveurs par rapport à leurs décisions d'élevage.

L'expérience de choix a permis de déterminer les préférences individuelles en soumettant plusieurs tâches de choix virtuel aux personnes interviewées (Mangham et al., 2009). Dans les pays en développement, la méthode de l'expérience de choix a été utilisée pour estimer les ressources zoo génétiques dans différents programmes d'amélioration et de sélection animales (Zander et al 2008 ; Tada et al., 2013).

Les quatre critères de sélection, à savoir la taille (format), la résistance aux maladies, la performance au travail (ardeur au travail) et la couleur de la robe, inclus dans le protocole d'enquête, sont extraits des résultats de 9 groupes de discussions. Kugonza et al. (2012) ont indiqué que la taille du corps ainsi que la couleur de la robe sont des critères classiques dans les systèmes de reproduction traditionnelle. Les mêmes considérations sont citées sur les moutons Koudoum au Niger (Hamadou et al., 2016). L'intérêt accordé au critère de couleur de la robe semble être fondé sur des aspects d'ordre socioculturel. La couleur de la robe représente le trait le plus influent après le critère « performance » au travail. La performance au travail revêt une très grande importance pour les agro-pasteurs de Koro. La traction animale constitue une innovation majeure pour soutenir le développement des cultures agricoles tout en contribuant à accroître la productivité du travail et à stimuler les synergies entre l'agriculture et l'élevage.

Néanmoins, en fonction des objectifs d'élevages, il existe différents niveaux d'appréciation concernant les préférences. Dans cette étude, la performance au travail est l'attribut le plus apprécié, avec une disposition à payer (DAP) s'élevant à 558,9 euros, correspondant approximativement à 92% du prix d'achat le plus élevé considéré.

L'ardeur fait partie des traits ou caractères dont les éleveurs locaux accordent des considérations (objectifs) dans leur critère de sélection des animaux, toutefois ces traits ou attributs ne peuvent être vendus sur le marché, mais ils sont utiles à prendre en considération dans le cadre programme d'élevage réussi, car beaucoup de projets d'élevage ont connu des échecs à cause de la non prise en compte des caractères ou attributs pour caractériser les fonctions multiples de l'élevage, en gardant à l'esprit qu'elles ne sont que rarement exprimées sur des marchés qui fonctionnent correctement.

La grande importance accordée à la performance au travail explique le développement spontané de la culture attelée de dromadaires dans la région de Koro. Le dromadaire est doté d'une capacité de traction supérieure aux autres animaux domestiques et se montre notamment plus puissant, plus rapide et plus résistant qu'une paire de bœufs. Certes nous disposons de données scientifiques concrètes de comparaison entre les performances à la culture attelée d'une paire de bœufs et d'un dromadaire au Mali. Ce qui ne nous permet pas d'avancer une affirmation. Il ressort des échanges avec les agropasteurs sur l'engouement d'utilisation du dromadaire dans la culture attelée, la bonne performance et le faible coût d'entretien du dromadaire comparé aux paires de bœufs.

Ces changements ont des effets sur le cheptel et l'élevage des dromadaires, tant sur leur répartition géographique, leur état sanitaire que sur leur utilisation sociale par les agriculteurs. Selon Faye et al. (2012), quatre principaux aspects sont observés en Afrique subsaharienne : (i) une tendance à l'augmentation de la population de dromadaires dans les systèmes d'élevage sédentaire, (ii) une tendance à l'utilisation du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture, (iv) une intégration plus étroite du marché du circuit des produits de base du dromadaire, (iv) un rôle accru du dromadaire dans la sécurité des systèmes d'élevage traditionnellement axés sur l'élevage bovin.

Cet attribut doit être au centre des actions de développement de l'élevage de dromadaire dans la partie centre et sud du Mali. La préférence pour la résistance aux maladies est loin d'être une particularité, elle indique la forte influence de ce critère dans la prise de décision des agro-pasteurs. L'enjeu est stratégique car les maladies des dromadaires sont moins connues et moins maîtrisées. La préférence pour la faculté de résistance aux maladies est très fréquente comme en témoignent les résultats similaires obtenus pour les moutons au Kenya (Omondi et al., 2008), les porcs au Vietnam (Roessler et al., 2008) et les bovins au Burkina Faso et au Kenya (Tano et al., 2003 ; Kassie et al., 2011).

