

**University of Hohenheim**  
Faculty of Agricultural Sciences  
Institute of Agricultural Sciences in the Tropics (Hans-Ruthenberg-Institute)  
Department of Animal Breeding and Husbandry  
in the Tropics and Subtropics  
Prof. Dr. Anne Valle Zárate

**Contribution of cattle breeds to household livelihoods and food security in  
southern Mali**

Dissertation  
Submitted in fulfillment of the requirements for the degree of “Doktor der  
Agrarwissenschaften”  
(Dr.sc.agr.)

to the  
Faculty of Agricultural Sciences at the University of Hohenheim

Presented by:  
**Sékou Amadou Traoré**  
Born in Niono, Mali

Stuttgart-Hohenheim, 2017

## 6      GENERAL SUMMARY

In recent decades, there has been a rapid shift in livestock breeds used in developing countries due to global drivers, such as an increasing demand for livestock products and market-oriented production, as well as technological and environmental changes. Local breeds are increasingly being replaced by exotic breeds, leading to a loss of genetic resources. The introduction of more productive but less adapted exotic livestock breeds might offer opportunities. However, it may also pose threats to the livelihoods of poor farmers. In southern Mali, where cattle play an important role in the livelihoods of rural households, the endemic trypanotolerant N'Dama cattle, which had been the only breed present in this area for long time, are increasingly replaced and crossbred with the larger and more milk yielding trypano-susceptible Fulani Zebu. Thus, the N'Dama cattle face serious threats of genetic erosion, despite their adaptive attributes. A systematic comparison of the endemic N'Dama cattle, Fulani Zebu cattle and their crosses under the same farming conditions in western Africa is required to reveal whether farmers benefit from the introduction of Fulani Zebu cattle or are negatively affected by the replacement of N'Dama purebreds.

The overall objective of the study was, therefore, to evaluate and compare N'Dama cattle with Fulani Zebu and their crossbreds based on their performance and contribution to household economic benefits and food security, taking into account the production environment and farmer breeding strategies. Specific objectives were (i) to investigate the production objectives and trait and breed preferences of cattle keepers; (ii) to evaluate and compare the productive and economic performances of N'Dama cattle, Fulani Zebu cattle and their crossbreds in order to assess the comparative advantages of these breed groups for farmers; and (iii) to examine households' food security and coping strategies, with a particular emphasis on the contribution of different cattle breeds.

The study was carried out in the communes of Sibirila and Garalo, which are located in the Sikasso region of southern Mali, from October 2012 to April 2013. Both communes – Sibirila and Garalo – and four villages in each of the communes were purposively selected, based on the presence of N'Dama, Fulani Zebu and their crossbreds. A stratified random sampling based on cattle and breed ownership was applied for the selection of 258 households. The 160 households with a herd were grouped into four herd categories based on breed composition. The first three categories comprised of herds with more than 75% of N'Dama, Fulani Zebu or crossbred cattle, respectively. Herds with less than 75% cattle from a single breed were

designated as mixed herds, forming the fourth category. Forty-five households with only oxen and 53 without cattle represented two additional herd categories. Data collection methods encompassed household interviews, herd surveys and focus group discussions. The household questionnaires contained socio-economic data of the households, production objectives, trait and breed preferences of cattle keepers, inputs and outputs of cattle production, herd biological performances, and household food security indicators. The herd surveys were carried out for 120 households to assess individual cows' ( $n=770$ ) performances using a cow progeny history survey and body condition scoring (BCS). Food security was assessed using a household dietary diversity score (HDDS), food consumption score (FCS), and modified household food insecurity access scale (mHFIAS). Gross margin, net benefit and cost benefit ratio were calculated for the assessment of economic performance and efficiency. Besides descriptive statistics, data were analysed using an exploded logit model, mixed linear models and non-parametric tests using the Statistical Analysis System (SAS).

