

# Amélioration de la production des petits ruminants dans les systèmes mixtes de cultures et d'élevage à travers des interventions sanito-alimentaires au sud du Mali

**Augustine A. Ayantunde<sup>1</sup>, Clarisse Umutoni<sup>2</sup>, Theophile Dembele<sup>3</sup>, Koita Seydou<sup>3</sup>, Oumar Samake<sup>3</sup>**



Affiliations des auteurs <sup>1</sup>Institut International de Recherche en Elevage (ILRI), Ouagadougou, Burkina Faso  
<sup>2</sup>Institut International de Recherché en Elevage (ILRI), Bamako, Mali  
<sup>3</sup>Association Malienne d'Eveil au Développement Durable (AMEDD), Koutiala, Mali

Published by Institut International d'Agriculture Tropicale

Juin 2020

[www.africa-rising.net](http://www.africa-rising.net)

Le programme de Recherche sur l'Intensification Durable pour la Génération Future de l'Afrique (Africa RISING) comprend trois projets de recherche en développement soutenus par L'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) dans le cadre de l'initiative 'Feed the Future' du gouvernement américain.

A travers la recherche-action et les partenariats de développement, l'Africa RISING crée des opportunités pour les ménages de petits agriculteurs de sortir de la faim et de la pauvreté grâce à des systèmes agricoles intensifiés de manière durable et qui améliorent les sécurités alimentaire, nutritionnelle et des revenus, en particulier pour les femmes et les enfants, tout en conservant ou améliorant les ressources naturelles.

Les trois projets régionaux sont dirigés par Institut International d'Agriculture Tropicale (en Afrique de l'Ouest, de l'Est et Australe) et Institut International de Recherche sur l'Élevage (dans la zone des hauts-plateaux en Ethiopie). L'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI) dirige le suivi, l'évaluation et l'évaluation d'impact du programme.



L'Africa RISING apprécie le soutien du peuple américain grâce à l'initiative 'Feed the Future' de l'USAID. Nous remercions également les paysans et les partenaires locaux de tous les sites pour leurs contributions au programme.

© 2020



Cette publication est concédée sous licence sous la licence 4.0 Creative Commons Attribution - <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

Sauf indication contraire, vous êtes libre de partager (copier et redistribuer la publication dans n'importe quel support ou format), d'adapter (remixer, transformer et développer la publication) à n'importe quelle fin, même commerciale, dans les conditions suivantes:

 **ATTRIBUTION.** Le document doit être attribuée, mais en aucun cas suggérant l'approbation de l'éditeur ou des auteurs.

# Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	<b>ii</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
<b>Méthodologie</b> .....	<b>4</b>
Sélection des ménages pour l'étude et la gestion des animaux.....	4
Suivi des animaux et collecte de données .....	6
Collecte des échantillons d'aliments et de fécales .....	7
Analyse au laboratoire des échantillons d'aliments et de matières fécales.....	7
Analyse statistique .....	8
<b>Résultats et discussion</b> .....	<b>9</b>
Structure et dynamique des troupeaux .....	9
Développement et évolution du poids corporel.....	13
Production de fumier et teneur en nutriments .....	15
Qualité nutritionnelle des ressources alimentaires du bétail disponibles .....	18
Analyse partielle des coûts et avantages .....	20
Réactions des éleveurs sur l'étude pilote .....	21
<b>Conclusion et recommandations</b> .....	<b>24</b>
Quelques recommandations données par les conducteurs de l'étude pilote.....	24
<b>Bibliographie</b> .....	<b>26</b>

## Remerciements

Nous sommes très reconnaissants vis-à-vis des éleveurs de Sirakele et de Zanzoni à Koutiala pour leur participation dans cette étude. Par ailleurs, nous remercions l'Association Malienne d'Eveil pour le Développement Durable (AMEDD) pour leur soutien inestimable dans la collecte des données. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet Feed the Future Africa RISING en Afrique de l'Ouest, financé par l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Les auteurs assument l'entière responsabilité du contenu du présent document.

# Résumé

Les petits ruminants font partie intégrante des systèmes mixtes de culture et d'élevage au Mali et ils jouent un grand rôle dans la sécurité alimentaire des ménages comme source de viande et de lait, et de moyens de revenus supplémentaires pour répondre aux besoins alimentaires et financiers des ménages. En outre, les petits ruminants produisent également du fumier qui est une source inestimable de matière organique pour améliorer la fertilité des sols. Cependant, la production de petits ruminants au Mali est confrontée à la mauvaise production des animaux à cause des maladies et d'une alimentation inadéquate. L'insuffisance des intrants alloués à la production des ovins et des caprins par les petits exploitants entraîne une vaccination insuffisante et un traitement irrégulier des animaux contre les maladies. Par ailleurs, l'alimentation complémentaire n'est que ponctuelle. La combinaison des interventions en matière de santé et d'alimentation animale peut conduire à de meilleurs résultats par rapport à une seule technologie.

Sur la base de notre expérience et des résultats prometteurs des interventions sanito-alimentaires pour l'amélioration de la production de petits ruminants au Ghana dans le cadre du projet Africa RISING, une étude pilote a été lancée au Mali impliquant des interventions combinées en matière d'alimentation et de santé dans deux communautés, à savoir Sirakele et Zanzoni dans le Cercle de Koutiala au sud du Mali. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets des interventions combinées en matière d'alimentation et de santé sur la production de petits ruminants dans les systèmes mixtes de culture et d'élevage au sud du Mali. Le village de Zanzoni a servi de témoin tandis que Sirakele a bénéficié d'une intervention sanito-alimentaire. Vingt ménages ont été sélectionnés aléatoirement dans chaque communauté pour une étude d'une durée d'un an allant d'août 2016 à août 2017. Les résultats de l'étude ont montré que la taille moyenne du troupeau de moutons et de chèvres du groupe ayant bénéficié de l'intervention sanito-alimentaire a doublé en un an (août 2016 - Moutons :  $5,30 \pm 0,81$  ; Chèvres:  $6,75 \pm 1,24$  ; juillet 2017 - Moutons:  $11,90 \pm 1,56$ ; Chèvres:  $12,70 \pm 2,04$ ) alors que la taille moyenne du troupeau du groupe de contrôle (Zanzoni) est restée pratiquement la même au cours de la même période. Le nombre moyen de naissances par ménage était respectivement de  $5,72 \pm 2,10$  et  $15,20 \pm 3,41$  pour les groupes de contrôle et d'intervention. Le taux de mortalité était significativement plus faible à Sirakele avec l'intervention par rapport au site témoin. Les résultats sur l'évolution du poids ont montré que les chèvres et les moutons traités ont gagné entre  $42,98 \pm 3,28$  et  $47,12 \pm 2,73$  g/jour, contre  $22,59 \pm 2,29$  et  $16,58 \pm 2,74$  g/jour pour les troupeaux du groupe de contrôle. Une quantité nettement plus importante de fumier a été prélevée sur les animaux soumis à l'intervention sanito-alimentaire que sur ceux soumis au contrôle. Une analyse partielle des coûts et des bénéfices a montré un rendement net annuel de  $95\,349 \pm 25\,388$  FCFA par ménage pour le groupe d'intervention à Sirakele, contre  $88\,575 \pm 8\,693$  FCFA par ménage pour le groupe de contrôle à Zanzoni. Les résultats confirment que l'intervention en matière d'alimentation et de santé entraîne une amélioration significative et rentable de la production de petits ruminants.

# Introduction

Les petits ruminants font partie intégrante des systèmes mixtes de culture et d'élevage au Mali et jouent un grand rôle dans la sécurité alimentaire des ménages comme source de viande et de lait, et comme moyens de revenus supplémentaires pour répondre aux besoins alimentaires et financiers (Wilson, 1986 ; Ba et al., 1996). Dans le Sahel occidental, la majorité des agriculteurs élèvent des petits ruminants comme source immédiate de revenus pour pallier les situations d'urgence et atténuer les moments de mauvaises récoltes (Wilson, 1991). En outre, les petits ruminants produisent également du fumier qui est une source inestimable de matière organique pour améliorer la fertilité des sols. Le court intervalle de temps entre les différentes générations des petits ruminants par rapport à ceux des bovins permet une croissance rapide en peu de temps si les conditions nutritionnelles et vétérinaires sont adéquates. Les petits ruminants semblent mieux résister à la sécheresse par rapport aux bovins (Lebbie, 2004). Par exemple, Wilson (1991) a rapporté que lors de la sécheresse du début des années 1980 au Sahel, les pertes de bovins ont été de plus de 80 % alors que celles des petits ruminants n'ont pas dépassé 50 % des troupeaux.

Compte tenu du potentiel de croissance rapide des troupeaux et de la fonction variée que remplissent les petits ruminants dans les systèmes mixtes de culture et d'élevage, ils pourraient être un moyen d'améliorer la sécurité alimentaire des ménages et de réduire la pauvreté chez les petits exploitants agricoles. Cependant, la production de petits ruminants au Mali est confrontée aux mauvaises performances des animaux dues en grande partie à une nutrition inadéquate et aux maladies (Wilson, 1986 ; Ba et al., 1996). L'insuffisance des intrants utilisés par les petits exploitants pour la production des ovins et de caprins fait que leurs animaux sont rarement vaccinés ou traités régulièrement contre les maladies (Ba et al., 1996) et l'alimentation complémentaire est souvent ponctuelle (Ayantunde et al., 2014). De ce fait, le taux de mortalité chez les petits ruminants est très élevé au Mali (Ba et al., 1996) ainsi que dans d'autres pays Sahéliens. La vaccination des petits ruminants contre les maladies telles que la Pasteurellose et la Peste des Petits Ruminants (PPR), et l'administration des vermifuges peuvent être un bon moyen pour réduire la mortalité. En plus des soins sanitaires, une alimentation stratégique des petits ruminants est également essentielle pour améliorer leurs performances (Ben Salem et Smith, 2008 ; Nantoume et al., 2011 ; Konlan et al., 2017). La combinaison des interventions en matière de santé et d'alimentation animale permettra d'obtenir de meilleures performances des animaux par rapport à une seule technologie. Sur la base de notre expérience et des résultats prometteurs des interventions en matière d'alimentation et de santé pour l'amélioration de la production de petits ruminants au Ghana dans le cadre du projet Africa RISING (Avornyo et al., 2015 ; Konlan et al., 2017), une étude pilote a été lancée au Mali impliquant des interventions combinées en matière d'alimentation et de santé dans deux communautés d'intervention d' Africa RISING dans le district de Koutiala au sud du Mali.

