

# Sommaire / Contents

## SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES/ LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS

**233-238** Opportunités et défis de l'intégration agriculture-élevage dans les systèmes agricoles des terres désertiques nouvellement cultivées d'Égypte. *Opportunities and challenges of integrating crop and livestock systems in the desert reclaimed lands of Egypt.* Aboul Naga A.M., Alary V., Osman M.A., Abd El-Rahim S.A., Juanes X. (in English)

## PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX/ ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

**239-246** Survie et aptitudes des veaux issus de croisements entre Brunes des Alpes et Zébus Peuls dans la région des Cascades au Burkina Faso. *Survival and aptitudes of calves from crossbreeding between Brown Swiss and Fulani Zebus in the Cascades region of Burkina Faso.* Blagna S., Koté B., Tellah M., Djalal A.K., Ouédraogo J., Mopaté Logtené Y., Boly H. (en français)

**247-254** Comparaison des phénotypes camelins de Mauritanie aux écotypes d'Afrique et d'Asie. *Comparison of Mauritanian camel phenotypes with the ecotypes from Africa and Asia.* Diop A.K.M., Chrif Ahmed M.S., Biya M.B., Haki M.L., Konuspayeva G., Faye B. (en français)

**255-261** Comparaison des modèles mathématiques non linéaires et détermination du modèle qui décrit au mieux la croissance de la race Sardi. *Comparison of non-linear mathematical models and determination of the model that best describes the growth of the Sardi breed.* Balafrej M., Sahnoun A., Sadik M. (en français)

**263-268** Efficacité d'un traitement intravaginal à base de progestérone chez des vaches croisées *Bos indicus* x *Bos taurus*. *Efficacy of an intravaginal progesterone treatment in crossbred Bos indicus x Bos taurus cows.* Kouamo J., Iliassou, Hayatou S., Ngu Ngwa V., Teitsa Zangue C. (en français)

## SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE/ ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

**269-271** Prévalence de la gale sarcoptique chez le porc dans le département de la Mifi (Ouest Cameroun). *Prevalence of sarcoptic mange in pigs in Mifi Department (West Cameroon).* Kouam Simo A., Djuikwo-Teukeng F.F., Kombou Fangye C., Martineau G.-P., Gharbi M., Dorchie P. (en français)

**273-276** Méthodes comparées de dépistage de *Fasciola gigantica* chez les bovins dans un abattoir de l'Ouest Cameroun. *Comparative methods for the detection of Fasciola gigantica in cattle in a slaughterhouse of West Cameroon.* Kouam Simo A., Tetda M.-M., Gharbi M., Dorchie P. (en français)

**277-281** Enquête sur la cysticercose à *Taenia solium* dans un abattoir de Kampala en Ouganda. *Taenia solium cysticercosis survey at a slaughterhouse in Kampala, Uganda.* Kungu J.M., Afayoa M., Dione M.M. (in English)

ISSN 1951-6711

Publication du  
Centre de coopération internationale  
en recherche agronomique pour le développement  
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMVT>  
<http://www.cirad.fr/>

Directeur de la publication / *Publication Director:*  
Michel Eddi, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*  
Gilles Balança, Denis Bastianelli, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*  
Christian Corniaux, Guillaume Duteurtre, Bernard Faye,  
Flavie Goutard, Vincent Porphyre

Coordinatrice d'édition / *Publishing Coordinator:*  
Marie-Cécile Maraval

Secrétaire de rédaction / *Editorial Secretary:*  
Carmen Renaudeau

Traductrices/*Translators:*  
Marie-Cécile Maraval (anglais),  
Suzanne Osorio-da Cruz (espagnol)

Webmestre/*Webmaster:* Christian Sahut

Maquettiste/*Layout:* Alter ego communication, Aniane, France

### COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),  
Michel Doreau (FRA), Mohammed El Khasmi (MAR),  
Philippe Lescoat (FRA), Hamani Marichatou (NER),  
Ayao Missohou (SEN),  
Harentsoanina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),  
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeewantee Sunita Santchum (MUS),  
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),  
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)

 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cirad, Montpellier, janvier 2021



# Opportunities and challenges of integrating crop and livestock systems in the desert reclaimed lands of Egypt

Adel M. Aboul Naga<sup>1\*</sup> Véronique Alary<sup>2,3\*</sup> Mona A. Osman<sup>1</sup>  
Sahar A. Abd El-Rahim<sup>1</sup> Xavier Juanes<sup>3,4</sup>