Results showed that trait and breed preferences reflected the multiple production objectives of the farmers. Draught power and savings were the most important production objectives. Farmers reported a large body size as the most preferred trait, followed by fertility, draught ability and milk yield. N'Dama was valued for disease and drought tolerance and their good traction ability. Crossbreds were the favored breed group and were appreciated for milk yield and body size, similar to Fulani Zebu. Breed preferences were mainly explained by resistance to disease for N'Dama cattle and high market price for Fulani Zebu and crossbred cattle. Production objectives, trait and breed preferences were mainly influenced by farmers ethnicity and cultural background. Local farmers who kept mainly N'Dama put comparatively more emphasis on livestock functions linked to crop production such as draught power, savings and manure, whereas settled transhumant farmers with mainly Fulani Zebu cattle emphasized milk production and sale of cattle.

Results on cow individual performances showed a higher body condition for N'Dama compared to crossbred and Fulani Zebu cattle indicating the hardiness of the N'Dama breed. Age at first calving was lowest for N'Dama (3.47 years) compared to crossbred (3.63 years) and Fulani Zebu cows (3.61 years). Calving interval of cows was similar ( $P>0.05$ ) between the breeds, with an overall mean of 15.6 months. Calving and offtake rates were higher for the Fulani Zebu and crossbred herds than for the N'Dama herds. Veterinary costs per head of Fulani Zebu, crossbreds and herds of mixed breed composition did not differ from N'Dama

herds, and therefore, the better disease resistance of N'Dama cattle had no effect on profitability. Gross margin and the benefit-cost ratio were highest in Fulani Zebu herds, followed by crossbred herds due to higher revenue generated from cattle and milk sale from these herds. The higher cash revenue for the sale of cattle in crossbred and Fulani Zebu herds was explained by the higher offtake rate in these two herd categories and a 25 and 60% higher selling price for crossbred and Fulani Zebu, respectively, than for N'Dama cattle. When non-market benefits were included, economic performances between the herd categories were similar as shown by the similar net benefit per cattle.

Cattle ownership and breed group were important determinants of all household food security indicators. Households keeping Fulani Zebu and mixed herds had the highest FCS, which was mainly explained by their more frequent milk consumption compared to the other breed groups. HDDS and FCS were positively correlated with diversity of food crops cultivated on farm and household wealth and negatively correlated with cotton cultivation. Generally cattle herd ownership was strongly associated with improved household diet diversity and reduced vulnerability to food insecurity. During the food shortage period, households raising Fulani Zebu were less food insecure as indicated by a significantly lower mHFIAS than those keeping N'Dama, crossbreds or mixed herds. In times of food shortage, selling livestock was the main coping strategy for households with a cattle herd, while households without a cattle herd relied mostly on borrowing cash.

The results of the present study showed that the ongoing replacement of native N'Dama cattle by Fulani Zebu cattle and their crosses is contributing to an improved household economic situation and food security. This trend is expected to continue as local farmers follow their economic interests, putting the N'Dama breed at a high risk of genetic dilution in southern Mali. This change in trait and breed preference can partly be explained by the decreased prevalence of tsetse flies in the study area and the widespread availability and use of trypanocidal drugs. It is obvious that there is a trade-off between the long-term goals, expressed at national or international level regarding biodiversity conservation and N'Dama genetic improvement, and the interest of farmers in short-term benefits, through, for example, the use of crossbreds and Fulani Zebu. Fulani Zebu and crossbred cattle are the most suitable options for market-oriented local and settled transhumant farmers, given their higher price and increased profitability. The N'Dama cattle remain a valuable breed for subsistence-oriented local farmers for whom non-market benefits from cattle such as saving play a considerable

role. Further research is required to investigate possible ways of optimizing and organizing the ongoing process of crossbreeding between the N'Dama and Fulani Zebu cattle, with a more systematic crossbreeding and selection program in line with the farmers' interest.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten Jahrzehnten hat in den Entwicklungsländern eine schnelle Änderung bezüglich der verwendeten Nutztierassen stattgefunden, welche durch globale Einflussfaktoren, wie z.B. die steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, die marktorientierte Produktion sowie technologischen und ökologischen Wandel begünstigt wurde. Einheimische Rassen werden zunehmend durch exotische Rassen ersetzt, was zu einem Verlust genetisch wertvoller Ressourcen führt. Die Einführung von exotischen Nutztierassen mit höherer Leistung, die aber weniger an die lokalen Umweltbedingungen angepasst sind, könnte zwar Vorteile bieten, aber auch Gefahren für den Lebensunterhalt der armen Bauern bergen. Im Süden Malis, wo Rinder eine wichtige Rolle für den Lebensunterhalt von vielen ländlichen Haushalten spielen, werden die endemischen, trypanotoleranten N'Dama Rinder zunehmend durch die größeren trypanoanfälligen Fulani Zebu ersetzt oder mit ihnen gekreuzt. Damit besteht eine ernsthafte Bedrohung der genetischen Erosion für das N'Dama Rind, trotz seiner adaptiven Merkmale. Ein systematischer Vergleich der endemischen N'Dama Rinder, Fulani Zebu-Rinder und ihrer Kreuzungen unter den gleichen Haltungsbedingungen im westlichen Afrika ist notwendig, um zu zeigen, ob Tierhalter Vorteile von der Einführung der Fulani Zebu-Rinder ziehen oder Nachteile durch die Verdrängung der N'Dama-Rinder haben.