L'hypothèse sous-jacente de cette étude est que les combinaisons de pratiques de gestion améliorées se traduiront par une productivité animale, un revenu et une sécurité alimentaire des ménages plus élevés que les technologies uniques. Dans cette étude, les interventions se concentrent principalement sur la fourniture de soins de santé et d'une alimentation complémentaire. L'objectif de l'étude était d'évaluer les effets des interventions combinées d'alimentation et de santé sur la production de petits ruminants dans les systèmes de culture et d'élevage mixtes du sud du Mali. Les objectifs spécifiques étaient les suivants : (1). Évaluer les effets de l'ensemble des mesures d'alimentation et de santé sur les changements de poids des ovins et des caprins, la dynamique du troupeau

(naissance, mort, abattage) et la production de fumier. (2). Quantifier les coûts et les avantages des mesures d'alimentation et de santé dans la production de petits ruminants.

# Méthodologie

## Présentation des zones d'étude

L'étude a été conduite à Sirakélé (-5.48o long; 12.51o lat) et à Zanzoni (-5.57o long; 12.61o lat) qui sont des villages du Cercle de Koutiala au sud du Mali. Sirakélé est un village de la commune rurale de Songoua situé à environ 15 km du nord de Koutiala, tandis que Zanzoni est situé dans la commune de Fakolo à environ 35 km of Koutiala. Le Cercle de Koutiala est la zone où il y a la plus grande production de coton au Mali. Les deux communautés étudiées se trouvent dans une région à forte concentration de petits exploitants agricoles et d'éleveurs, ce qui implique que le système mixte de culture et d'élevage est le système agricole dominant. Les deux sites d'étude sont dans un climat soudanien caractérisé par une alternance de saison sèche et pluvieuse qui dure environ six mois chacune. La saison sèche se situe normalement entre novembre et avril tandis que la saison des pluies se situe entre mai et octobre. Les précipitations annuelles varient entre 750 et 1100 mm. La culture et l'élevage sont les principales sources d'alimentation et de revenus des ménages dans les zones étudiées. Les ressources alimentaires dans les deux sites d'étude sont similaires, comme le rapportent Umutoni et al. (2015) dans l'étude sur l'évaluation des ressources alimentaires dans les Cercles de Koutiala et de Bougoni au sud du Mali. Les principales ressources alimentaires sont les pâturages naturels, les résidus de culture et les sous-produits agro-industriels. Le présent rapport est basé sur un suivi d'un an des troupeaux d'ovins et de caprins appartenant à 40 ménages dans deux communautés entre août 2016 et août 2017.

## Sélection des ménages pour l'étude et la gestion des animaux

L'étude a concernée 20 ménages dans chaque communauté. Les ménages ont été sélectionnés aléatoirement sur la base de la possession de moutons et/ou de chèvres et de la volonté de participer à l'étude, qui implique un suivi de leurs animaux pendant environ un an. Les deux communautés font partie des sites d'intervention du projet Africa RISING. Les communautés d'intervention du projet se trouvent dans les "zones d'influence" du programme de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) au Mali, qui est le donateur du projet Africa RISING dans le cadre de l'initiative "Feed the Future" du gouvernement américain. L'objectif général du projet est de créer des opportunités pour les petits exploitants agricoles afin de vaincre la faim et la pauvreté grâce à des systèmes agricoles intensifiés de manière durable qui améliorent la nourriture, la nutrition et la sécurité des revenus, en particulier pour les femmes et les enfants, et qui conservent ou améliorent la base de ressources naturelles. Au début de l'étude, en août 2016, les deux communautés ont été réparties aléatoirement dans un groupe de contrôle ou d'intervention. Le groupe de contrôle est constitué des 20 ménages sélectionnés dans le village de Zanzoni, tandis que le groupe de traitement est constitué des 20 ménages sélectionnés à Sirakele.

Les moutons et les chèvres du groupe de traitement ont été vaccinés contre la pasteurellose, la PPR et la trypanosomiase. Ils ont également ont reçu des vermifuges et des soins sanitaires réguliers en cas de maladie, ainsi que des aliments complémentaires (300 g de tourteaux de coton par animal et par jour) pendant les 12 mois de l'étude. Les tourteaux de coton ont été utilisés comme supplément dans cette étude car cet aliment était facilement disponible dans les sites d'étude en raison de la grande culture du coton. La quantité de tourteaux de coton à donner aux animaux s'appuie sur les résultats d'une étude similaire réalisée au Ghana. Dans cette étude, chaque animal recevait entre 200 et 300 g de supplément (Konlan et al., 2017). Cette expérience qui a été conduite dans une ferme, n'a

pas permis de prendre en compte l'état physiologique des animaux pour décider de la quantité de supplément à leur administrer. En effet, il s'avérait difficile d'adapter la quantité de supplément à l'état physiologique de l'animal dans les conditions rurales. Dans le présent rapport, l'ensemble des traitements est intitulé "intervention de sanito-alimentaire" (Feed-health (FH) intervention). Les vaccins produits par le Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako au Mali, appelés "Ovipeste" et "Pastovin", ont été respectivement utilisés pour la vaccination contre la PPR et la Pasteurellose. Les ovins et les caprins sous intervention de la FH ont été vaccinés une fois par an contre la PPR à la dose de 1 ml par animal et deux fois par an contre la Pasteurellose à la dose de 2 ml par animal. Les animaux traités ont également été vaccinés contre la trypanosomiase avec Verben B12 et Kelamidum. Une prophylaxie sous forme d'injections d'antibiotiques et de multi-vitamines, ainsi que des déparasitages ont été administrés aux animaux de traitement. Le produit pour déparasitage du nom de SYNANTHIC (oxfendazole) a été administré deux fois pendant la durée de l'étude, soit au début de l'étude en août et à la fin de la saison des pluies en octobre. Les animaux de traitement ont également reçu des traitements curatifs lorsque cela était nécessaire.

Les troupeaux du groupe témoin n'ont bénéficié d'aucun apport alimentaire ou vétérinaire du projet. Toutefois, il convient de souligner que les éleveurs du groupe de contrôle ont soigné quoique de façon irrégulière leurs animaux malades, et leur ont donné des résidus de culture, comme la paille de sorgho, de coton et des fanes d'arachide après la récolte. Les animaux du groupe témoin ont souvent été conduits au pâturage en fin de saison sèche. Dans les deux sites d'étude, la gestion quotidienne des ovins et des caprins consistait à les conduire dans les pâturages naturels pendant la saison des pluies et leur donner des résidus de culture pendant la saison sèche. Les animaux engraisés, les brebis et les chèvres en lactation et les animaux malades étaient normalement gardés et nourris près des fermes. Les jeunes animaux (agneaux et chevreaux) n'étaient pas autorisés à paître avant l'âge de 3 à 4 mois. Au retour du pâturage, les animaux bénéficiant d'intervention sanito-alimentaire (FH) se voyaient offrir des tourteaux de coton comme supplément, qui était souvent consommé immédiatement. La nuit, les animaux des deux groupes étaient attachés à des piquets ou enfermés dans des enclos ou dans des abris autour des fermes. Environ 94 % des moutons des zones étudiées étaient de la race Djallonke, le reste appartenant à des races sahéliennes à longues pattes. Les moutons sahéliens à longues pattes étaient principalement des mâles destinés à l'engraissement. La race caprine était également dominée par les nains d'Afrique de l'Ouest (environ 96 %), avec quelques races sahéliennes à pattes longues.



**Image 1.** Des béliers engraisés et attachés à la ferme. Crédit photo : Augustine Ayantunde/ILRI.

## **Suivi des animaux et collecte de données**

Les moutons et les chèvres des 20 ménages sélectionnés à Zanzoni (groupe témoin) et à Sirakele (groupe avec intervention sanito-alimentaire) ont été marqués à l'oreille au début de l'étude en août 2016 pour identification et ont été pesés (voir l'image 2 de la pesée des animaux). Au début de l'étude, le troupeau total des 20 ménages se composait de 78 moutons et 84 chèvres à Zanzoni, soit un total de 162 animaux, tandis qu'à Sirakele, le troupeau total se composait de 106 moutons et 135 chèvres, soit un total de 241 animaux. Tous les animaux du groupe témoin et du groupe de traitement ont été pesés chaque mois pendant 3 jours consécutifs. Les deux techniciens de terrain responsables du suivi des animaux d'expérimentation se sont rendus dans chaque foyer chaque mois pour recueillir les données sur tout changement dans le troupeau familial (événement démographique), y compris la naissance, la mort, la vente, l'abattage de l'animal, la remise de l'animal en cadeau ou pour en prendre soin, la réception d'un animal comme cadeau ou pour en prendre soin et la perte par vol. Les données relatives aux décès dans les troupeaux ont été utilisées pour calculer le taux de mortalité, qui est le nombre de décès enregistrés en pourcentage du troupeau total au début de l'étude. Le taux d'abattage a été calculé comme étant le nombre d'animaux vendus, abattus et distribués en pourcentage du troupeau total au début de l'étude. Le fumier des animaux dans les enclos ou d'autres abris a été collecté chaque matin après la sortie des moutons et des chèvres dans chaque groupe. Ce fumier a été par la suite séché à l'air et stocké dans des sacs pour être pesé chaque mois par les techniciens de terrain de l'AMEDD.



**Image 2.** Pesée du fumier. Crédit photo : Augustine Ayantunde/ILRI.

## **Collecte des échantillons d'aliments et de fécales**

Deux échantillons de ressources alimentaires donnés aux animaux de l'étude ont été collectés au début et à la fin de la saison sèche. Les ressources alimentaires étaient principalement des résidus de cultures, du pâturage et des sous-produits agro-industriels. Au total, 46 échantillons d'aliments pour animaux ont été collectés et broyés pour passer au travers d'un tamis de 2 mm afin d'analyser en laboratoire leur composition chimique. Deux échantillons de fèces (fumier) de 0,5 kg de poids frais ont été prélevés chaque mois dans chaque ménage et ont été séchés à l'air. Les échantillons collectés par chaque ménage ont été combinés par saison (l'hivernage / pluvieuse, début de saison sèche et fin de saison sèche) et broyés pour être analysés en laboratoire. Au total, 120 échantillons de matières fécales ont été préparés pour l'analyse en laboratoire.