## Keywords

Cropping systems, livestock farms, diversification, fruit trees, reclaimed land, drylands, West Delta, Egypt

Submitted: 18 May 2018

Accepted: 27 April 2020

Published: 1 December 2020

DOI: 10.19182/remvt.31941

## Summary

The Mediterranean agriculture is constrained by high competition for land and water utilization. One of the challenges for farmers is to increase land productivity through a better use of livestock in mixed crop-livestock farming systems. To assess the opportunities and challenges of integrating crop and livestock activities in irrigated areas, a survey was conducted among 175 small-scale farms in the West Delta desert land of Egypt in 2013/2014. Five regions were investigated and comprised the old reclaimed lands where settlers came in the 1960s, the intermediate reclaimed lands where farmers settled down in the 1980s, and the new reclaimed lands that were attributed to new farmers in the 1990s. The study highlighted two types of farmers' strategies: 1) diversification and specialization with focus on fruit tree plantation by university graduates, who had benefited from the attribution of around two hectares of land in the settlement program since the end of the 1970s; and 2) diversification with emphasis on livestock by common beneficiary settlers from the Nile Valley, who had benefited from the attribution of one hectare of land since the 1990s. Graduates focusing on fruit trees corresponded to a strategy of developing new business activity, whereas common beneficiaries diversifying their farming systems through livestock corresponded to the need to secure a stable source of family income all year round. Whereas diversification appeared to be a driving force for agricultural development in this context, specialization could be a social and economic risk as graduates became more dependent on national and international markets. This was reflected in the perception of farmers who underlined the need to integrate technical, ecological, economic and social constraints in their decisions.

■ How to quote this article: Aboul Naga A.M., Alary V., Osman M.A., Abd El-Rahim S.A., Juanes X., 2020. Opportunities and challenges of integrating crop and livestock systems in the desert reclaimed lands of Egypt. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 233-238, doi: 10.19182/remvt.31941

## ■ INTRODUCTION

In Mediterranean agricultural systems, the high competition in the use of natural resources (land, water, and nutrients) between crop cultivation and animal husbandry can affect the sustainable development of these systems (Dixon et al., 2010). Meanwhile, it is well recognized that the synergies between cropping activities and livestock husbandry

offer many opportunities for increasing sustainable production, notably through raising productivity and increasing efficiency of resource utilization, for both home requirements and markets (Herrero et al., 2010). Improving feeding systems and agricultural practices enhances water use efficiency, as illustrated in Morocco (Sraïri et al., 2011). Generally, livestock activities are now recognized for their multiple roles in reducing vulnerability of the fragile environment (Ashley et al., 1999; Alary et al., 2015) in diversification and intensification processes (Duteurtre and Faye, 2009). However, integration between livestock and crop activities varies with the farmers' strategies, their perceptions of their environments, and their resource base, in particular the access to land.

In Egypt, large agricultural programs have been developed to expand the agricultural area outside the Nile Valley in the desert lands over the last decades through the development of the traditional flood irrigation system. These programs were promoted by successive Egyptian governments since the 1960s to increase agriculture production, thereby improving national food security and agriculture commodity

1. Animal Production Research Institute (APRI) / Agricultural Research Centre (ARC), Nadi El-Said St., Dokki, Giza, Egypt.

2. CIRAD, UMR SELMET, ICARDA, Station Exp. INRA-Quich, rue Hafiane Cherkaoui, Agdal, BP 6299, Rabat, Morocco.

3. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

4. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.

\* Corresponding authors

Email: adelmaboulnaga@gmail.com; veronique.alary@cirad.fr



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

exports. However, these national programs for desert land reclamation sparked large debates about land allocation and best agricultural models that could be developed. Over the time, the programs have benefited different social classes, firstly university graduates in the 1970s and 1980s, then 'common beneficiaries', including land renters, female leading families and government retirees, since the 1990s.

In a previous paper (Alary et al., 2018), we studied the households' dynamics in those desert reclaimed lands of Egypt with regard to land regimes and policy programs. We showed that beyond those formal policy programs, settlers have found different ways to secure their livelihoods and were able to diversify their production systems toward mixed crop-livestock systems. In the present paper, we proposed to highlight the importance of crop-livestock interactions in the farm trajectories from the farm settlement to 2013/2014. The objective of this complementary work was to analyze the trend of crop-livestock integration in the small-scale farms of the reclaimed desert lands in West Delta, the challenges and potentialities that revealed the dynamics between different social groups (i.e. graduates vs common beneficiaries). This work has enriched the literature on the importance of livestock in sustainable agriculture (HLPE, 2016). Locally, it has contributed to defining the potential agricultural models for developing desert reclaimed lands based on farmers' perceptions.