Das übergeordnete Ziel der Arbeit war daher, N'Dama, Fulani Zebu und deren Kreuzung zu bewerten und miteinander zu vergleichen, basierend auf ihren Leistungen, ihrem Beitrag zum Lebensunterhalt und zur Ernährungssicherung der ländlichen Haushalte unter Berücksichtigung der Produktionsumgebung und der Zuchtziele der Tierhalter. Spezifische Ziele waren (i) die Produktionsziele, Merkmals- und Rassepräferenzen der Viehzüchter zu untersuchen, (ii) die produktiven und ökonomischen Leistungen der N'Dama Rinder, Fulani Zebu-Rinder und ihrer Kreuzungen zu bewerten und zu vergleichen, um die komparativen Vorteile dieser Rassen für Bauern zu bewerten, (iii) die Ernährungssicherung der Haushalte und die dazu notwendigen Strategien zu erkunden mit besonderem Augenmerk auf den Beitrag der verschiedenen Rinderrassen.

Die Datenerhebung wurde von Oktober 2012 bis April 2013 in den Gemeinden Sibirila und Garalo in der Region Sikasso im Süden Malis durchgeführt. Beide Gemeinden – Sibirila und Garalo – und vier Dörfer in jeder der Gemeinden wurden, basierend auf dem Vorhandensein von N'Dama, Fulani Zebu und deren Kreuzung, ausgewählt. Eine stratifizierte Zufallsstichprobe, basierend auf Rinderbesitz und Rasse, wurde für die Auswahl von 258

Haushalten angewendet. Die 160 Haushalte mit Rindern wurden in vier Herden-Kategorien eingeteilt und basierend auf der Rassen-Zusammensetzung wurde wie folgt gruppiert: die ersten drei Kategorien bestehen aus Herden, die jeweils mehr als 75% Anteil an N'Dama, Fulani Zebu oder Kreuzungstieren haben. Herden mit weniger als 75% Anteil von einer Rasse wurden als gemischte Herden bezeichnet und bilden die vierte Kategorie. Zwei weitere Herden-Kategorien, die in die Untersuchungen miteinbezogen wurden, bestehen aus 45 Haushalten mit nur Ochsen und 53 Haushalten ohne Rinder.