## **Analyse au laboratoire des échantillons d'aliments et de matières fécales**

Les échantillons de ressources alimentaires dans les sites d'étude ont été collectés principalement au début et à la fin de la saison sèche (octobre 2016 à mai 2017) et ont été séchés à l'air et préparés pour des analyses en laboratoire. Les échantillons d'aliments collectés ont été analysés pour la matière sèche (MS), la teneur en cendres, en azote, en composants fibreux [fibre détergente neutre (NDF), fibre détergente acide (ADF), et lignine détergente acide (ADL)] et la digestibilité de la matière organique in vitro (IVOMD) en utilisant la technique de spectroscopie de réflectance proche infrarouge (NIRS). La finesse de l'échantillon pour l'analyse NIRS était de 2 mm. La gamme de longueur d'onde pour estimer la composition chimique était de 1100 à 2500 nanomètres. La NIRS est une méthode d'analyse indirecte basée sur le développement de modèles empiriques dans lesquels la concentration d'un constituant de l'aliment est prédite à partir de données spectrales

complexes (De Boever et al., 1995). La protéine brute a été estimée à partir de la teneur en azote (azote x 6,25). L'énergie métabolisable (Mcal/kg de MS) a été dérivée de l'IVOMD. Les échantillons de matières fécales ont été analysés pour la concentration en MS, MO, N et phosphore (P).

## **Analyse statistique**

L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel SAS (SAS, 1987) en utilisant les procédures Means pour la statique descriptive tandis que le logiciel T-Test a été utilisé pour comparer les moyennes des événements démographiques (taux de natalité, taux de mortalité, taux d'abattage, etc.), les gains quotidiens moyens, la quantité de fumier collectée par ménage et les coûts et avantages entre le groupe témoin et le groupe ayant bénéficié d'une intervention sanitaire et alimentaire. Sauf indication contraire, le niveau de signification a été fixé à  $P < 0,05$ .

# Résultats et discussion

## Structure et dynamique des troupeaux

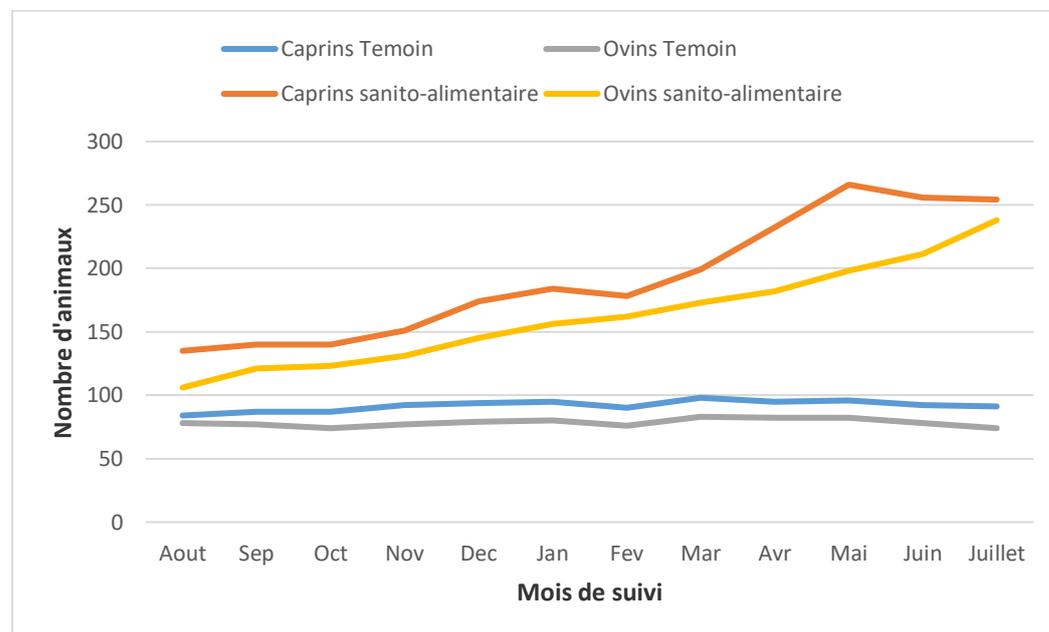
La taille moyenne du troupeau par ménage au début de l'étude en août 2016 pour les ovins était respectivement de  $3,90 \pm 0,82$  et de  $5,30 \pm 0,81$  pour le groupe témoin et le groupe bénéficiant d'une intervention sanito-alimentaire (tableau 1). Pour les chèvres, la taille moyenne du troupeau était respectivement de  $4,20 \pm 0,97$  et  $6,75 \pm 1,24$  pour le groupe témoin et le groupe bénéficiant de l'intervention. Les résultats ont montré que les troupeaux d'ovins et de caprins étaient dominés par des femelles, quel que soit le traitement. Au moins 80 % du troupeau ovin était composé de femelles au début de l'étude, tandis qu'au moins 75 % du troupeau caprin était composé de femelles à la même période. Ces résultats concordent avec les résultats de Wilson (1986) sur la production de petits ruminants dans les systèmes agro-pastoraux du Mali central, où il a été rapporté que la femelle représentait au moins 75% des troupeaux ovins et caprins. En général, le troupeau est dominé par des femelles pour la reproduction et la croissance du troupeau, alors que les moutons et les boucs sont souvent vendus pour répondre aux besoins monétaires des ménages, comme l'ont rapporté Ba et al. (1996) qui ont indiqué que le taux d'abattage des animaux mâles est souvent élevé par rapport à celui des femelles. La taille moyenne du troupeau d'ovins et de chèvres par ménage au début de l'étude était inférieure à celle du troupeau agropastoral d'ovins et de chèvres du Mali central rapporté par Wilson (1986) qui était respectivement en moyenne de 9,48 et 23,57 pour les ovins et les chèvres. La taille plus élevée du troupeau agro-pastoral des éleveurs de cultures mixtes dans le sud du Mali est tout à fait prévisible, car les agriculteurs au sud du Mali sont plus orientés vers la culture que vers l'élevage, alors que les agro-pasteurs sont des éleveurs par tradition, bien qu'ils se soient installés pour cultiver (Ayantunde et al., 2011).

Après un an, la taille du troupeau du groupe témoin est restée pratiquement la même qu'au début de l'étude (Moutons - Mâle  $0,65 \pm 0,22$  ; Femelle :  $2,95 \pm 0,73$  ; Chèvre - Mâle :  $1,15 \pm 0,33$  ; Femelle :  $3,45 \pm 0,72$ ) alors que la taille du troupeau de moutons et de chèvres par ménage sous intervention alimentaire et sanitaire a doublé dans la même période (tableau 1). Le nombre total de troupeaux pour le groupe de traitement est passé de 106 moutons au début de l'étude (août 2016) à 236 à la fin juillet 2017, tandis que le nombre de chèvres est passé de 135 à 252 (figure 1). Ces résultats montrent que les interventions en matière d'alimentation et de santé ont entraîné une augmentation significative de la taille du troupeau d'ovins et de caprins en peu de temps grâce à de meilleures performances de reproduction et de croissance. Des résultats similaires ont été rapportés par Ba et al. (1996) au Mali avec l'introduction du seul traitement sanitaire. Konlan et al. (2017) ont également fait état des avantages synergiques de l'effet combiné de la fourniture d'aliments concentrés et de soins vétérinaires aux petits ruminants élevés par de petits exploitants agricoles dans le nord du Ghana. Une tendance similaire d'augmentation significative du nombre de petits ruminants avec l'alimentation et l'intervention sanitaire a été également signalée par Avorny et al. (2015) dans le nord du Ghana.

**Tableau 1.** Composition du troupeau par ménage (moyen  $\pm$  erreur standard) au début (Aout 2016) et à la fin de l'étude (Juillet 2017) à Zanzoni (site du groupe témoin) et Sirakele (groupe bénéficiant de l'intervention alimentaire et vétérinaire) au Cercle de Koutiala.

Variable	Groupe témoin (n=20)	Groupe d'intervention (n=20)
<b>Début de l'étude (Aout 2016)</b>		
<b>Mouton</b>		
Nombre moyen des mâles	0.75 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	1.10 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>
Nombre moyen des femelles	3.15 $\pm$ 0.69 <sup>a</sup>	4.20 $\pm$ 0.70 <sup>a</sup>
Nombre moyen du troupeau	3.90 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	5.30 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup>
<b>Chèvre</b>		
Nombre moyen des mâles	0.50 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	1.60 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup>
Nombre moyen des femelles	3.70 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup>	5.15 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>
Nombre moyen du troupeau	4.20 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>	6.75 $\pm$ 1.24 <sup>a</sup>
<b>Fin de l'étude (Juillet 2017)</b>		
<b>Mouton</b>		
Nombre moyen des mâles	0.65 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	5.20 $\pm$ 0.93 <sup>b</sup>
Nombre moyen des femelles	2.95 $\pm$ 0.73 <sup>a</sup>	6.70 $\pm$ 0.93 <sup>b</sup>
Nombre moyen du troupeau	3.60 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup>	11.90 $\pm$ 1.56 <sup>b</sup>
<b>Chèvre</b>		
Nombre moyen des mâles	1.15 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	3.90 $\pm$ 0.89 <sup>b</sup>
Nombre moyen des femelles	3.45 $\pm$ 0.72 <sup>a</sup>	8.80 $\pm$ 1.35 <sup>b</sup>
Nombre moyen du troupeau	4.60 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>	12.70 $\pm$ 2.04 <sup>b</sup>

\*Les valeurs de chaque variable avec un exposant différent sont statistiquement significatives