■ MATERIALS AND METHODS

The materials and methods used in this study were based on those described in our previous paper (Alary et al., 2018). The study was conducted in the desert reclaimed lands of Nubaria, West Delta, as part of the national Egyptian program to expand the cultivated lands over the desert areas around the Nile Valley. In this sandy area, livestock activities were investigated, as part of the farming systems, in particular for improving soil fertility and family nutrition. Five regions were investigated with a diversity of situations related to the

date of land reclamation: the Nahda region, where the settlement started in the 1960s, was considered old reclaimed lands; the Bangar and Hamam regions, where the settlement started in the 1980s, were considered intermediate reclaimed lands; and the Tiba and Bustan regions, where land reclamation started in the 1990s, were considered new reclaimed lands. The Hamam region, located downstream the canal, represented a transitional zone with the Bedouin society along the northwestern coastal zones (Figure 1).

In each of those five regions, around 10 to 12 farmers from three to four villages were selected to reflect the diversity of land beneficiaries. We found mainly three types of land beneficiaries: i) the university graduates, coming mainly from urban areas, who benefited two hectares from the program, ii) the common beneficiaries, generally land renters in the Nile Valley, who benefited one hectare, and iii) the new buyers coming from rural or urban zones, who had been interested in investing in agricultural land more recently (Alary et al., 2018). The total sample included 174 farms. This survey was conducted in 2013/2014 within the framework of CLIMED (The Future of Mediterranean Livestock Farming Systems: Opportunity and Efficiency of Crop-Livestock Integration), an ARIMNET (Agricultural Research in the Mediterranean Network) project that involved the assessment of the sustainability of integrated crop-livestock systems in three Mediterranean countries (Egypt, France and Morocco). The survey was conducted by a French-Egyptian team of researchers in animal production and socioeconomics. The farm household survey was based on a semi-structured questionnaire that included six components: household living conditions, land and cropping systems, livestock structure and management, costs and financial issues, dynamics in the farming system over the time of settlement, and social networks. Descriptive statistics for quantitative and qualitative data analysis were used. We could in particular compare the farming systems at the time of settlement and at the time of survey. We also included in the questionnaire some data on the farmers' 'perception' on the 'reasons' explaining their past choices and on the