A priori, la couleur de la robe n'a pas un impact sur la productivité des animaux, ce trait donne plutôt une valeur culturelle et esthétique à ne pas sous-estimer d'autant plus que les dromadaires de robe noire même plus performants sont négligés au profit des dromadaires blancs ou rouges. Certains agropasteurs touchés par cette étude soulignent que les dromadaires de robe blanche ou rouge ont une valeur marchande plus élevée sur les marchés que les dromadaires noirs de taille similaire. La couleur blanche

favorise la réflexion des rayons solaires et contribue à diminuer leur effet de chaleur sur l'animal par contre la couleur noir a un effet contraire. Cette situation peut expliquer en partie l'agressivité des dromadaires de robe noire. Des croyances et considérations similaires ont été décrites par d'autres auteurs en Afrique, de telles croyances associant les couleurs animales aux avantages de consommation ou de sacrifice sont courantes (Kugonza et al., 2009 ; Dossa et al., 2015). En outre, l'importance relative de la couleur de la robe est une caractéristique répandue du comportement d'achat chez diverses espèces d'animaux d'élevage, comme indiqué pour les bovins au Niger (Sidde et al., 2015) ou les moutons au Niger (Hamadou, et al., 2015) et en Éthiopie (Tadesse et al., 2015).

## **Conclusion générale et perspectives**

Les objectifs scientifiques de cette thèse ont été de renforcer la base de données existantes sur le dromadaire et fournir des informations nécessaires à la prise de décision pour une meilleure gestion des ressources génétiques de dromadaires et d'orienter les décideurs et agents de développement sur le choix des actions prioritaires à mettre en place.

Nous nous sommes servi des résultats de nos travaux, pour apprécier le degré de validation des hypothèses de bases.

### **Rappel de l'hypothèse N°1**

Toute évolution des systèmes de sélection implique une évolution de la gestion des ressources génétiques animales sur lesquelles ils sont fondés.

### **Synthèse des résultats obtenus**

Au regard de l'analyse des systèmes actuels, le rôle financier des animaux est crucial : alors que les petits ruminants représentent une épargne facilement mobilisable, les chameaux et les bovins permettent des économies à plus long terme, pour des besoins exceptionnels. La demande du marché a néanmoins influencé la décision de déstockage des chameaux. En effet, les chameaux ou les femelles adultes peuvent être vendus lorsque le prix est favorable. La réticence culturelle actuelle à vendre du lait de chamelle a été justifiée par les éleveurs comme une composante des réseaux de solidarité traditionnels.

**En conclusion :** nous sommes à mesure de valider l'hypothèse N°1, ce qui nous amène à considérer que toute évolution des systèmes de sélection implique une évolution de la gestion des ressources génétiques animales sur lesquelles ils sont fondés.

### **Rappel de l'hypothèse N°2**

La région de Mopti est une zone agropastorale permettant une valorisation accrue de la production de travail du dromadaire et une intensification des pratiques agricoles.

### **Synthèse des résultats obtenus**

Les données récoltées auprès de 99 agropasteurs propriétaires indiquent que l'animal était très sollicité pour le labour, le bât, la selle et l'exhaure de l'eau. Environ 59,6% des propriétaires interrogés utilisaient

les dromadaires spécialement pour le labour et l'exhaure d'eau. Par ailleurs 25,3% des interviewés indiquent une utilisation des dromadaires dans les seuls travaux agricoles et 15,1% déclarent une utilisation aussi bien dans les travaux agricoles, l'exhaure d'eau et la traction des charrettes. Certains propriétaires de dromadaires opéraient des prestations de services avec leur dromadaire.

En conclusion : l'analyse des résultats ci-dessus nous permet de validation notre hypothèse N°2 à savoir que la région de Mopti est une zone agropastorale permettant une valorisation accrue de la production de travail du dromadaire et une intensification des pratiques agricoles.

### **Rappel de l'hypothèse N°3**

Au niveau du cercle de Koro, les agropasteurs sont généralement des néophytes en matière d'élevage du dromadaire, le développement de l'utilisation de celui-ci dans la culture attelée, ne sera possible et durable qu'avec la mise en place d'un dispositif d'accompagnement technique approprié.

### **Synthèse des résultats:**

Plus de la moitié des éleveurs enquêtés (60%), était analphabète. L'agriculture constitue l'activité principale de 90% de la population enquêtée et l'élevage de dromadaire est plus ou moins récente. L'utilisation du dromadaire dans les activités de traction animale est aussi récente. Les agropasteurs ont une faible maîtrise de l'élevage de dromadaire ainsi que des technologies de traction du dromadaire.