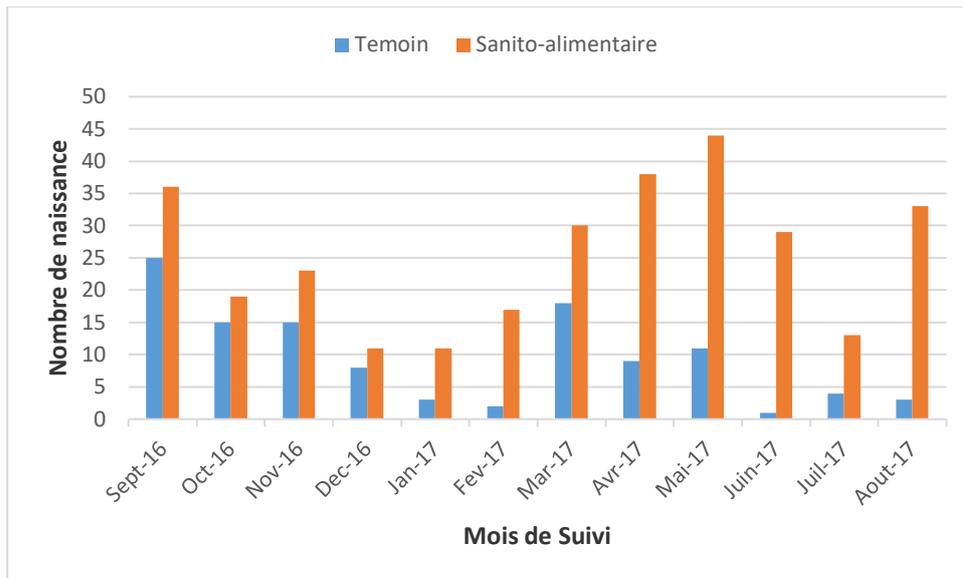
**Figure 1.** La croissance du troupeau dans les ménages du groupe témoin et du groupe d'intervention alimentaire et sanitaire respectivement à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala dans une période de suivi d'un an.

Les résultats sur la dynamique des troupeaux (tableau 2) ont montré des différences significatives dans le taux de natalité, le taux de mortalité et le taux de prélèvement entre le groupe témoin et le groupe d'intervention. Le taux de mortalité du groupe témoin était de 30,4 % pendant la période de l'étude (un an), tandis que celui du groupe d'intervention alimentaire et vétérinaire était de 13,3 % ; ce qui était nettement inférieur à celui du groupe témoin. Les résultats ont confirmé que le taux de mortalité est toujours élevé dans un troupeau de petits ruminants sans soins et sans une alimentation adéquate (Konlan et al., 2017). Selon Wilson (1986), le taux de mortalité peut atteindre 30 % dans un troupeau d'ovins et de caprins dans des systèmes d'élevage extensif où les soins de santé sont inadéquats avec une nutrition insuffisante, en particulier pendant la saison sèche. Ejlersen et al. (2012) ont rapporté des taux de mortalité de 25 à 32 % pour le cheptel ovin et de 13 à 23 % pour le cheptel caprin dans le sud du Mali, sur la base d'une enquête de rappel. Les principales causes de mortalité dans les troupeaux de notre étude étaient des maladies telles que les problèmes respiratoires, la diarrhée et la fièvre, les pertes dues aux prédateurs et les blessures. Des causes de mortalité similaires ont été rapportées par Ba et al. (1996) pour un troupeau de petits ruminants dans une zone semi-aride du Mali. Les résultats sur la répartition des naissances et des mortalités dans le groupe témoin et dans le groupe d'intervention entre septembre 2016 et août 2017 sont présentés dans les figures 2 et 3. La plupart des naissances ont eu lieu entre mars et septembre (figure 2), tandis que les mortalités ont eu lieu tout au long de l'année, bien que les cas de décès les plus faibles aient été enregistrés entre janvier et février.

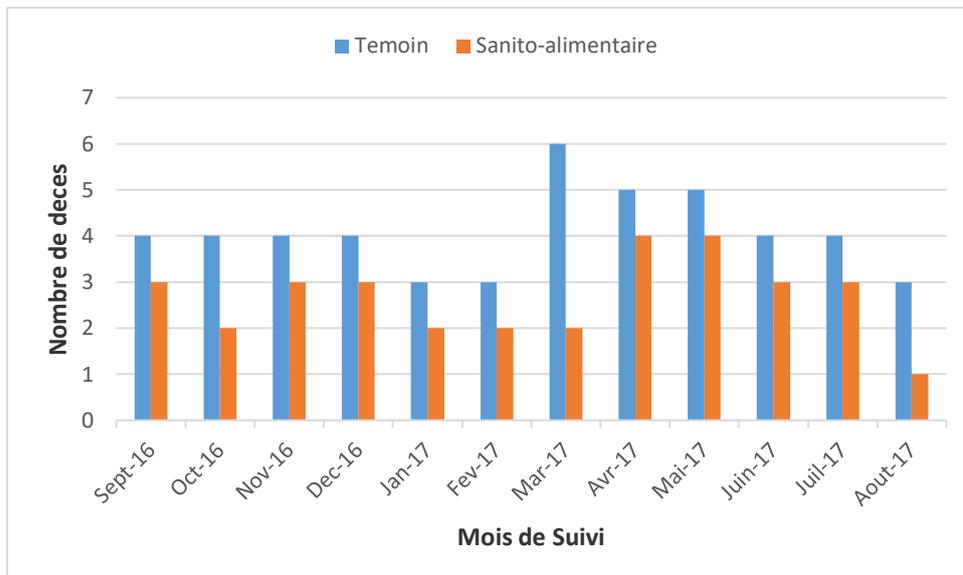
**Tableau 2.** Dynamique du troupeau de mouton et de chèvre dans le groupe témoin (village de Zanzoni) et le groupe bénéficiant de l'intervention alimentaire et sanitaire (village de Sirakele) entre Aout 2016 Aout 2017.

Variable	Groupe de contrôle (n=20)	Groupe d'intervention (n=20)
Nombre moyen de naissance par ménage	5.72±2.10 <sup>a</sup>	15.20±3.41 <sup>b</sup>
Taux de natalité (%)	69.9±3.4 <sup>a</sup>	126.7±4.9 <sup>b</sup>
Taux de mortalité (%)	30.4±2.7 <sup>a</sup>	13.3±3.1 <sup>b</sup>
Taux de prélèvements (%)	30.4±2.9 <sup>a</sup>	38.8±3.1 <sup>b</sup>
Prix moyen par tête vendu (FCFA)	19,777±841 <sup>a</sup>	24,887±964 <sup>b</sup>
Revenu moyen par animal vendu par ménage (FCFA)	38,537±7,560 <sup>a</sup>	169,125±26,545 <sup>b</sup>
Nombre moyen des animaux abattus pour le ménage	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.09±0.02 <sup>a</sup>
Nombre moyen des animaux donnés comme cadeau/ou pour en prendre soin par ménage	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>
Nombre moyen d'animaux reçus pour en prendre soin par ménage	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.03 <sup>a</sup>
Nombre moyen d'animaux volés par ménage	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>

\*Le nombre initia des moutons et de chèvre était de 214 à Sirakele et Ide 162 pour Zanzoni



**Figure 2.** Nombre de naissance par ménage au niveau du groupe de contrôle à Zanzoni et du groupe d'intervention à Sirakele au Cercle de Koutiala.



**Figure 3.** Nombre de décès par ménage dans le groupe de contrôle à Zanzoni et dans le groupe d'intervention à Sirakele au Cercle de Koutiala.

Les taux de prélèvements annuels des troupeaux d'ovins et de caprins de notre étude sont similaires à ceux rapportés par Ejlertsen et al. (2012), soit environ 29,5 % dans le sud du Mali. Des taux de prélèvements plus faibles, de 19 à 26 %, ont été signalés par Wilson (1986) pour les petits ruminants dans les systèmes agro-pastoraux du Mali central. Les prélèvements ont généralement tendance à être beaucoup plus élevés chez les mâles que chez les femelles car la raison principale des prélèvements est la vente pour répondre aux besoins financiers immédiats des ménages et les mâles sont souvent ciblés pour cela (Ba et al., 1996). Dans notre étude, nous n'avons pas recueilli des données spécifiques relatives au sexe des animaux abattus pour la consommation, mais selon les ménages impliqués les animaux mâles seraient plus utilisés pour la consommation que les femelles. En général, la consommation est influencée par le nombre d'animaux disponibles, les besoins monétaires immédiats, les prix du marché en vigueur ainsi que l'âge et l'état de l'animal. Les interventions qui conduisent à une augmentation significative de la taille des troupeaux,

comme l'alimentation complémentaire et les soins de santé, tendent à augmenter les prélèvements, comme le montre la différence significative entre le taux de prélèvement du groupe de contrôle et celui du groupe d'intervention de notre étude. Au Mali et dans d'autres pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest, la vente de petits ruminants est l'une des stratégies clés pour faire face aux mauvaises récoltes (Lebbie, 2004).

## Développement et évolution du poids corporel

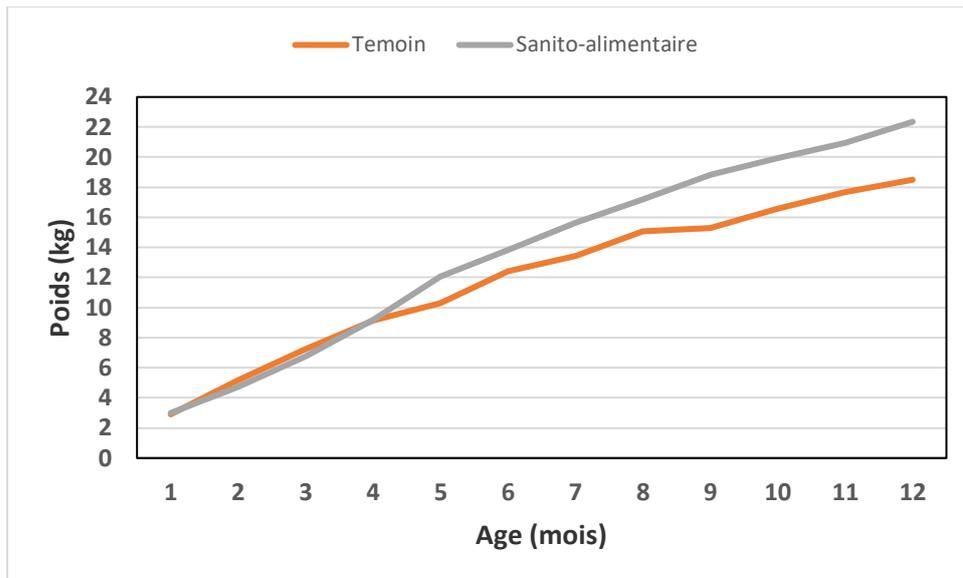
Les résultats de cette étude ont montré que l'intervention sanito-alimentaire a un effet significatif sur le développement du poids corporel et le gain quotidien moyen (GQM) des ovins et des caprins (tableau 3). Les gains quotidiens moyens des ovins et des caprins sous contrôle ont varié entre  $16,58 \pm 2,74$  et  $22,59 \pm 2,29$  g/jour, tandis que le gain quotidien moyen des animaux bénéficiant de l'intervention sanito-alimentaire était presque le double (ovins :  $47,12 \pm 2,73$  ; caprins :  $42,98 \pm 3,28$ ). Pour les quelques agneaux et chevreaux qui ont été pesés à la naissance, les poids à la naissance étaient similaires pour les groupes de contrôle et de traitement.