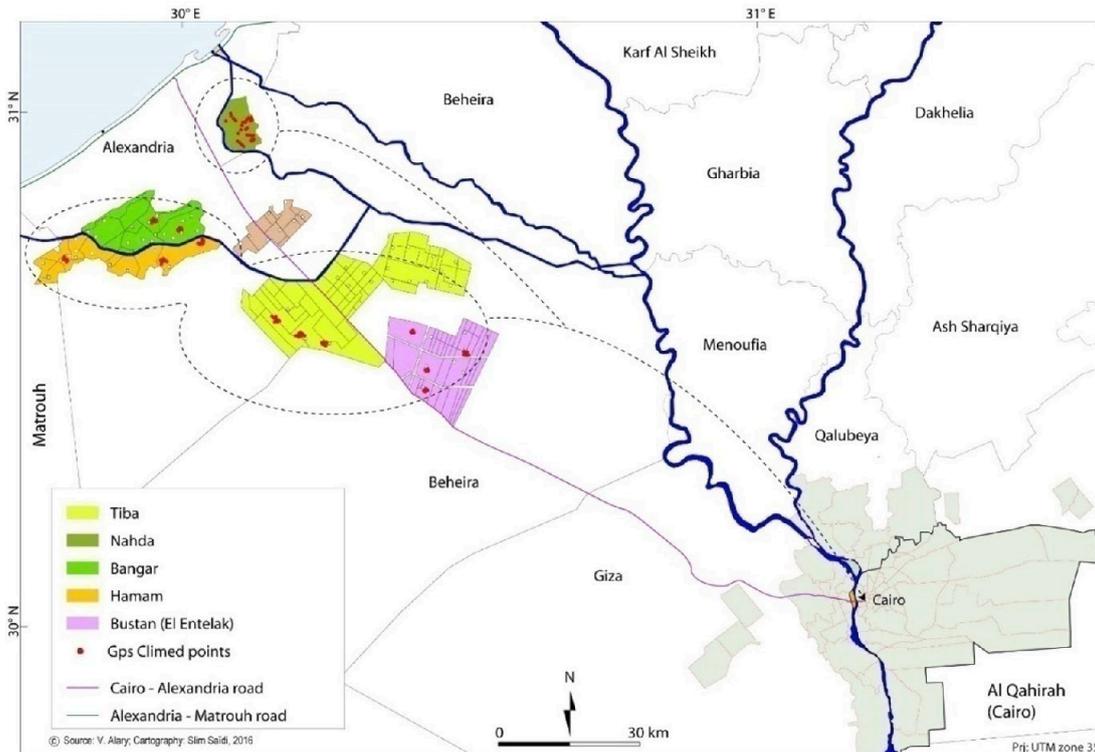


Figure 1: Geographical location of the selected regions in Nubaria, Egypt (extracted from Alary et al., 2016) // Situation géographique des régions sélectionnées dans la Nubie, Egypte (extrait d'Alary et al., 2016)

main ‘opportunities’ and ‘constraints’ they had been facing. Those data helped understand the farmers’ logics and their vision of the key factors for their livelihoods.

## ■ RESULTS

### *Farming systems at the beginning of settlement*

Overall, two-thirds of the settlers declared that they began to cultivate their reclaimed lands with traditional crops, mainly wheat and Egyptian clover (berseem) in the winter, and maize and vegetables in the summer (Table I). However, regional differences were detected, such as peanut cultivation in Bustan, sugar beet and potato in Bangar, and watermelon in the Hamam, depending on land and water resources. Only 2% of new settlers, all graduates, began their cultivation with cash crops such as fruit trees (mainly oranges) and vegetables. The main livestock species raised were cattle (either Friesian crossbreeds or native breeds) and buffalo for milk and calves followed by mixed sheep and goat flocks (Table I).

### *Farmers’ reasons to explain their choices*

For the majority (53 %) of the 174 surveyed settlers, the main reason for choosing their crops at the beginning of the settlement was “it is the main crop in the region.” In Nahda and Tiba, nearly one-third of farmers emphasized the issue of soil fertility that conditioned the decision to grow berseem or beans (as legumes) between two cereal crops. Potential productivity was also mentioned in Tiba. In Bustan, Bangar and Hamam, between 64% and 79% of the farmers chose traditional crops because it was related to their experience and their domestic needs. Water availability was an issue for the settlers in Hamam, especially those located at the end of the established Hamam irrigation canal. Lack of extension services was highlighted by only 6% of farmers in Bustan.

The types of livestock farming were rather more homogeneous among the five regions than cropping systems. In the new reclaimed regions, around 36% of settlers emphasized the role of cattle and buffalo for providing more income and animal products for family consumption at the beginning of the settlement. In the older reclaimed lands, i.e. Nahda and Bangar, the issue of manure production was highlighted. On the other hand, rearing small ruminants at settlement was a source of rapid cash income due to their high reproduction rate. In Hamam, partially settled by Bedouin inhabitants followed by Bustan farmers, settlers declared that they reared small ruminants as a tradition. The high productivity of sheep flocks was also highlighted by 17% farmers in both regions.

### *Evolution of farming systems from time of settlement*

Based on the interviewees’ responses about the farming system at first settlement, it was possible to reconstitute the main changes of the farming systems in the studied regions (Table II). We could observe a clear reduction in the cereal-based system in favor of tree plantation and non-negligible changes in livestock activities. Around 8% and 23% of the settlers had stopped raising large and small ruminants, respectively. This important reduction in livestock, concerning mainly small ruminants, was devoted to finance tree plantation. Various other reasons were mentioned for this decline, including the incidence of foot and mouth disease in 2013, the increase in concentrated feed prices with the economic instability since 2011, and the intensive labor requirement of livestock activity.

However, those trajectories were not the same in all the regions. In Bustan (new reclaimed lands), 34% of the settlers had replaced their traditional crops with fruit trees. Around 35% of the farmers in Hamam (intermediate reclaimed lands) grew vegetables, mainly watermelon, because of the sandy soil type, and 16% developed their breeding activity due to low and uncertain profits from the strategic

**Table I:** Farming systems in the reclaimed land regions of Egypt at time of settlement /// *Systèmes d’exploitation agricole des régions de terres récupérées en Egypte au moment de la colonisation*