**En conclusion** : l'hypothèse de base « Au niveau du cercle de Koro, les agropasteurs sont généralement des néophytes en matière d'élevage du dromadaire, le développement de l'utilisation de celui-ci dans la culture attelée, ne sera possible et durable qu'avec la mise en place d'un dispositif d'accompagnement technique approprié », est ainsi validée.

Aux termes de cette recherche, nous constatons que le dromadaire est une ressource précieuse qu'il convient d'exploiter à sa juste valeur. La mise en valeur de l'élevage de dromadaire peut-être un élément déterminant pour le développement et la valorisation des zones arides et semi-arides au Mali. Il constitue une potentialité encore mal exploitée car, excepté à Sikasso et à Bamako, l'animal est présent sur l'ensemble du territoire national. Il représente 14% du cheptel du pays soit environ un million cinq cent mille têtes. Dans les mêmes conditions d'élevage, le dromadaire produit plus de lait et de travail que les bovins autochtones. Il valorise mieux les maigres ressources fourragères des vastes espaces arides et semi-arides du Mali que les autres animaux domestiques. Le Mali, est un pays naturellement indiqué pour promouvoir l'élevage du dromadaire par son climat favorable. La viande et le lait de dromadaire concourent beaucoup à la sécurité alimentaire, ils constituent la base de l'alimentation locale. Les

bienfaits de cet élevage sont inestimables pour le maintien de la vie humaine dans les régions arides et chaudes.

En résumé nous retenons deux principales pistes d'attention à savoir :

- ✓ Une faible exploitation des productions camélines et la non valorisation de la production de lait (lait hors des circuits commerciaux) au niveau des élevages du Nord au Mali.
- ✓ Une gestion insuffisante des ressources génétiques animales de dromadaires dans la région de Mopti.

Ces pistes conduisent à la nécessité d'une exploitation rationnelle pour la préservation de la biodiversité et la durabilité des systèmes productions du dromadaire. En outre, une attention particulière doit être accordée à la nouvelle dynamique qui s'installe autour de la culture attelée caméline.

Il convient alors de formuler les recommandations suivantes :

### **A l'attention de la recherche scientifique et aux structures d'appuis**

- ✓ Il est très important voire indispensable de mener une vaste campagne de vulgarisation de l'élevage du dromadaire et de donner une orientation à ces élevages (laitière, production de viande, parade, etc.)
- ✓ Connaissant la valeur nutritionnelle du lait et de la viande de dromadaire, des unités de transformation doivent être mises en place pour leur transformation.
- ✓ Il convient d'accompagner de toute urgence les agropasteurs du centre (région de Mopti) en matière d'élevage du dromadaire et d'utilisation des outils d'attelage plus adaptés pour cette espèce, afin d'assurer une gestion rationnelle des animaux et prétendre à un développement durable de la traction de dromadaires.
- ✓ Il serait opportun de mener des prospections plus approfondies sur la nouvelle dynamique qui s'installe autour de l'élevage de dromadaires et les relations entre Touareg et Dogon concernant la commercialisation du dromadaire dans la région de Mopti en général.
- ✓ Il convient également de se demander si les écotypes de dromadaires cités par les éleveurs appartiennent à une même population ou race avec une grande diversité génétique ? Cette question doit être abordée par la recherche pour établir une classification des dromadaires au Mali.
- ✓ Les éventuels plans de développement doivent prendre en compte les aspects sociaux et culturels du dromadaire ainsi que les habitudes des éleveurs afin de préserver durablement cette ressource. D'autres études sont nécessaires pour clarifier le statut génétique des différentes populations de dromadaires du Mali et probablement déterminer les relations entre les écotypes.

✓ la formation des futurs agronomes et vétérinaires pour accompagner les initiatives de soutien à l'élevage camelin. Au niveau du système académique actuellement il n'existe pas de plages spéciales dédiées à cet élevage malgré son importance socio-économique. Déjà une initiative est en cours au niveau du l'Institut d'Économie Rural (IER), la principale structure de recherche agronomique au Mali, avec la création d'un programme camelin). La mise en place d'un dispositif fiable de Services Vétérinaires Privés de Proximité (SVPP) dans la zone peut également être envisagée pour renforcer ou améliorer les capacités vétérinaires. Mais cette action ne peut pas tout résoudre car certaines faiblesses et solutions relèvent des services de l'État, d'autres relèvent des utilisateurs et collectivités tandis que d'autres incombent aux vétérinaires mandataires.