**Tableau 3.** Variations du poids des chèvres et des moutons du groupe de contrôle et de traitement à Zanzoni et Sirakele dans le district de Koutiala pendant un an.

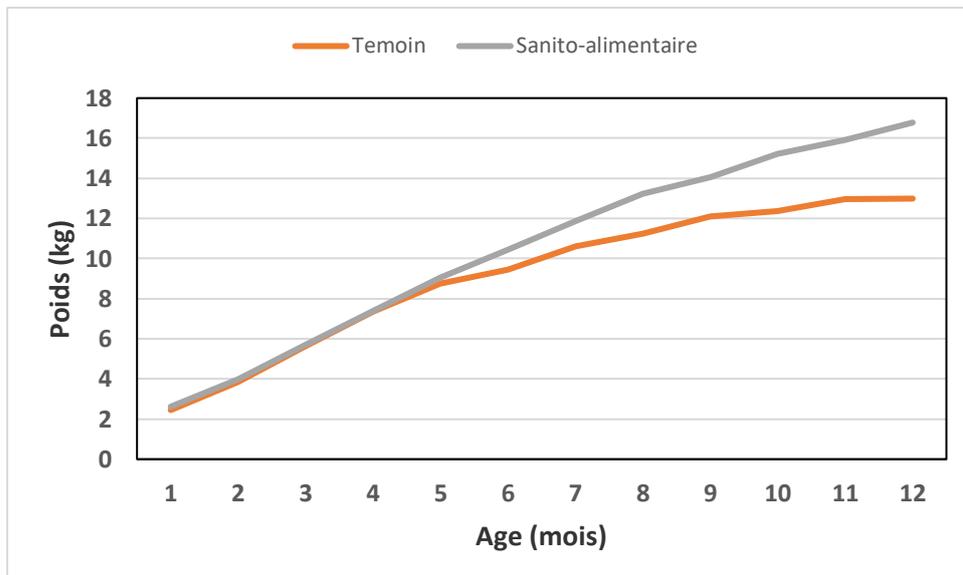
Variable	Groupe de contrôle		Groupe d'intervention	
	n	Moyenne $\pm$ es	n	Moyenne $\pm$ es
<b>Chèvre</b>				
Poids à la naissance (kg)	2	$1.50 \pm 0.0^a$	5	$1.20 \pm 0.12^a$
Poids à 1 mois (kg)	10	$2.45 \pm 0.16^a$	36	$2.62 \pm 0.09^a$
Poids à 3 mois (kg)	36	$5.65 \pm 0.17^a$	101	$5.71 \pm 0.13^a$
Poids à 1 an (kg)	14	$12.89 \pm 0.80^a$	36	$16.78 \pm 0.34^b$
Gain moyen quotidien (g/jour)	131	$22.59 \pm 2.29^a$	311	$42.98 \pm 3.28^b$
<b>mouton</b>				
Poids à la naissance (kg)	1	$1.50 \pm 0.0$	0	-
Poids à 1 mois (kg)	6	$2.92 \pm 0.27^a$	10	$3.00 \pm 0.13^a$
Poids à 3 mois (kg)	15	$7.23 \pm 0.39^a$	34	$6.75 \pm 0.22^a$
Poids à 1 an (kg)	3	$18.5 \pm 0.76^a$	17	$22.34 \pm 0.88^b$
Gain moyen quotidien (g/jour)	117	$16.58 \pm 2.74^a$	225	$47.12 \pm 2.73^b$

\*Les valeurs de chaque variable avec un exposant différent sont statistiquement significatives ( $P < 0.05$ ).

La tendance de l'évolution du poids corporel a été similaire jusqu'au quatrième mois pour les ovins (figure 4a) et jusqu'au cinquième mois pour les caprins (figure 4b) dans les groupes de contrôle et de traitement. Par la suite, on a constaté une différence significative dans l'évolution du poids des deux groupes. À l'âge d'un an, les ovins et les caprins du groupe de traitement pesaient significativement plus que ceux du groupe témoin (tableau 3)



**Figure 4a.** Evolution du poids des ovins du groupe de contrôle et du groupe de traitement de 1 à 12 mois à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala



**Figure 4b.** Evolution du poids des chèvres du groupe de contrôle et du groupe d'intervention de 1 à 12 mois à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala.

Les valeurs gain quotidien moyen des ovins et des caprins dans les groupes de contrôle et de traitement étaient similaires à celles rapportées par Avornyo et al. (2015) pour les ovins et les caprins. Elles sont aussi similaires à celles rapportées par Konlan et al. (2017) pour les ovins dans les études qui ont impliqué une intervention en matière de santé et d'alimentation. Konlan et al. (2017) ont rapporté des ADG allant de 17,8 et 45,4 g/jour respectivement pour le groupe de contrôle et celui bénéficiant de l'intervention. Les valeurs moyennes de gain journalier pour les animaux traités étaient approximativement les mêmes que les 48,98 g/jour et 49,19 g/jour reportés par Obese (1998) et Issaka (2006) dans des essais d'alimentation où les moutons Djallonke ont été respectivement nourris avec des fanes d'arachide, des graines de coton et des résidus de niébé. Le poids des ovins et des caprins à 3 mois et à 12 mois dans cette étude étaient inférieurs à ceux rapportés par Wilson (1986) de 7 kg pour les caprins et 9 kg pour les ovins à 3 mois, et de 18 kg pour les caprins et 24 kg pour les ovins à 12 mois. Cela pourrait être attribuées à des différences de races, car

les races ovines et caprines des systèmes agro-pastoraux du Mali central sont principalement des races sahéliennes à pattes longues et sont plus lourdes que les races naines d'Afrique de l'Ouest qui sont dominantes dans le sud du Mali où notre étude a été menée. Le poids corporel plus élevé des ovins et des caprins à partir de 4 mois a montré que l'effet de l'alimentation complémentaire et des soins vétérinaires sur le développement du poids corporel est cumulatif.

## Production de fumier et teneur en nutriments

Le tableau 4 présente les résultats de la collecte de fumier des ovins et des caprins par les ménages du groupe de contrôle et du groupe d'interventions sanito-alimentaires. Les ménages ayant bénéficié d'une intervention sanito-alimentaire ont collecté plus de fumier que les ménages du groupe témoin, et ce, pour toutes les saisons (début de saison sèche, fin de saison sèche et saison pluvieuse). Cela suggère que l'intervention en matière d'alimentation et de santé est également bénéfique pour l'amélioration de la fertilité des sols, car les agriculteurs pourraient collecter davantage de fumier pour leurs champs. Le principal problème du fumier collecté dans les fermes est le transport jusqu'au champ, en particulier s'il est éloigné du village. Le fumier collecté par animal et par jour au niveau des deux groupes (groupe de contrôle :  $102 \pm 4,06$  g MS/animal/jour ; groupe d'intervention vétérinaire et alimentaire:  $121,52 \pm 4,52$  g MS/animal/jour) était plus important à la fin de la saison sèche qu'à la saison pluvieuse. Cette situation peut se justifier du fait que les animaux passent plus de temps près des fermes pendant la saison sèche, étant donné le manque de pâturage. Il en résulte donc qu'il y a eu plus de fumier à collecter. Pendant la saison des pluies, il est généralement plus difficile de collecter le fumier car la teneur en eau des fèces est élevée. Les quantités de fumier collectées auprès des animaux des deux groupes, exprimées en g de MS/kg /jour (tableau 4), étaient bien inférieures aux quantités de 10 à 13 g de MS/kg /jour signalées par Ayantunde et al. (2007) pour les moutons soumis à des essais d'alimentation à l'aide de sacs de collecte de fèces. Cela montre qu'il y a eu des pertes dans le ramassage du fumier par les éleveurs de cette étude. En outre, le fumier déposé par les animaux pendant le pâturage n'a pas pu être collecté par les éleveurs, ce qui explique également les quantités plus faibles de fumier collectées dans cette étude. Les teneurs en azote et en phosphore du fumier étaient identiques aussi bien dans le groupe de contrôle que dans le groupe de traitement. Toutefois, pendant la saison humide, la teneur en azote était plus élevée au niveau du groupe d'intervention alimentaire et vétérinaire que chez le groupe de contrôle.

**Tableau 4.** Collecte de fumier par les ménages du groupe de contrôle et d'intervention sanito-alimentaire des ovins et caprins expérimentaux entre septembre 2016 et août 2017 à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala.