Farming system	Nahda (ORL)	Bangar (IRL)	Hamam (IRL)	Bustan (NRL)	Tiba (NRL)	Total
	1960–1990	1990–2010	1990–2005	1990–2005	1990–2010	1960–2010
Number of farmers	34	30	33	42	35	174
Cropping system (%)						
Cereal-based system (traditional)	53	67	64	79	51	63
Cereal mixed system	29	23	15	5	3	14
Vegetables	18	10	21	10	46	21
Fruit trees	–	–	–	6	–	2
Large ruminant herds’ composition according to purpose (%)						
Buffalo and cattle for milk and calves	50	63	31	64	43	51
Dairy buffalo and cattle	9	17	24	19	28	20
Cattle for fattening (native cattle)	35	20	24	17	23	23
Without buffalo nor cattle	6	–	21	–	6	6
Small ruminant flocks’ composition (%)						
Mixed flock (sheep and goats)	47	43	31	24	37	36
Sheep only	9	7	15	17	9	11
Goats only	3	13	15	26	28	18
Without sheep nor goat	41	37	39	33	26	35

ORL: old reclaimed lands; IRL: intermediate reclaimed lands; NRL: new reclaimed lands /// *ORL : anciennes terres récupérées ; IRL : terres récupérées intermédiaires ; NRL : nouvelles terres récupérées*

**Table II:** Farming systems in the reclaimed land regions of Egypt in 2013/2014 /// *Systèmes d'exploitation agricole des régions de terres récupérées en Egypte en 2013/2014*

Farming system	Nahda (ORL)	Bangar (IRL)	Hamam (IRL)	Bustan (NRL)	Tiba (NRL)	Total
Number of farmers	34	30	33	42	35	174
Cropping system (%)						
Cereal-based system (tradition)	42	51	39	31	19	37
Cereal mixed system	21	17	16	17	8	16
Vegetables	37	31	35	12	15	28
Fruit trees	0	0	10	40	58	19
Large ruminant herds' composition according to purpose (%)						
Buffalo and cattle for milk and calves	50	50	32	43	29	41
Dairy buffalo and cattle	32	47	41	48	37	41
Cattle for fattening (native cattle)	6	3	0	5	6	4
Without buffalo and cattle	12	0	26	5	14	14
Small ruminant flocks' composition (%)						
Mixed flock (sheep and goats)	6	3	18	12	6	9
Sheep only	21	27	24	21	14	21
Goats only	6	20	9	12	14	12
Without sheep nor goat	68	50	50	55	66	58

ORL: old reclaimed lands; IRL: intermediate reclaimed lands; NRL: new reclaimed lands /// ORL : anciennes terres récupérées ; IRL : terres récupérées intermédiaires ; NRL : nouvelles terres récupérées

crops. In this region located upstream of the newly established irrigation canal, irrigation is problematic and strategic crops cultivation appeared to be less productive. In contrast to the development in new and intermediate reclaimed lands, the old reclaimed lands of Nahda relied on traditional or mixed cereal crops in 2013/2014. This was due to their proximity with the neighboring Delta lands in terms of connections and market opportunities.

In summary, in both old and intermediate reclaimed lands, farmers mainly relied on cereals (as traditional and secured crops) and vegetables (as cash crops), and less on fruit trees. For the new reclaimed lands (Tiba and Bustan), farmers mainly relied on fruit trees for local markets or exportation. This corresponded to two types of farm strategies: 1) diversification with focus on fruit tree plantation by university graduates who benefited from the attribution of around two hectares of land in the settlement program since the end of the 1970s; and 2) diversification with emphasis on livestock by common beneficiary settlers from the Nile Valley, who benefited from the attribution of one hectare of land in the settlement program since the 1990s.

The main motivation beyond these dynamic changes, as declared by the settlers, was their own and their neighbors' experiences of the prevailing crops (mentioned by 52%). The second group of factors that influenced these dynamics were related to land and water resources such as soil fertility and availability of water (near 32%). The least affecting factors of these dynamics (concerning 16%) were socio-economic, i.e. availability of capital and increasing revenue (16%). This highlighted the major constraints of cultivation in desert lands, which are mainly constituted with sandy and poor soils.

### Opportunities and constraints

Based on the settlers' statements regarding their perceptions of what they see as opportunities and constraints in the new reclaimed lands, i.e. land, water, labor and market, it was possible to identify the main factors that could influence changes in the future (Table III).

Availability of land was seen as the major opportunity by more than 90% of the interviewees. In Bangar, the land was an opportunity for 73% of the farmers, but farmers continued to suffer from low soil fertility. On the other hand, marketing of their products was the major constraint for more than 74% of the settlers once the land started to produce. In Nahda, the region was linked to the well-established markets in the Delta, so the market was a constraint for only 58% of them. Availability of family or hired labor was the second constraint perceived by the settlers (63%). Views on water varied greatly between regions; it was perceived as a good opportunity in Tiba and Hamam (49% and 42%, respectively), and a major constraint in Bangar, Bustan and Nahda (73%, 52% and 52%, respectively), mainly because of malfunctions in the management of the irrigation system in these regions.