Methoden der Datenerhebung umfassten Haushaltinterviews, eine Herdenerhebung und Fokusgruppen-Diskussionen. Die Haushaltsfragebögen enthielten sozio-ökonomische Haushaltsdaten, Produktionsziele, Tiermerkmals- und Rassepräferenzen der Viehzüchter, Inputs und Outputs der Rinderproduktion, Herdenleistungen und Indikatoren für die Ernährungssicherung der untersuchten Haushalte. Die Herdenerhebungen wurden mit 120 Haushalten auf Basis der Ermittlung der Abstammungsgeschichte „cow progeny history“ und der Körperkondition (body condition scoring) ausgewählter Kühe durchgeführt, um Einzelkulleistungen (n = 770) zu erfassen. Die Ernährungssicherheit von Haushalten wurde anhand eines Nahrungsmittelvielfalt-Scores (HDDS), eines Nahrungsmittelkonsum-Scores (FCS) und einer modifizierten „household food insecurity access scale“ (mHFIAS) ermittelt. Der Bruttogewinn, der Reingewinn und das Kosten-Nutzen-Verhältnis wurden für die Beurteilung der wirtschaftlichen Leistung und Effizienz berechnet. Neben deskriptiven statistischen Methoden wurden die Daten mit einem exploded Logit-Model, einem gemischten linearen Model und nicht-parametrischen Tests mit Hilfe der Statistischen Analyse System (SAS) Software analysiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Tiermerkmal- und Rassepräferenzen der Tierhalter die Vielfalt ihrer Produktionsziele widerspiegeln. Die Zugleistung der Tiere und Haltung der Tiere als Anlage waren die wichtigsten Produktionsziele. Die am meisten bevorzugte Eigenschaft war nach Meinung der Tierhalter die Körpergröße der Tiere, gefolgt von Fruchtbarkeit, Zugfähigkeit und Milchleistung. N'Dama Rinder wurden für ihre Toleranz gegen Krankheiten und Dürre und für ihre gute Zugleistung geschätzt. Kreuzungstiere waren die bevorzugte Rassegruppe und wurden, ähnlich wie Fulani Zebu, für ihren Milchertrag und ihre Körpergröße geschätzt. Die Bevorzugung von N'Dama Rindern wurde mit "Krankheitsresistenz", die Bevorzugung von Fulani Zebu Rindern und Kreuzungstieren wurde mit "hoher Marktpreis" begründet. Produktionsziele, Merkmals- und Rassepräferenzen

wurden hauptsächlich von der ethno-kulturellen Zugehörigkeit (einheimische Bambara Bauern und sesshaft gewordene Fulani Hirten) beeinflusst. Einheimische Bauern, die vor allem N'Dama Rinder halten, legten vergleichsweise mehr Wert auf Tierproduktionsziele, die mit Pflanzenbau verknüpft sind, während sesshaft gewordene Fulani Hirten mit ihren Fulani Zebu Rindern Milchproduktion und Tierverkauf vorziehen.

Ergebnisse zur individuellen Kuhleistung zeigten eine bessere Körperverfassung und eine niedrigere Abkalbe- und Verkaufsrate der N'Dama Rinder im Vergleich zu Fulani Zebu Rindern und ihrer Kreuzung. Das Alter bei der ersten Kalbung war bei N'Dama (3,5 Jahre) im Vergleich zu Kreuzungstieren (3,6 Jahren) und Fulani Zebu (3,6 Jahre) etwas geringer. Die Zwischenkalbezeit der Kühen war zwischen den Rassen ähnlich ( $P > 0,05$ ), mit einem Gesamtmittelwert von 15,6 Monaten. Die Abkalbe- und Verkaufsrate waren bei den Fulani Zebu- und Kreuzungstierherden höher als bei N'Dama Herden. Die Tierarztkosten pro Tier waren ähnlich ( $P > 0,05$ ) zwischen den Herden verschiedener Rassen, und somit hatte die bessere Krankheitsresistenz der N'Dama Rinder keine Auswirkung auf ihre Rentabilität. Der Bruttogewinn und das Kosten-Nutzen-Verhältnis waren am höchsten in der Zebuherde, gefolgt von der Kreuzungstierherde. Dies wurde durch höhere Einnahmen aus Tier- und Milchverkäufen aus diesen Beständen erklärt. Die höheren Einnahmen beim Viehverkauf aus Herden mit Kreuzungstieren und Fulani Zebu erklärten sich durch höhere Verkaufsraten und einen 25% bzw. 60% höheren Verkaufspreis bei Kreuzungs- bzw. Fulani Zebu-Tieren im Vergleich zu N'Dama-Tieren. Wenn nicht-marktbezogene Vorteile berücksichtigt wurden, ähneln sich die Wirtschaftsleistungen aller Herden- Kategorien, wie aus dem gleichwertigen Nettonutzen pro Tier hervorgeht.