Variable	Groupe de contrôle	Groupe d'intervention
<b><i>Début de saison sèche (Octobre– Janvier)</i></b>		
Fumier collecté – g MS/jour/ménage	$815 \pm 46^a$	$1729 \pm 65^b$
Fumier collecté – g MS/animal/jour	$96.12 \pm 3.78^a$	$119.72 \pm 4.55^b$
Fumier collecté – g MS/jour/animal/kg poids vivant	$5.14 \pm 0.19^a$	$5.88 \pm 0.24^a$
Teneur en azote (g/kg MS)	$20.95 \pm 0.31^a$	$21.35 \pm 0.29^a$
Teneur en phosphore (g/kg MS)	$3.76 \pm 0.13^a$	$4.96 \pm 0.14^b$
Production d'azote dans le fumier (g/jour)	$16.48 \pm 0.81^a$	$37.03 \pm 1.47^b$
Production de phosphore dans le fumier (g/jour)	$2.81 \pm 0.14^a$	$8.64 \pm 0.43^b$
Production d'azote dans le fumier (g/animal/jour)	$1.98 \pm 0.07^a$	$2.57 \pm 0.10^a$

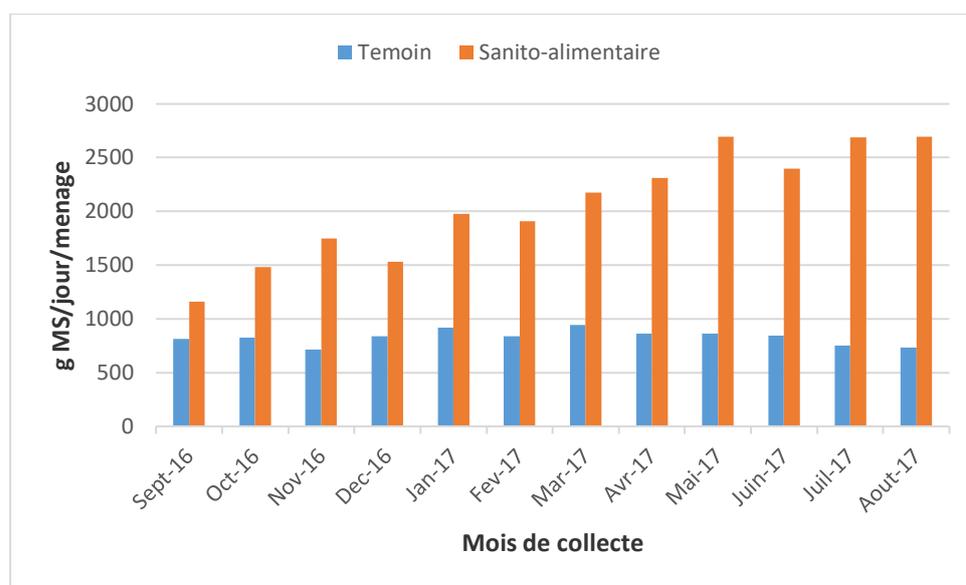
Production de phosphore dans le fumier (g/animal/jour)	0.35±0.02 <sup>a</sup>	0.60±0.03 <sup>a</sup>
<b><i>Fin de saison sèche (Février– Mai)</i></b>		
Fumier collecté – g MS/jour/ménage	891±49 <sup>a</sup>	2392±104 <sup>b</sup>
Fumier collecté – g MS/animal/jour	102±4.06 <sup>a</sup>	121.52±4.52 <sup>b</sup>
Fumier collecté – g MS/jour/animal/kg poids vivant	5.67±0.20 <sup>a</sup>	5.68±0.21 <sup>a</sup>
Teneur en azote (g/kg MS)	21.15±0.39 <sup>a</sup>	20.89±0.34 <sup>a</sup>
Teneur en phosphore (g/kg DM)	3.89±0.15 <sup>a</sup>	3.74±0.19 <sup>a</sup>
Production d'azote dans le fumier (g/jour)	18.74±1.04 <sup>a</sup>	50.51±2.60 <sup>b</sup>
Production de phosphore dans le fumier (g/jour)	3.29±0.20 <sup>a</sup>	9.04±0.64 <sup>b</sup>
Production d'azote dans le fumier (g/animal/jour)	2.14±0.09 <sup>a</sup>	2.52±0.10 <sup>a</sup>
Production de phosphate dans le fumier (g/animal/jour)	0.38±0.02 <sup>a</sup>	0.45±0.03 <sup>a</sup>
<b><i>Saison pluvieuse (Juin – Septembre)</i></b>		
Fumier collecté – g MS/jour/ménage	774±41 <sup>a</sup>	2234±104 <sup>b</sup>
Fumier collecté – g MS/animal/jour	95.54±4.27 <sup>a</sup>	112.27±4.64 <sup>b</sup>
Fumier collecté – g MS/jour/animal/kg poids vivant	5.29±0.24 <sup>a</sup>	5.62±0.24 <sup>a</sup>
Teneur en azote (g/kg MS)	18.83±0.36 <sup>a</sup>	22.73±0.49 <sup>b</sup>
Teneur en phosphore (g/kg MS)	7.21±0.15 <sup>a</sup>	6.73±0.11 <sup>a</sup>
Production d'azote dans le fumier (g/jour)	14.53±0.81 <sup>a</sup>	51.30±2.78 <sup>b</sup>
Production de phosphore dans le fumier (g/jour)	5.54±0.32 <sup>a</sup>	15.31±0.82 <sup>b</sup>
Production d'azote dans le fumier (g/animal/jour)	1.78±0.09 <sup>a</sup>	2.52±0.11 <sup>a</sup>
Production de phosphate dans le fumier (g/animal/jour)	0.69±0.04 <sup>a</sup>	0.75±0.03 <sup>a</sup>

Les valeurs de chaque variable avec un exposant différent sont statistiquement significatives (P<0,05).

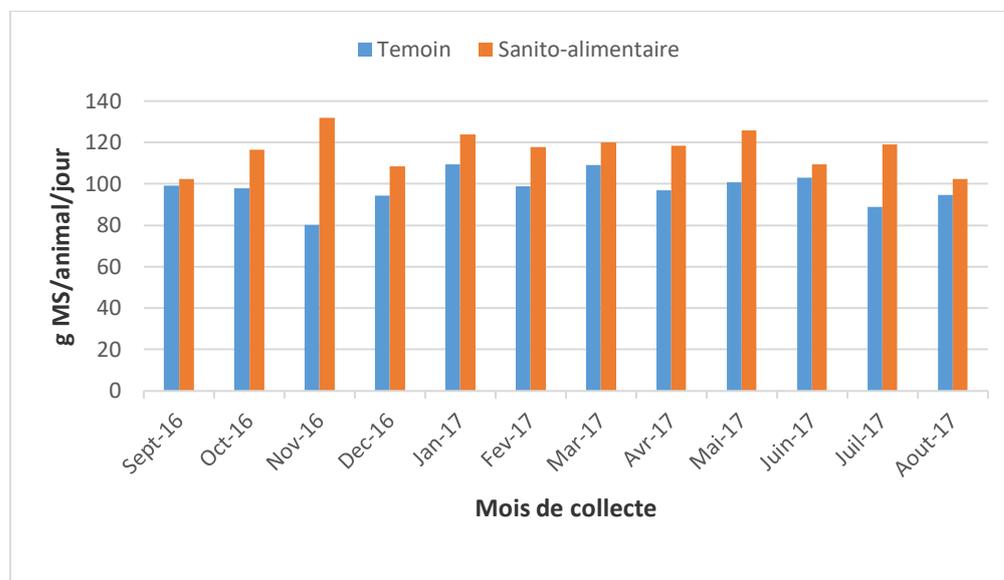
La teneur en azote et en phosphore du fumier collecté pour cette étude était beaucoup plus élevée que celle rapportée par Ayantunde et al. (2007) à partir d'essais d'alimentation avec des moutons nourris avec des fanes d'arachide comme complément au début de la saison sèche au Niger. Dans leur étude, la teneur en azote était comprise entre 10,7 et 12,8 g/kg de MS et la concentration de phosphore entre 1,9 et 2,8 g/kg de MS. Ces valeurs plus élevées pourraient être en partie attribuées à une meilleure qualité de l'alimentation dans le sud du Mali que la paille de mil comme aliment de base et les fanes d'arachide comme complément utilisé dans les essais d'alimentation par Ayantunde et al. (2007), car une alimentation riche en nutriments se traduit généralement par une teneur en nutriments plus élevée du fumier (Ayantunde et al., 2018). En outre, les valeurs plus élevées obtenues dans cette étude pourraient être attribuées à la contamination, car le fumier collecté pourrait avoir été contaminé par l'urine, les aliments offerts aux animaux et le sable. Étant donné que le fumier collecté par les ménages pour leurs champs est souvent un mélange de fèces et d'urine, nos résultats donnent une indication des nutriments qui peuvent retourner dans le sol. Le fumier collecté par les ménages du groupe de l'intervention en santé et en alimentation contient plus d'azote et de phosphore que le fumier collecté au niveau des ménages du groupe témoin. Ce fait confirme une fois de plus qu'une meilleure nutrition se traduit par une meilleure qualité du fumier.

Les résultats sur la répartition du fumier collecté par troupeau et par animal sont présentés dans les figures 5 et 6. Les résultats montrent que la quantité de fumier collectée par ménage et par jour a eu tendance à augmenter de manière linéaire de septembre 2016 à

août 2017 pour le groupe bénéficiant de l'intervention, alors qu'elle est restée pratiquement la même pour les ménages du groupe témoin (figure 5). Exprimée en quantité collectée par animal et par jour, la quantité collectée se situait entre 100 et 120 g de MS/animal/jour pour le groupe bénéficiant de l'intervention alimentaire et vétérinaire, tandis que les valeurs pour le groupe de contrôle se situaient entre 80 et 100 g de MS/animal/jour (figure 6). Les petits exploitants agricoles pourraient avoir de meilleurs rendements agricoles avec une augmentation de la production du fumier qui est très important pour la fertilité des sols. (Ayantunde et al., 2018). Le nombre insuffisant des animaux est toujours à l'origine du déficit en fumier.



**Figure 5.** Fumier collecté par jour et par ménage (g MS/jour/ménage) par les éleveurs de caprins et d’ovins du groupe de contrôle et du groupe avec intervention sanito-alimentaire.



**Figure 6.** Fumier collecté par animal per jour (g MS/animal/jour) par les éleveurs de caprins et d’ovins du groupe de contrôle et du groupe avec intervention sanito-alimentaire.



**Picture 3.** Un cultivateur qui étale le fumier de son troupeau dans son champ. Crédit photo : Augustine Ayantunde/ILRI.