Il serait en outre intéressant d'initier d'autres travaux de recherche particulièrement en lien avec les problèmes de santé animale et les performances de reproduction des dromadaires au Mali.

## References

Abdallah, HR. B. Faye 2012. Phenotypic classification of Saudi Arabian camel (*Camelus dromedarius*) by their body measurements. *Emir. J. Food Agric.* 24(3):272-280.

Antoine-Moussiaux N., Faye B., Vias G. V. 2005. Tuareg ethno-diagnostic skill of camel diseases in Agadez area (Niger). *Journal of Camel Practice and Research*, 12 (2): 85-93.

Aujla K. M., Jasra A. W. And Munir M., 1998. Socio-economic Profile of Camel Herders in South-Western Mountainous Areas of Pakistan. *Proceedings of the third Animal Production under Arid Conditions*, 2, 154-174.

[http://w.isocard.org/e\\_Library/Proceedings/Proceedings\\_1998\\_Camel%20Conference\\_UAE/vol\\_02\\_1\\_5.pdf](http://w.isocard.org/e_Library/Proceedings/Proceedings_1998_Camel%20Conference_UAE/vol_02_1_5.pdf)

Ayalew, W., B. Rischkowsky, J.M. King, and E. Bruns. 2003. Cross-breds did not generate more net benefits than indigenous goats in Ethiopian smallholdings. *Agric. Syst.* 76 (3): 1137–1156; [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00033-1)

Bayou, E., A. Haile, S. Gizaw, and Y. Mekasha. 2014. Characterizing husbandry practices and breeding objectives of Sheko cattle owners for designing conservation and improvement strategies in Ethiopia. *Livestock Res Rural Dev* 26 (12). [7 April 2018]. <http://www.lrrd.org/lrrd26/12/bayo26235>

Chaibou, M., 2005. Productivité zootechnique du désert: le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger (Thèse de doctorat). Montpellier II France, 310p. [http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/these\\_chaibou.pdf](http://camelides.cirad.fr/fr/science/pdf/these_chaibou.pdf)

Chaibou M., Faye B. 2005. Fonctionnement des élevages camelins de la zone périurbaine de d'Agadez au Niger : enquête typologique. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 2005 (4) :273-283.

El Hadi Ould Taleb M., 1999. Rapport de l'enquête menée sur les élevages camelins dans les Wilayas de l'Assaba, Hodhs, Trarza et Tagant. Rapport FAO, GCP/INT/651/NOR « Improving Pesticide Application Techniques for Desert Locust Control » Activité du projet 4.3. <http://www.fao.org/ag/locusts/oldsite/MAUproj/Reports/Camel1.pdf>

FAO, 2019. FAOSTAT, Country Profile, Mali [WWW Document]. URL <http://faostat.fao.org/site/666/default.aspx> (accessed 2.28.19).

Faye B., 2009. L'élevage des grands camélidés : vers un changement de paradigme. Rencontre Recherche Ruminants,

Faye B. 2014. The Camel today: assets and potentials. *Anthropozoologica* 49 (2): 167-176. <http://dx.doi.org/10.5252/az2014n2a01>.

Faye, B., Jaouad M. Bhrawi K. Senoussi A. Bengoumi M. 2014. Élevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2014, 67 (4) : 00-00. DOI : 10.19182/remvt.20563

Faye, B., Chaibou, M., Vias, G., 2012. Integrated impact of climate change and socioeconomic development on the evolution of camel farming systems. *British Journal Environment Climat Change*, 2, 227–244.

Jabbar M A, Swallow B M, Rege E. 1999. Incorporation of Farmer Knowledge and Preferences in Designing Breeding Policy and Conservation Strategy for Domestic Animals. *Outlook. Agric*, 28:239-243.

Hamadou I., Moula N., Siddo S., Marichatou H., Issa M., Leroy P., Antoine-Moussiaux N.: The Koundoum sheep breed in Niger: morpho-biometric study and description of the production system. *J. Agr. Rural. Develop. Trop. Subtrop.* 2015., 116, 49–58.

Hamadou, I., N. Moula, S. Siddo, M. Issa, H. Marichatou, P. Leroy, and N. Antoine-Moussiaux. 2016. Socio-economic and technical aspects of the conservation of Koundoum sheep in Niger. PhD thesis, Liege University. [20 December 2017]. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/192980/1/THESE%20ISSA%20HAMADOU%20version%20finale>

Hanley N, Wright R E, Adamowicz V. 1998. Using Choice Experiments to Value the Environment. Kluwer Academic Publishers Netherlands. *Environmental and Resource Economics*. 11(3-4) 413-428.