### DISCUSSION AND CONCLUSION

Specialization in fruit trees for the graduate settlers corresponded to their strategy of developing new business, sometimes coupled with a motivation to live in a healthy environment, whereas diversification by the common beneficiaries toward vegetables while maintaining their traditional activities of crops and livestock corresponded to their need to be economically independent from their families. Meanwhile, thanks to the social context in the reclaimed lands, where graduates and common beneficiaries (farmers) interacted with each other, we could observe social changes in their way of conducting their farming systems, e.g. involvement of women in the activities and decisions on the farm. Those social changes refer to some situations observed by Adriansen (2007).

In these changes, livestock has played different roles between settlers' categories over time. At settlement, it constituted the main source of manure to enrich the soil before being a source of crop fertilizer, especially for cash crops. It also represented a way to cover costs of tree plantation and the establishment of settlers' houses. Moreover, the need for forages to feed animals enhanced the role of legumes

**Table III:** Opportunities and constraints perceived by the beneficiaries in each reclaimed-land region of Egypt (%) // Opportunités et contraintes perçues par les bénéficiaires dans chaque région des terres récupérées d’Égypte (%)

Factor	Perception	Nahda	Bangar	Hamam	Bustan	Tiba	Total
Land	Num. of settlers	33	33	31	42	35	174
	Opportunities	91	73	90	98	94	90
	Constraints	6	21	3	0	6	7
Labor	No challenge	0	3	3	2	0	2
	Opportunities	6	6	10	12	26	12
	Constraints	76	64	61	55	60	63
Market	No challenge	3	3	0	10	9	5
	Opportunities	30	12	16	7	14	16
	Constraints	58	82	77	74	77	74
Water	No challenge	9	6	6	5	3	6
	Opportunities	33	12	42	24	49	32
	Constraints	52	73	32	52	34	49
	No challenge	15	15	26	24	17	19

(berseem) in soil fertility and made it a major component of a successful cropping system. All these functions revealed different roles of livestock in small-scale farming systems.

However, once tree plantation started to produce, the graduates usually reduced their livestock activity to alleviate the pressure on family and hired labor. In contrast, the majority of the common beneficiaries maintained their livestock activity for its multiple roles, and crop-livestock integration proved to be a main pillar in the sustainability of their system and also in the economic stability of the farms, as shown in other contexts by Alary et al. (2019).

The comparative analysis of results between Tiba mainly settled by graduates and Bustan settled by common beneficiaries confirmed these two agricultural models. However, our study showed that one determining factor was land access. As soon as common beneficiaries could increase their cultivated land, they developed fruit plantation, which explained the trend observed in Bustan. Moreover, diversification appeared to be a driving force for agricultural development, as specialization could be environmentally and economically risky. This explained the maintenance of diversified crop-livestock systems in Bustan compared to Tiba, even if farmers in Bustan developed fruit plantation. In old reclaimed lands, livestock production developed into more specialized systems, mainly dairy cattle or buffalo (32% compared to 9% at settlement), with the unspecialized system tending to vanish. Livestock specialization was mainly explained by the local market demand due to the proximity with Alexandria.

All these trends of crop-livestock systems in the reclaimed lands reflected different regional opportunities and constraints, linked with the markets and water access. Where water constituted the major constraint (as in Bangar, Bustan and Nahda), livestock remains a major component in the agricultural models with different orientations according to the market opportunity. For instance, in Nahda, the proximity of the demand allowed the development of the dairy activity. In Hamam, downstream of the canal, water constituted a major constraint compared to the rest of the studied zone. But it was perceived as an opportunity compared with neighboring regions without irrigation infrastructure. In Tiba, the agricultural model based on fruit plantation mainly resulted from the settlers' origin and their willingness to develop a profitable agricultural model oriented to markets.

This overview of the trends of crop and livestock activities at regional level revealed different roles given to animals between farmers according to their origins (graduates vs common beneficiaries), and

local constraints and opportunities. We were able to define different crop-livestock models that characterized the reclaimed lands. One major driver that can influence future trends is the market access that currently constitutes a high constraint both for the development of livestock and crop activities and to their integration, as one pillar of land sustainability.