Rinderbesitz und Herden-Kategorie waren wichtige Determinanten für alle Ernährungs-sicherheitsindikatoren der Haushalte. Haushalte, die Fulani Zebu und gemischte Herden halten, hatten die höchste FCS, was vor allem durch ihren häufigeren Milchkonsum erklärt werden konnte. HDDS und FCS waren positiv mit der Vielfalt der auf dem Betrieb angebauten Nahrungspflanzen und dem Vermögen der privaten Haushalte korreliert und negativ korreliert mit dem Baumwollanbau. In der Regel war der Besitz einer Rinderherde eng mit einer verbesserten Ernährungsvielfalt der Haushalte und einer reduzierten Anfälligkeit für Ernährungsunsicherheit verbunden. In Zeiten von Nahrungsknappheit waren Haushalte, die Fulani Zebu-Rinder halten, deutlich weniger von Nahrungsmittelunsicherheit betroffen, als die mit N'Dama-Rindern, Kreuzungstiere und gemischten Herden, was durch einen



niedrigeren mHFAS-Wert gezeigt wurde. In Zeiten von Nahrungsmangel verkauften Haushalte, die Rinder besitzen, Tiere, um Lebensmitteln zu kaufen, wohingegen Haushalte ohne eine Rinderherde Geld leihen mussten.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen auch, dass die derzeitige Verdrängung der heimischen N'Dama Rinder durch Fulani Zebu Rinder und ihrer Kreuzungen zu einer verbesserten wirtschaftlichen Situation und Nahrungssicherung der Haushalte beitragen. Es ist anzunehmen, dass der beobachtete Trend sich fortsetzen wird, da er den wirtschaftlichen Interessen der Bauern entspricht. Diese Situation setzt jedoch die N'Dama Rasse unter ein hohes Risiko der genetischen Erosion im Süden Malis. Diese Änderung der Präferenzen bezüglich Tiermerkmalen und Rassen lässt sich teilweise mit dem Rückgang von Tsetse-Fliegen im Untersuchungsgebiet und der breiten Verfügbarkeit und Verwendung von Trypanociden erklären. Es gibt offensichtlich einen Zielkonflikt zwischen den langfristigen Zielen der Erhaltung der biologischen Vielfalt auf nationaler oder internationaler Ebene und der genetischen Verbesserung von N'Dama und dem Interesse der Landwirte an ökonomischen Gewinnen durch die Haltung von Kreuzungstieren und Fulani Zebu. Fulani Zebu und Kreuzungstiere sind aufgrund ihrer höheren Preise und höherer Profite die geeignetsten Optionen für marktorientierte, sesshaft gewordene Fulani Hirten. Das N'Dama Rind bleibt eine wertvolle Rasse für die subsistenzorientierten lokalen Bauern, für die nicht marktabhängigen Vorteile von Rindern, wie ihre Nutzung als finanzielle Anlage, eine erhebliche Rolle spielen. Weitere Forschung ist erforderlich, um den laufenden Prozess der Kreuzung zwischen den N'Dama und Fulani Zebu-Rindern zu optimieren durch eine systematischere Kreuzungszucht und Zuchtprogramme, die im Einklang mit den Interessen der Tierhalter stehen.

## 8 RÉSUMÉ

Au cours des dernières décennies, il est intervenu un changement rapide au niveau des races animales utilisées dans les pays en développement et ceci en raison de nouveaux déterminants mondiaux de changement, comme la demande croissante de produits d'origine animale, une production axée sur le marché, ainsi que des changements technologiques et environnementales. Les races locales sont de plus en plus remplacées par des races exotiques, conduisant à une perte de ressources génétiques. Or l'introduction de races exotiques plus productives mais moins adaptées pourrait certes constituer une opportunité mais aussi une menace pour les moyens de subsistance des paysans pauvres. Au sud du Mali, où le bétail joue un rôle important de subsistance et de bien-être pour de nombreux ménages, les bovins N'Dama, endémiques et trypanotolerant qui étaient les seuls bovins présents dans cette zone il y'a fort longtemps, sont de plus en plus remplacés ou croisés avec les bovins trypanosensibles Zébu peul de plus grand gabarit. Aussi, malgré ses qualités d'adaptation, les bovins N'Dama sont l'objet de sérieuses menaces d'érosion génétique. Cette comparaison systématique des performances des bovins endémiques N'Dama, des bovins Zébus peuls et leurs croisements dans les mêmes conditions d'élevage en Afrique de l'Ouest vise à montrer si les agriculteurs bénéficient de l'introduction des zébus peuls ou s'ils sont au contraire affectés par le recul des bovins de race pure N'Dama.