## **Qualité nutritionnelle des ressources alimentaires du bétail disponibles**

En dehors du pâturage naturel, les autres principales ressources alimentaires trouvées dans les sites étudiés étaient des résidus de culture, des sous-produits agro-industriels et des arbustes. Les résidus de culture les plus répandus sont entre autre les tiges de sorgho, les tiges de coton, les fanes de niébé et les fanes d'arachides (tableau 5), tandis que les sous-produits agro-industriels étaient composés de tourteaux de coton et de son de maïs. Les tourteaux de coton avaient la teneur en protéines brutes la plus élevée parmi les ressources alimentaires offertes aux ovins et aux caprins par les agriculteurs dans les deux groupes. Les résidus de légumineuses (fane de niébé et fanes d'arachide) étaient également riches en protéines brutes et en matière organique *in vitro* digestible. Les arbustes (feuilles d'arbustes et d'arbres) sont des ressources alimentaires importantes en fin de saison sèche, lorsque les aliments se font rares (Umutoni et al., 2015) et ils ont généralement une teneur élevée en protéines brutes, mais ils ont une teneur élevée en lignine (tableau 5). Les valeurs de la teneur en protéines brutes du fanes de niébé et de la fanes d'arachide dans cette étude étaient plus élevées que celles rapportées par Umutoni et al. (2015), ce qui pourrait être attribué à la période de collecte des échantillons d'aliments et aux différences associées dans le rapport de feuille et tige.

**Table 5.** Composition chimique des ressources alimentaires majeurs pour les ruminants à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala (% en matière sèche)

Type d'aliment pour bétail	MO	PB	NDF	ADF	ADL	IVOMD	EM (MJ/kg MS)
<b>Résidus de cultures</b>							
Foin de niébé (feuilles & tiges)	88.46	19.06	36.06	24.57	5.65	72.03	9.83
Tourteaux d'arachide (feuilles & tiges)	88.67	16.30	54.69	44.22	9.32	61.63	8.85
Paille de coton (feuilles & tiges)	95.74	13.01	47.42	20.79	6.09	71.21	9.47
Paille de sorgho (feuille & tige)	94.41	4.23	71.59	46.29	6.38	51.91	7.68
<b>Sous-produits industriels</b>							
Tourteaux de graine de coton	89.33	25.15	65.28	43.54	8.35	71.04	9.73
Son de maïs	94.13	16.15	42.19	10.08	1.97	74.64	10.44
<b>Herbe</b>							
Cenchrus biflorus	85.28	17.78	49.79	34.31	7.13	65.76	8.96
<b>Arbuste</b>							
Vitellaria paradoxa (feuilles)	90.43	11.15	41.09	32.79	12.64	58.56	8.69
Sclerocarya birrea (feuilles)	93.67	14.98	45.28	44.88	18.27	41.06	6.25
Guiera senegalensis (feuilles)	96.69	10.97	49.11	43.43	14.89	55.77	8.62
Ziziphus mauritiana (feuilles)	93.77	17.76	45.28	30.87	8.77	64.99	9.70
Saba senegalensis (feuilles)	90.07	10.12	36.36	28.47	12.69	51.46	7.86

**OM:** Matière Organique; **PB:** Protéine Brute; **FDM:** Fibre Détergente Neutre; **FDA:** Fibre Détergente Acide; **ADL:** Lignine Détergent Acide; **IVOMD:** Digestibilité de la matière organique in vitro **ME:** Energie Métabolique

Les résidus de légumineuses comme les fanes de niébé et les fanes d'arachide sont normalement collectés et stockés pour nourrir les animaux domestiques pendant la saison sèche ou parfois vendus car les prix sont souvent élevés (Ayantunde et al., 2014). Les pailles de céréales sont normalement laissées sur le champ de culture pour que les animaux puissent les brouter. Cependant, certains agriculteurs les collectent et les conservent chez eux pour nourrir le troupeau du ménage. La quantité et la qualité des ressources alimentaires disponibles diminuent au fur et à mesure que la saison sèche avance. De même, l'importance des résidus de cultures a diminué au fur et à mesure que la saison sèche avançait, tandis que celle des broussailles augmentait. Les arbres et arbustes fourragers jouent un rôle important dans la nutrition des ruminants à la fin de la saison sèche (de mars à mai; Ickowicz et Mbaye 2001). La préférence pour les espèces d'arbustes varie en fonction de la saison et des espèces animales. Les chèvres ont eu tendance à préférer les arbustes aux moutons; ainsi, les broussailles constituent une part importante du régime alimentaire des chèvres en fin de saison sèche (Zampaligré et al., 2013).

## **Analyse partielle des coûts et avantages**

Les résultats de l'analyse partielle des coûts et des bénéfices du groupe de contrôle et du groupe de traitement ont montré que le revenu net du groupe d'intervention était sensiblement plus élevé que celui du groupe de contrôle (tableau 6). Le revenu net annuel du groupe de traitement était de 95 349±25 388 FCFA par ménage contre 88 575±8 693 FCFA par ménage dans le groupe de contrôle. Les avantages liés à l'intervention sont entre autre le gain de poids, le fumier collecté et la vente des animaux (écoulement ; tableau 6), tandis que les coûts étaient liés aux soins vétérinaires et au coût des aliments. Les résultats ont montré que la production traditionnelle de petits ruminants avec de faibles intrants est rentable à condition qu'il n'y ait pas d'épidémie majeure, ce qui pourrait expliquer la raison de l'élevage généralisé de petits ruminants par les petits exploitants. Toutefois, les éleveurs peuvent générer davantage de revenus grâce à la production de petits ruminants en fournissant des aliments complémentaires et des soins vétérinaires à leurs animaux. Pour les ménages ayant un troupeau important, il est prudent et rentable de fournir des aliments complémentaires et des soins de santé standard (vaccination contre la PPR et la pasteurellose, déparasitage et mesures curatives) à leurs animaux, car le risque est élevé de perdre la plupart des animaux en cas d'épidémie majeure comme la PPR, avec un taux de mortalité rapporté de 80% (Ba et al., 1996). Les bénéfices annuels rapportés dans cette étude étaient inférieurs aux bénéfices annuels obtenus pour cent moutons laitières de 362 700 FCFA et de 476 400 F.CFA pour cent chèvres laitières dans une étude de Nantoume et al. (2011) dans la région de Kaye au Mali. Si les bénéfices annuels rapportés par Nantoume et al. (2011) devaient être ajustés à la taille du troupeau dans notre étude, les bénéfices annuels de notre étude seraient plus élevés que les revenus des moutons et des chèvres laitières. Nos résultats confirment que l'intervention alimentaire et sanitaire visant à améliorer la production de petits ruminants est rentable. Il est essentiel de créer un environnement favorable aux services vétérinaires pour que les éleveurs puissent accéder aux services de santé pour leurs animaux.

**Table 6.** Analyse partielle des coûts et bénéfices (FCFA/ménage/an) du groupe de contrôle et d'intervention alimentaire et vétérinaire des petits ruminants à Zanzoni et Sirakele dans le Cercle de Koutiala sur la période d'un an.

Variable	Groupe de contrôle (n=20)	Groupe d'intervention (n=20)
Avantage du gain de poids	46,596±3,364a	241,058±14,189b
Avantage du fumier collecté	5,886±519a	15,474±844b
Avantage de la vente des animaux	38,537±7,560a	169,125±26,549b
Revenu brute	91,020±8,738a	425,657±34,961b
Prix des aliments complémentaires (tourteau de coton)	0a	300,988±17,717b
Coût des soins vétérinaires	2,445±176a	29,320±1,725b
Coût total	2,445±176a	330,308±19,442b
Revenu net	88,575±8,693a	95,349±25,388a

\*Les tourteaux de coton coûte 150 FCFA par kg; Les vaccins contre la PPR, Pasteurelloses et la trypanosomiase coûte– 175 FCFA par animal; les traitements et les déparasitages (200 FCFA par animal et par trimestre); fumier 20 FCFA par kg de fumier sécher à l'air; gain de poids - 750 FCFA/kg poids vivant.

\*Les valeurs de chaque variable avec un exposant différent sont statistiquement significatives (P<0,05).

## Réactions des éleveurs sur l'étude pilote

Pour évaluer les avis des agriculteurs participants à l'étude pilote dans les deux communautés d'étude, deux réunions ont été organisées le 31 octobre 2017 et le 1er novembre 2017 respectivement à Sirakele et Zanzoni. Les agriculteurs de Sirakele ont exprimé leur gratitude au projet pour l'étude pilote grâce à laquelle leurs troupeaux ont reçu des tourteaux de coton et des soins de santé. Ils étaient vraiment heureux des effets positifs de l'intervention sur l'alimentation et la santé de leurs animaux. Ils ont observé qu'après un an d'étude, ils ont constaté une amélioration considérable du développement du poids de leurs animaux et de la taille de leur troupeau. Selon eux, la taille de leur troupeau a doublé, voire triplé. Ils ont même déclaré que la façon dont leur troupeau a augmenté rapidement suggère qu'ils peuvent même dépendre de l'élevage de petits ruminants pour leur subsistance. Selon les agriculteurs de Sirakele, les avantages spécifiques de l'intervention en matière d'alimentation et de santé comprenaient une réduction drastique du taux de mortalité, une augmentation du taux de natalité, un revenu supplémentaire pour le ménage grâce à l'augmentation des prélèvements, une augmentation du poids corporel et une quantité élevée de fumier collecté. En outre, leurs connaissances en matière de gestion des petits ruminants se sont améliorées grâce à la formation dispensée dans le cadre du projet. En ce qui concerne l'amélioration de l'élevage des petits ruminants, les formations dispensées leur ont permis d'acquérir des connaissances en matière de santé animale, en particulier la sensibilisation à la vaccination contre différentes maladies et à l'importance du déparasitage. Ils ont également déclaré avoir acquis des connaissances sur la façon de nourrir leurs moutons et leurs chèvres pour améliorer le développement de leur poids corporel. En outre, à la suite de l'étude, ils ont réalisé qu'ils pouvaient recueillir une quantité importante de fumier de leurs animaux, ce qui les a amenés à prendre l'initiative de construire des enclos ou des hangars pour leurs animaux. Selon les éleveurs, beaucoup d'entre eux n'étaient pas vraiment intéressés par l'élevage de petits ruminants avant, car il était considéré comme une activité pour les femmes, mais après un an d'étude, ils ont réalisé le grand potentiel que l'élevage de petits ruminants peut apporter au bien-être de

leur famille. C'est pourquoi la plupart des éleveurs ont déclaré qu'ils continueraient à vacciner leurs animaux et à leur fournir des aliments complémentaires.