### Acknowledgments

These results were presented in a communication at the European Association of Animal Production (EAAP) in 2016. To proceed further, a retrospective analysis of settlement has been conducted in Alary et al. (2018). We particularly thank the French Agency of National Research (ANR) for its support within the Grant ARIM-NET program 2011, ANR-2012-2015, 12-AGRI-0007.

### Conflicts of interest

There is no conflict of interest between the authors and the results.

### Author contributions statement

AA, VA and MAO participated in the conception or design of the work; MAO and VA conceived and tested the questionnaire; XJ elaborated the design and data entry system for collected data and gave his support in data treatment; MO, VA and SAA collected data; AA drafted the first version of the manuscript; VA and MAO performed statistical analyses; VA, SAA and MAO critically reviewed the manuscript.

### REFERENCES

- Adriansen HK., 2007. Rural childhoods in Egypt's desert lands. Working Paper no. 2007/15. DIIS, Copenhagen, Denmark
- Alary V., Aboul-Naga A., El Shafie M., Abdelkrim N., Hamdon H., Metawi H., 2015. Roles of small ruminants in rural livelihood improvement – Comparative analysis in Egypt. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **68** (2-3): 79-85, doi: 10.19182/remvt.20592
- Alary V., Aboul-Naga A., Osman MA., Daoud I., Abdelrahim S., Salah E., Juanes X., et al., 2018. Desert land reclamation programs and family land dynamics in the Western Desert of the Nile Delta (Egypt), 1960–2010. *World Dev.*, **104**:140-153, doi: 10.1016/j.worlddev.2017.11.017

- Alary V., Corniaux C., Aboul-Naga A., Galal S. (Eds), 2016. Atlas of the traditional milk sector around grater Cairo in Egypt. Montpellier, France: CIRAD-ARC-APRI, 82 p. <http://agritrop.cirad.fr/584660/>
- Alary V., Moulin CH., Lasseur J., Aboulnaga A., Srairi MT., 2019. The dynamic of crop-livestock systems in the Mediterranean and future prospective at local level: A comparative analysis for South and North Mediterranean systems. *Livest. Sci.* **224**, 40-49, doi: 10.1016/j.livsci.2019.03.017
- Ashley S., Holden S., Bazeley P., 1999. Livestock in Poverty-Focused Development. Livestock in Development, Crewkerne, UK, 94p.
- Dixon J., Li X., Msangi S., Amede T., Bossio D., Ceballos H., Ospina B., et al. 2010. Feed, food and fuel: Competition and potential impacts in small crop-livestock-energy farming systems, CGIAR Systemwide Livestock Program, project report. SLP, Addis Ababa, Ethiopia, 114p.
- Duteurtre G., Faye B., 2009. L'élevage, richesse des pauvres: Stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud. Quae, Versailles, France, 286p.
- Herrero M., Thornton PK., Notenbaert AM., Wood S., Msangi S., Freeman HA., Bossio D., et al., 2010. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock systems, *Science*, **327**: 822-825, doi: 10.1126/science.1183725
- HLPE. 2016. Sustainable agricultural development for food security and nutrition: what roles for livestock? A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, Italy, 139 p.
- Srairi MT., Kuper M., Le Gal PY., 2011. Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc 2011. *Cah. agric.*, **20** (1-2): 60-66 doi: 10.1684/agr.2010.0462

## Résumé

**Aboul Naga A.M., Alary V., Osman M.A., Abd El-Rahim S.A., Juanes X.** Opportunités et défis de l'intégration agriculture-élevage dans les systèmes agricoles des terres désertiques nouvellement cultivées d'Égypte

L'agriculture méditerranéenne est soumise à une forte concurrence pour l'utilisation des terres et de l'eau. L'un des défis pour les agriculteurs est d'augmenter la productivité des terres grâce à une meilleure utilisation du bétail dans les systèmes mixtes de culture et d'élevage. Pour évaluer les opportunités et les défis de l'intégration des activités de culture et d'élevage dans les zones irriguées, une enquête a été menée auprès de 175 exploitations familiales dans les zones désertiques à l'ouest du Delta en Égypte en 2013/2014. Cinq régions ont été étudiées et comprenaient les anciennes terres récupérées et mises en culture dans les années 1960, les terres récupérées intermédiaires où les agriculteurs se sont installés dans les années 1980, et les nouvelles terres récupérées qui ont été attribuées aux nouveaux agriculteurs dans les années 1990. L'étude a mis en lumière deux types de stratégies agricoles : 1) la diversification et la spécialisation axées sur la plantation d'arbres fruitiers par les diplômés universitaires qui ont pu accéder à environ deux hectares de terres dans le cadre du programme de colonisation depuis la fin des années 1970 ; et 2) la diversification avec l'accent sur l'élevage par des colons de la vallée du Nil, qui ont pu accéder à des lots d'un hectare de terres depuis les années 1990. La spécialisation fruitière par les diplômés correspondait à une stratégie de développement de nouvelles activités commerciales, alors que la diversification du système agricole avec l'élevage par les autres bénéficiaires correspondait à la nécessité d'assurer une source de revenu familial stable tout au long de l'année. Alors que la diversification semblait être un moteur du développement agricole dans ce contexte, la spécialisation pouvait être un risque social et économique, car les diplômés devenaient plus dépendants des marchés nationaux et internationaux. Cela s'est reflété dans la perception des agriculteurs qui ont souligné la nécessité d'intégrer les contraintes techniques, écologiques, économiques et sociales dans leurs décisions.