L'objectif global de l'étude est donc d'évaluer et de comparer les bovins N'Dama, Zébu peul et leurs produits croisés en se basant sur leur contribution à l'économie des ménages et à la sécurité alimentaire, tout en prenant en compte l'environnement de production et les stratégies d'élevage des paysans. Les objectifs spécifiques de l'étude sont : (i) enquêter sur les objectifs de production, les préférences de caractère et de races des éleveurs, (ii) comparer et évaluer les performances économiques et zootechnique des bovins N'Dama, Zébu peul et métis afin d'identifier les avantages comparatifs de chacune de ces races pour les paysans. (iii) examiner les stratégies de sécurité alimentaire du ménage et les moyens d'y parvenir en mettant en exergue la contribution spécifique des différentes races de bovins.

L'étude a été réalisée d'octobre 2012 à avril 2013 dans les communes de Sibirila et de Garalo, situées dans la région de Sikasso dans le sud du Mali. Les deux communes – Sibirila et Garalo – et quatre villages dans chacune des communes ont été sélectionnés en accord avec la présence de N'Dama, Zébu peul et leurs croisements. Un échantillonnage aléatoire stratifié basé sur la possession de bovins et de races bovines a été appliquée à l'échantillon total des

258 ménages. Les 160 ménages détenant un troupeau ont été répartis en quatre catégories de troupeau tenant compte de sa composition raciale : les trois premières catégories composés des troupeaux avec plus de 75 % de N'Dama, de Zébu peul ou de bovins croisés. Les troupeaux avec moins de 75 % de bovins d'une même race ont été désignés comme des troupeaux mixtes, formant la quatrième catégorie. Les 45 ménages détenant seulement des bœufs de labour et les 53 ménages sans bétail ont constitué les deux catégories supplémentaires de troupeaux. Les méthodes de collecte de données comprenaient les entretiens avec les ménages, les enquêtes au niveau du troupeau et les discussions de groupes. Le questionnaire-ménage a servi à recueillir des données socio-économiques du ménage, les objectifs de production, les préférences de caractères et de races des éleveurs, les entrées et les sorties du troupeau pour l'évaluation des performances zootechniques, les indicateurs de sécurité alimentaire du ménage. Les enquêtes de troupeau ont concerné 120 ménages et elles ont été conduites de façon à évaluer la performance de chaque vache (n=770) en faisant l'historique de la descendance de la vache à travers la méthode dite «Cow progeny history», et son état d'embonpoint à travers le BCS (Body condition Scoring). La sécurité alimentaire a été évaluée à l'aide d'une note de diversité alimentaire du ménage (HDDS), une note de consommation alimentaire (FCS) et une note modifiée d'accès des ménages à l'insécurité alimentaire (mHFAS). La marge brute, le bénéfice net et le rapport coût/bénéfice ont été calculés pour l'évaluation de la performance et de l'efficacité économiques. A côtés de la statique descriptive, les données ont été analysées en utilisant un modèle dit « exploded logit model », les modèles linéaires mixtes et les tests non paramétriques en utilisant le logiciel de système d'analyse statistique (SAS).

Les résultats montrent que les raisons pour lesquelles les agriculteurs élèvent des bovins ainsi que leurs préférences pour des caractères et des races reflètent la diversité des objectifs que ces agriculteurs poursuivent. La traction animale et l'épargne ont été les objectifs de production les plus importants. Les agriculteurs ont classé la taille comme un trait préféré, suivi de la fécondité, l'aptitude à la traction animale et la production laitière. Les bovins N'Dama ont été appréciés pour leur tolérance aux maladies et à la sécheresse ainsi que leur bonne aptitude à la traction animale. Les bovins croisés ont été le groupe racial le plus prisé et ils étaient appréciés, tout comme les Zébus peuls, pour leur production laitière et leur gabarit. Les préférences de race ont donc reposé principalement sur la résistance contre les maladies pour les bovins de N'Dama et sur le « prix de marché élevé » pour les Zébus peuls et les croisés. Il a été noté que les objectifs de production et les préférences de caractères et de

rares sont principalement influencés par l'appartenance ethnoculturelle du fermier (agriculteurs autochtones et éleveurs transhumants sédentarisés). Les agriculteurs autochtones mettent davantage l'accent sur les aptitudes en lien avec la production agricole, comme la force de traction, l'épargne et le fumier, alors que les transhumants sédentarisés détenteurs de troupeaux Zébu peul insistent plus sur la production laitière et sur la vente de bétail.