**Image 4.** Focus groupe avec les participants de Sirakele. Crédit photo : Augustine Ayantunde/ILRI.



**Image 5.** Focus groupe avec les participants du village de Zanzoni.

Les agriculteurs du groupe de contrôle à Zanzoni n'étaient pas enthousiastes à l'égard du projet car il n'y avait aucune intervention. Le projet a donné un sac de 50 kg de riz à chaque ménage vers la fin de l'étude pour leur participation. Les éleveurs ont fait état d'un taux de mortalité élevé dans leur troupeau et de la contrainte de la disponibilité de la nourriture, surtout pendant la saison des pluies où ils doivent attacher leurs animaux et les nourrir à la maison, pour éviter d'endommager leurs cultures. Toutefois, les agriculteurs ont déclaré que l'étude les avait sensibilisés au potentiel de la collecte de grandes quantités de fumier provenant de l'élevage de petits ruminants pour les champs de culture. La collecte quotidienne de fumier leur a également permis de nettoyer les enclos et les hangars des animaux. Les réactions des agriculteurs de Sirakele et de Zanzoni suggèrent que le renforcement de leurs capacités en matière d'élevage est essentiel pour améliorer la production de petits ruminants dans les systèmes mixtes de culture et d'élevage au Mali et dans d'autres pays du Sahel. La sensibilisation aux avantages de l'élevage des petits ruminants peut également motiver les agriculteurs à investir dans une meilleure gestion de leurs troupeaux. Par exemple, la construction d'un enclos ou d'un hangar pour loger les animaux facilitera la collecte du fumier pour les activités champêtres. Les services de vulgarisation, qui sont faibles au Mali et dans d'autres pays de la région, doivent être renforcés afin de développer les capacités des agriculteurs en matière d'amélioration de l'élevage.

## Conclusion et recommandations

L'étude pilote a été conduite pour évaluer les effets des interventions combinant alimentation et santé sur la production de petits ruminants dans des systèmes mixtes de culture et d'élevage à Zanzoni (site de contrôle) et à Sirakele (site d'intervention alimentaire et vétérinaire) à Koutiala dans le sud du Mali. Sur la base des résultats de cette étude, les principales conclusions sont les suivantes.

- i. L'intervention alimentaire et vétérinaire entraîne une croissance rapide du troupeau d'ovins et de caprins en peu de temps et de manière rentable, grâce à une augmentation significative du taux de natalité et une réduction du taux de mortalité. Cette croissance du troupeau permet d'augmenter les prélèvements des ménages.
- ii. L'alimentation complémentaire en plus de l'alimentation de base et la vaccination contre les principales maladies des petits ruminants améliorent le développement du poids corporel et augmentent la quantité de fumier qui peut être collectée pour fertiliser les champs.
- iii. Bien que la production traditionnelle de petits ruminants avec de faibles intrants externes soit rentable à condition qu'il n'y ait pas d'épidémie majeure et une bonne base de ressources alimentaires comme dans le sud du Mali, un revenu supplémentaire pourrait être généré par le ménage en investissant dans l'alimentation complémentaire et la santé du troupeau.
- iv. L'étude pilote démontre que l'élevage de petits ruminants peut être rentable avec la fourniture d'aliments complémentaires et de soins de santé. Ces résultats ont poussé les ménages de Sirakele dont les troupeaux ont bénéficié d'une intervention en matière d'alimentation et de santé, à s'engager fermement à poursuivre l'intervention dans une version modifiée. Le principal défi auquel ils pourraient être confrontés est la disponibilité des services vétérinaires nécessaires.

### Quelques recommandations données par les conducteurs de l'étude pilote

- i. La fourniture d'un bon logement ou d'un hangar pour le troupeau familial est nécessaire pour la collecte d'une quantité appréciable de fumier pour les champs. Pour éviter la contamination du fumier, l'étable ou le hangar doit être maintenu propre. Le nettoyage quotidien de l'animalerie est également bénéfique en termes de réduction des conditions favorables aux maladies.
- ii. L'azote présent dans l'urine peut être mieux capté en plaçant des pailles de céréales sur le sol de l'animalerie ou de l'étable comme litière. Les litières peuvent ensuite être utilisées comme paillis sur le champ de culture.
- iii. L'accès aux services vétérinaires peut être amélioré si les éleveurs peuvent s'organiser et s'adresser ensuite aux autorités locales de leur région pour faciliter le contact avec les agents de santé animale/vétérinaires. Il peut également être nécessaire d'avoir un contrat avec les agents vétérinaires pour la fourniture de services. Les éleveurs doivent être nécessairement organisés.
- iv. Le renforcement des capacités des agriculteurs en matière d'élevage amélioré est essentiel au succès de toute intervention liée à l'élevage au niveau communautaire. Il est donc important que les formations nécessaires soient intégrées dans tout plan d'intervention.
- v. Bien que le tourteau de coton ait été utilisé comme complément alimentaire dans cette étude en raison de sa disponibilité dans le sud du Mali, tous les résidus de cultures riches en protéines tels que les fanes de niébé, les fanes d'arachide ou les

sous-produits agro-industriels tels que le son de maïs, le son de millet peuvent être utilisés.

- vi. L'élevage en groupe du troupeau d'ovins et de caprins dans les zones de pâturage est nécessaire pendant la saison de culture pour éviter d'endommager les cultures, ce qui est bon du point de vue nutritionnel que d'attacher les animaux autour de la ferme sans fourniture adéquate d'aliments.

## Bibliographie

1. Avorny, F. K., Ayantunde A, Shaibu, M. T., Konlan, S. P. and Karbo N. 2015. Effect of
2. Feed and Health Packages on the Performance of Village Small Ruminants in Northern Ghana. *International Journal of Livestock Research* 5: 91-95.
3. Ayantunde A., Hiernaux P., Fernandez-Rivera S. and Sangare M. 2018. Nutrient Management in
4. Livestock Systems in West Africa Sahel with Emphasis on Feed and Grazing Management. In: Bationo A., Ngaradoum D., Youl S., Lompo F., Fening J. (eds) *Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems*, Springer, Cham, UK, pg 11-23.
5. Ayantunde, A.A, Blummel, M., Grings, E. and Duncan, A.J. 2014. Price and quality of livestock
6. feeds in suburban markets of West Africa's Sahel: Case study from Bamako, Mali. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 67 :13-21.
7. Ayantunde, A.A., de Leeuw, J., Turner, M.D and Said, M. 2011. Challenges of assessing the
8. sustainability of (agro)pastoral systems. *Livestock Science* 139: 30-43.
9. Ayantunde, A.A., Delfosse, P., Fernández-Rivera, S., Gerard, B., and Dan Gomma, A. 2007.
10. Supplementation with groundnut haulms for sheep fattening in the West African Sahel. *Tropical Animal Health and Production* 39: 207-216.
11. Ba, S.B., Udo, H.M.J. and Zwart, D. 1996. Impact of veterinary treatments on goat mortality and
12. offtake in the semi-arid area of Mali. *Small Ruminant Research* 19: 1-8.
13. Ben Salem, H. and Smith, T. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production
14. in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77: 174–194.
15. De Boever J.L., Cottyn B.G., Vanacker J.M. and Boucque Ch. V. 1995. The use of NIRS to predict
16. the chemical composition and the energy value of compound feeds for cattle. *Animal Feed Science and Technology* 51: 243-253.
17. Ejlertsen, M., Poole, J. and Marshall, K. 2012. Sustainable management of globally significant
18. endemic ruminant livestock in West Africa: Estimates of livestock demographic parameters in Mali. *ILRI Research Report* 31. Nairobi: ILRI.
19. Ickowicz A and Mbaye, M. 2001. Forêts soudaniennes et alimentation des bovins au Sénégal:
20. potentiel et limites. *Bois et Forêts des Tropiques* 55: 47-61.
21. Issaka, J. 2006. Studies on nutritive value of sheanut cake, further studies on the growth
22. response of sheep fed sheanut cake-based diets. BSc. Thesis, University for Development Studies, Tamale, Ghana.
23. Konlan, S.P., Ayantunde, A., Addah, W. and Dei, H.K. 2017. The combined effects of the
24. provision of feed and healthcare on nutrient utilization and growth performance of sheep during the early or late dry season. *Tropical Animal Health and Production* 49: 1423–1430; DOI 10.1007/s11250-017-1343-3.
25. Lebbie, S.H.B. 2004. Goats under household conditions. *Small Ruminant Research* 51: 131-136.

26. Nantoumé, H., Kouriba, A., Diarra, C.H.T. and Coulibaly, D. 2011. Amélioration de la productivité des petits ruminants: Moyen de diversification des revenus et de lutte contre l'insécurité alimentaire. *Livestock Research for Rural Development* 23 (5).
27. Obese, A. M. 1998. The effects of agricultural by-products supplementation on the growth
28. performance of the Djallonke sheep. BSc. Thesis, University for Development Studies, Tamale, Ghana.
29. Statistical Analysis System (SAS) institute. 1987. SAS/STAT for personal computers. Cary, NC,
30. USA, SAS Institute.
31. Umutoni, C., Ayantunde, A., and Sawadogo, G.J. 2015. Evaluation of feed resources in mixed
32. crop-livestock systems in Sudano-Sahelian zone of Mali in West Africa. *International Journal of Livestock Research* 5 (8): 27-36. DOI: 10.5455/ijlr.20150813090546.
33. Wilson, R.T. 1991. Small ruminant production and the small ruminant genetic resource in
34. tropical Africa. *Animal Production & Health Paper No. 88*. Food & Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 231 pp.
35. Wilson, R.T. 1986. Livestock production in central Mali: Long-term studies on cattle and small
36. ruminants in the agro-pastoral systems. ILCA Research Report No. 14. International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia. 113 pages.
37. Zampaligre N, Dossa HL and Schlecht, E. 2013. Contribution of browse to ruminant nutrition
38. across three agro-ecological zones of Burkina Faso. *Journal of Arid Environments*, 95: 55-64.