Homann, S., Rischkowsky, B., Steinbach, J., Kirk, M., Mathias, E., 2008. Towards Endogenous Livestock Development: Borana Pastoralists' Responses to Environmental and Institutional Changes, *Human Ecology*, 36, 503–520.

Jenipher B. S., Anthony E., Robert A., Daniel K. A., Justine J. 2017. Socio-economic determinants of pastoralists' choice of camel production in Karamoja sub-region, Uganda. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* (2017) 7:26 DOI10.1186/s13570-017-0096-y

Kassie G T, Abdulai A, Wollny C, Ayalew W, Dessie T, Tibbo M, Hail A, et al. 2011. Implicit prices of indigenous cattle traits in central Ethiopia : Application of revealed and stated preference approaches, ILRI, Nairobi, Kenya, Research Rep. 26, 42 pp.

Khanna, N.D., A.K. Rai and S.N. Tandon. 2004. Camel Breeds of India. *J. Camel Science*. 1:8-15  
Lhoste P., 2007. Sociétés pastorales et désertification au Sahel. *Bois et forêts des tropiques*, 293 (3), 49-59.  
[http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_293\\_49-59.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_293_49-59.pdf)

Kouriba A et Soumare A. 2016. Diagnostic du système d'élevage du dromadaire dans la région de Kidal au nord-est du Mali. *Livestock Research for Rural Development* 28 (9). 16.  
[http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009\\_11\\_06\\_Faye.pdf](http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_11_06_Faye.pdf)

Kugonza D R, Nabasirye M, Hanotte O, Mpairwe D, Okeyo A M. 2012. Pastoralists' indigenous selection criteria and other breeding practices of the long-horned Ankole cattle in Uganda. *Trop. Anim. Health. Pro*, 44 (3) 557-565. DOI 10.1007/s11250-011-9935-9.

Le Thiec G. coord. *Agriculture africaine et traction animale*. Montpellier, France, Cirad, 355 p. (Coll. Techniques). 1996.

Mburu D. N., Ochieng J. W., Jianlin H., Kaufmann B., Reger O. 2003. Genetic Diversity of Indigenous Kenyan Camel Populations; Implication for their Classification, *Animal Genetics*, 34, 26-32.

Bouslikhane M. 2015. Les mouvements transfrontaliers d'animaux et de produits d'origines animale et leur role dans l'épidémiologie des maladies animals en Afrique. Commission régionale OIE.

Omondi I, Baltenweck I, Drucker A G, Obare G, Zander K K. Economic valuation of sheep genetic resources: implications for sustainable utilization in the Kenyan semi-arid tropics. *Trop. Anim. Health. Pro*, 40 (8) : 615–626. DOI : 10.1007/s11250-008-9140-7. 2008.

Ouologuem B., Moussa M., Coulibaly M.D. N'Diaye M. : 2004 : Etude et amélioration du système d'élevage camelin. Rapport final de recherche, 10e session Comité de Programme, IER, 45 p.

Ouologuem B, Moussa M, N'diaye M, Baradji I, Penda S, Bore F G, Nialibouly O, Coulibaly L,

Ramet J. P., 2001. The technology of making cheese from camel milk (*camelus dromedaries*), *FAO Animal production and Health, Paper 113, FAO, Rome*.  
<http://www.fao.org/docrep/003/t0755e/t0755e00.htm>

Raziq. A. 2007. Importance of organic food in the life of the pastoral people in the northeastern Balochistan. IFOAM congress in Italy; [http://www.ifoam.org/events/ifoam\\_conferences/owc/modules/abstracts\\_pdfs/Raziq\\_proc\\_OPAL.pdf](http://www.ifoam.org/events/ifoam_conferences/owc/modules/abstracts_pdfs/Raziq_proc_OPAL.pdf)

Raziq A., Verdier K. D. And Younas M., 2010. Ethno veterinary treatments by dromedarius camel herders in the Suleiman Mountainous Regions in Pakistan: an observation and questionnaire study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 6:16.

Riaz H. P., Anas S. Q. and Wael A. K., 2013. A survey of camel production in three different ecological zones of Pakistan. *International Journal of Agriculture & Biology*, vol. 15 n° 1.

Siddo S, Moula N, Hamadou I, Marichatou H, Leroy P, Antoine-Moussiaux N. Breeding criteria and willingness to pay for improved Azawak zebu sires in Niger. *Arch. Anim. Breed*, 58:251–259. DOI : 10.5194/aab-58-251-2015. 2015.