En guise de performances, il a été noté un meilleur état d'embonpoint chez la N'Dama comparée au Zébu peul et aux croisés, ce qui dénote de la capacité d'endurance en période de déficit alimentaire. Avec un âge au premier vêlage de 3.47 ans, les N'Dama sont plus précoces que les métisses (3.63 ans) et les Zébus peul (3.61 ans). L'intervalle entre vêlages était le même pour toutes les races avec une durée moyenne de 15.6 mois ( $P > 0.05$ ). De meilleurs taux de vêlage et de taux d'exploitation du troupeau ont été enregistrés dans les troupeaux Zébu peul et dans les troupeaux métis comparés aux troupeaux N'Dama. Le coût par tête des soins vétérinaires est sensiblement le même chez les tous les trois groupes raciaux, minimisant ainsi l'avantage attendu de la N'Dama à cause de sa résistance contre les maladies. La marge brute et le rapport coûts-bénéfice étaient plus élevés dans les troupeaux de Zébus peuls, suivis par les troupeaux de croisés à cause des revenus tirés de la vente de lait et d'animaux. Le revenu plus élevé tiré de la vente des animaux s'explique lui par non seulement un taux d'exploitation plus élevé mais aussi à cause des prix de vente d'animaux de 25 à 60% plus élevés que les prix offerts pour les bovins N'Dama. Lorsque les bénéfices non-monétaires sont inclus, les performances économiques entre les catégories de troupeau étaient semblables comme en témoigne le bénéfice net par bovin.

La possession de bétail et la catégorie de troupeau sont des déterminants importants de tous les indicateurs de sécurité alimentaire des ménages. Les ménages possédant un troupeau de Zébus peuls et d'un troupeau mixte avaient le FCS le plus élevé, ce qui pourrait s'expliquer par une consommation plus fréquente de lait. Les notes HDDS et FCS étaient positivement corrélées avec la diversité des plantes cultivées dans les champs et le degré d'aisance des ménages et négativement corrélées avec la pratique de la culture du coton. On a constaté de façon générale que la possession de troupeaux bovins était fortement associée avec une amélioration de diversité alimentaire au niveau du ménage et une réduction de la vulnérabilité du ménage à l'insécurité alimentaire. Au cours de la période de pénurie alimentaire, les ménages élevant des Zébus peuls étaient mieux lotis et avaient un mHFAS significativement plus bas que ceux de ménages élevant des N'Dama, des croisés ou de troupeaux mixtes. En

période de disette la vente de bétail a été la principale stratégie d'adaptation pour les ménages disposant de bétail, alors que les ménages sans bétail devaient emprunter de l'argent.

Les résultats de cette étude montrent que le remplacement en cours du cheptel endémique N'Dama par les Zébus peuls et leurs croisés contribuent à améliorer la situation économique et la sécurité alimentaire des ménages. Aussi, cette tendance vers plus de métissage continuera et mettra la race N'Dama sous haut risque de dilution génétique dans le sud du Mali. Ce changement de préférence raciale peut en partie s'expliquer par la faible pression des mouches tsé-tsé d'une part et par l'utilisation très répandue des produits trypanocides. Le Zébu peul et les métis sont plus appropriés pour les éleveurs intéressés par l'économie de marché alors que la N'Dama reste une race très valable pour les éleveurs plus intéressés par l'économie de subsistance pour lesquels les bénéfices non marchands sont essentiels. Le Zébu peul ou les bovins croisés constituent les options les plus favorables pour les éleveurs transhumants sédentarisés plus orientés vers le marché local à cause de prix plus rémunérés et de gain plus élevé; par contre, le bovin N'Dama reste une race précieuse pour les agriculteurs locaux pour lesquels les avantages non marchands de bétail jouent un rôle important. Il faudra poursuivre les recherches sur les voies et moyens d'optimiser et d'organiser le processus de croisement entre bovins N'Dama et Zébu peul à travers un programme plus raisonné de croisement et de sélection tenant compte de l'intérêt des paysans.