Tada, O., V. Muchenje, and K. Dzama. 2013. Preferential traits for breeding Nguni cattle in low-input in-situ conservation production systems. *Springer Plus* 2:195; <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-195>

Tadesse, E., T. Negesse, and G. Abebe. 2015. Sheep production and marketing system in southern Ethiopia: the case of Awassazuria district. *Trop Anim Health Pro* 47:1417–1425; <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0852-1>

Tano, K., M. Kamuanaga, M.D. Faminow, and B. Swallon. 2003. Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle trait in West Africa. *Ecol Econ* 45:393–407; [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00093-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00093-4)

Tibary, A., Anouassi, A., Sghiri, S. 2005. “Factors affecting reproductive performance of camels at the herd and individual level”. In: Faye B, Esemov P, editors. *Desertification combat and food safety: the added value of camel producers* NATO Science Series Series I: Life and Behavioural Sciences, vol. 362. Amsterdam: IOS Press., p. 97–114.

Traoré, B., N. Moula, A. Touré, B. Ouologuem, P. Leroy, and N. Antoine-Moussiaux. 2014. Characterisation of camel breeding practices in the Ansongo Region, Mali. *Trop Anim Health Pro* 46 (7):1303–1312; <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0644-z>

Van Den Bossche P., Thys E., Elyn R., Marcotty T., Geerts S. 2004. The provision of animal health care to smallholders in Africa: an analytical approach. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, 23 (3), 851-861.

Vias G., Ibrahim Y., Vall E., Faye B., 2004. La traction cameline, un apport important dans l'évolution des pratiques de traction animale au Niger. Actes de l'atelier « Traction animale et stratégies d'acteurs : quelle recherche, quels services face au désengagement des États ? », 17-21 novembre 2003, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 57, 177-179.

Volpato G., Di Nardo A., Rossi D., Lamin Saleh S. M. and Boglia A., 2013. "Everybody knows", but the rest of world: the case of caterpillar-borne reproductive loss syndrome in dromedary camels observed by Sahrawi pastoralists of Western Sahara. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9-5. <http://www.ethnobiomed.com/content/pdf/1746-4269-9-5.pdf>

Zander, K.K., and A.G. Drucker. 2008. Conserving what's important; using choice model scenarios to value local cattle breeds in East Africa. *Ecol Econ* 68:34-45; <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.023> Mangham et al., 2009

## Annexes

### Annexe 1 : MODÈLE DE QUESTIONNAIRES UTILISÉS

#### ANNEXE 1

Région :                      Cercle :                      Commune :                      Date :

Nom du village/ hameau :

Données de l'éleveur ou personne interviewée

Nom :    Âge :                      Ethnie ou tribu :

Propriétaire                      Parents                      Berger

Niveau d'instruction

Activités principales menées

Quelles sont les principales contraintes rencontrées dans l'élevage de dromadaire ?

Pratiques d'élevage

Mobilité du troupeau ?    degré

Très mobilité (plus de 4 mois en déplacement) :

Peu mobile (2 à 4 mois de déplacement) :

Mobile (1 mois de déplacement) :

Pas mobile (reste dans les environs (moins de 5 km du village) :

Quelles sont les catégories concernées par la mobilité ?

Quelle est la période des déplacements ?

Pratiques de complémentation alimentaire

Produits ou aliments concernés,

Période

Quels sont les types d'animaux bénéficiant de la complémentation ?

Quelles sont Contraintes alimentaires rencontrées ?

Abreuvement des animaux

Quelles sont les principales contraintes liées à l'abreuvement des animaux ?

Quelles sont les différentes sources d'abreuvements auxquelles vous avez accès ?

Pendant la saison sèche

Pendant la saison des pluies

Situation sanitaire

Quelles sont les principales pathologies rencontrées au sein de votre élevage ?

Selon vous quelles sont les principales pathologies qui provoquent plus de pertes au sein de l'élevage **dromadaires** ? Et pourquoi ?

Classez les pathologies par ordre d'importance (fréquemment rencontrées)

Quels sont les traitements traditionnels auxquels vous faites recours pour les maladies citées ?

Quels sont les postes vétérinaires auxquels vous avez recours ?

Êtes-vous satisfaits des prestations du vétérinaire ?

Traitement	Nombre de fois par an	Recours au vétérinaire	Recours à l'automédication	Type de produits utilisés
Déparasitage externe				
Déparasitage interne				
Vaccination				
Autres (à préciser)				

Très satisfait :

Satisfait :

Pas satisfait :

Et pourquoi ?

Ressources génétiques et reproduction

Quelles espèces élevez-vous ?

Quels sont les différentes races de bovins au sein de votre troupeau ?

Pourquoi vous avez choisi ces races ?

Quelles sont les particularités des bovins zébus maures (descriptifs phénotypes et productions) ?

Quelle est la meilleure race en matière de production de lait ?

Quels sont vos objectifs de production animale ?

Production laitière :

Autoconsommation

Vente

Autres (à préciser)

Production de viande :

Autoconsommation

Vente

Élevage de prestige

Autres (à préciser)

Classement préférentiel

Pouvez-vous classer ces objectifs du plus important au moins important pour vous ?

Qu'est ce qui justifie ce classement ?

Qui décide de la gestion du troupeau ?

Y a-t-il un berger ?

Quel est le type de rémunération ?

A quel âge choisissez-vous vos reproducteurs ?

Sur quels critères

A quelle période de l'année, les mises-bas ont eu lieu généralement ? (Groupées ou non) ?

Comment s'effectue le remplacement du mâle reproducteur ?

Stratégies de valorisation des productions ?

Quelles sont vos motivations pour le choix de l'élevage de bovins

Tradition

Économique (vente lait, ou vente de l'animal, vente lait et animal, ou autre)

Résistance aux maladies

Autres (à préciser)

Quels sont les produits que vous tirez de l'élevage de dromadaire ?

Quelle est la production de lait par jour du troupeau ?

En saison sèche ?

En saison des pluies ?

Quelle est la destination du lait produit ?

Prix de vente du litre de lait ?

Gain annuel moyen de la vente de lait ?

A quelle occasion vous vendez généralement un animal ?

Quel type (veau, adulte mâle, adulte femelle) ?

Quel est le prix moyen d'un veau, d'une femelle adulte, d'un mâle de réforme, d'un futur géniteur ?

Combien de têtes de bovins, vous vendez par an en moyenne ?

Combien de têtes de bovins, l'an passé ?

Appartenance du troupeau

Composition et structure du troupeau

Types animaux	Effectifs adultes		Effectifs petits		Total effectif
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
<b>Bovins</b>					
<b>Ovins</b>					
<b>Caprins</b>					
<b>Dromadaires</b>					
<b>Ânes</b>					

<b>Équins</b>					
---------------	--	--	--	--	--

Constitution (mode d'acquisition) du troupeau (%)

Héritage

Achat

Don

Autre (à préciser)

## Annexe 2 : FICHE D'ENQUÊTE

Fiche d'enquête numéro.....

Date.....Enquêteur :.....

Identification

Cercle :.....Commune.....

Village :.....

Hameau :.....

Nom et Prénom du chef d'exploitation :.....

Age du chef d'exploitation :.....

Ethnie du chef d'exploitation :.....

Possession et utilisation du dromadaire

Possédez-vous des dromadaires ? Oui ou Non

Si oui,

Le nombre de tête

Nombre de male

Nombre de male entier

Nombre de mâle castré

Nombre de femelle

Depuis quand en possédez-vous ?

Moins de 2 ans

De 2 ans à 5 ans

De 5ans à 10 ans

Plus de 10 ans

Pourquoi en possédez-vous ?

Travaux agricoles

Exhaure d'eau

Traction charrettes

Autres (à préciser)

Autres (à préciser)

Autres (à préciser)

Travaux

Quel est le prix moyen d'un dromadaire ?

Male adulte

Male jeune

Femelle adulte

Femelle jeune





Selon vous il y a-t-il une différence entre les dromadaires pour le transport des personnes et biens ?

Oui ou Non

Si Oui, les quelles ?

Le dromadaire noir est bon et rapide

Selon vous il y a-t-il une différence entre les dromadaires pour l'exhaure d'eau ?

Oui ou Non

Si Oui, les quelles ?

#### ALIMENTATION DU DROMADAIRE

Comment alimentez-vous vos dromadaires ?

Pâturage

Pâturage et complémentation

Citer les compléments alimentations utilisés ?

A quelle période de l'année apportez-vous généralement un complément alimentaire aux dromadaires ?

Au moment des travaux agricoles

Pendant la saison sèche

Les deux périodes

N'apporte pas de complément

Achetez-vous des aliments pour le dromadaire ? Oui ou Non

Si Oui les quels ?.....

Quelles sont les principales difficultés dans l'alimentation des dromadaires ?...pâturage très éloigné du village, manque de main d'œuvre pour la surveillance des dromadaires

#### SANTE DES DROMADAIRES

Comment vous gérez la santé des dromadaires ?

Recours au véto

Recours aux pratiques ethno-vétérinaire

Les 2 pratiques

Est-ce que vous faites de la vaccination des dromadaires ? Oui ou non

Contre quelles maladies ?.....pasteurellose .....

Combien de fois par an ?

1 fois

2 fois

Coût de la vaccination :.....

Faites-vous des pratiques de déparasitage : oui ou non

Combien de fois par an ?

1 fois

2 fois

3 fois

Plus de 3 fois

Quelles sont les principales difficultés sur le plan de la santé ?

Manque de produits vétérinaires,

Manque de vétérinaire proche

Coût des interventions du véto

En cas de maladie a qui faites-vous appel ?...moi-même et le véto quand c'est très grave.....

Combien de fois faites-vous appel à un vétérinaire ?.....2.....

Combien de dromadaires avez-vous déjà perdus ?.....2.....

Pourquoi ?...mort et disparition .....

Combien avez-vous dépensé de produits vétérinaires en 2017 ?.....et pour le vétérinaire.....

Avez-vous des appuis dans l'entretien des dromadaires ? Oui ou Non x

Si Oui par qui.....

Sélection des dromadaires du travail

Est-ce qu'ils sélectionnent les dromadaires pour chaque type de travail ? oui

Sur quelle base ?

Gabarit

Performance au travail

Couleur

Docilité

Résistance aux maladies

Existe-il une/plusieurs type(s)/race(s) préféré(s) pour chaque type de travail ?

Blanc

Rouge

Êtes-vous satisfait de l'utilisation des dromadaires ? Oui ou Non

Si Oui pourquoi ?

Animal facile à nourrir (se nourrit de lui-même)

Animal très résistant (maladie, charge de travail)

Si Non pourquoi ?.....

Avez-vous des suggestions ou des préoccupations dans l'utilisation des dromadaires ?

Oui ou Non

Si Oui les quelles ?.....

Gestion de la santé (avoir un véto de proximité spécialiste des maladies du dromadaires)

### Annexe 3 : EXEMPLE DE SCENARIO:

Chapitre II Dans cette partie du questionnaire, nous vous présentons 20 situations hypothétiques concernant les conditions de choix du type de dromadaire. Pour chaque scénario, nous vous demandons de déterminer quel type de dromadaire préférez-vous vous utiliser si vous étiez effectivement confronté à ces conditions.

Vous devez choisir parmi les scenarios suivants

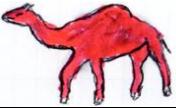
Proposition de 5 attributs avec des niveaux correspondant pour l'enquête de préférence de choix

Attribute	Design code		
	1	2	3
FORM	big	small	
RESI	yes	no	
WORK	better	good	med
COAT	blac	whit	red
PRI	382€	419€	610€

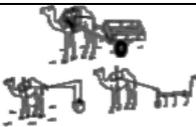
Les possibilités de choix seront donc : Il y aura au total 20 choix à présenter

Choix 1

Animal 1

Form: Big	
Resistant: yes	
Work: med	
Coat: red	
Pri: 610€	

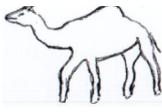
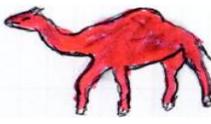
Animal 2

Form: Big	
Resistant: No	
Work: better	
Coat: red	
Pri: 419€	

No Option

Neither Animal 1 nor Animal 2 is preferred

Choix 2

Form: big		Form: big	
Resistant: yes		Resistant: no	
Work: high		Work: good	
Coat: red		Coat: whit	
Pri: 419€		Pri: 610€	

Neither Animal 1 nor Animal 2 is preferred

Choix 3

Form: smal	Form: smal
Resistant: no	Resistant: no
Work: good	Work: good
Coat: whit	Coat: red
Pri: 610€	Pri: 610€

Neither Animal 1 nor Animal 2 is preferred

Choix 4

Form: big	Form: big
Resistant: no	Resistant: yes
Work: good	Work: beter
Coat: whit	Coat: whit
Pri: 610€	Pri: 382€

Neither Animal 1 nor Animal 2 is preferred

Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège

4000 Liège (Belgique)

D/2024/0480/6

ISBN 978-2-87543-212-4