**Mots-clés :** système de culture, ferme d'élevage, diversification, arbre fruitier, terre récupérée, terres arides, Ouest Delta, Égypte

## Resumen

**Aboul Naga A.M., Alary V., Osman M.A., Abd El-Rahim S.A., Juanes X.** Oportunidades y retos para la integración de sistemas de cultivo y ganadería en tierras recuperadas del desierto en Egipto

La agricultura mediterránea está limitada por una alta competitividad por el uso de la tierra y el agua. Uno de los retos para los finqueros es aumentar la productividad de la tierra, a través de un mejor uso de la ganadería mediante sistemas de explotación mixtos de cultivo-ganado. Para evaluar las oportunidades y retos de integrar actividades de cultivo y ganadería en zonas irrigadas, se llevó a cabo una encuesta en 175 fincas de pequeña escala, en las tierras desérticas del delta del oeste en Egipto, entre 2013/2014. Se investigaron cinco regiones, incluyendo las tierras recuperadas precedentemente donde llegaron colonos en 1960, las tierras recuperadas posteriormente donde llegaron colonos en 1980 y las tierras recuperadas más recientemente y atribuidas a nuevos finqueros en la década de los 1990. El estudio resalta dos tipos de estrategias de cría: 1) Diversificación y especialización con énfasis en plantaciones de árboles frutales por parte de graduados universitarios, quienes beneficiaron de la atribución de aproximadamente dos hectáreas de terreno mediante un programa de asentamiento a fines de la década de los 1970; y 2) diversificación con énfasis en ganadería para el beneficio común de los colonos del Valle del Nilo, quienes beneficiaron de la atribución de una hectárea de terreno desde 1990. Los graduados enfocados en los árboles frutales correspondieron a una estrategia de desarrollo de una nueva actividad empresarial, mientras que los beneficiarios comunitarios que diversificaron sus sistemas de cría a través de la ganadería correspondieron a la necesidad de asegurar una fuente estable de ingreso familiar a lo largo del año. Aunque en este contexto la diversificación apareció como una fuerza promotora para el desarrollo agrícola, la especialización podría ser un riesgo social y económico conforme los graduados se tornan más dependientes de los mercados nacionales e internacionales. Esto se reflejó en la percepción de los finqueros que subrayaron la necesidad de integrar las limitaciones técnicas, ecológicas, económicas y sociales en sus decisiones.

**Palabras clave:** sistemas de cultivo, explotaciones ganaderas, diversificación, árboles frutales, tierras rehabilitadas, tierras de secano, Oeste Delta, Egipto

# Survie et aptitudes des veaux issus de croisements entre Brunnes des Alpes et Zébus Peuls dans la région des Cascades au Burkina Faso

Seydou Blagna <sup>1\*</sup> Blami Koté <sup>2</sup> Madjina Tellah <sup>3</sup>  
Ardjoun Khalil Djalal <sup>3</sup> Jean Ouédraogo <sup>4</sup>  
Youssef Mopaté Logtené <sup>5</sup> Hamidou Boly <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Bos indicus*, *Bos taurus*, produit de croisement, survie, viabilité, vigueur, Burkina Faso

Submitted: 22 February 2019  
Accepted: 24 April 2020  
Published: 1 December 2020  
DOI: 10.19182/remvt.31942

## Résumé

L'amélioration du potentiel génétique des bovins au Burkina Faso s'appuie sur des programmes de croisements avec des races exotiques par la promotion de l'insémination artificielle (IA) depuis un quart de siècle. Néanmoins, l'adaptation des veaux métis obtenus est controversée aussi bien en élevage périurbain que traditionnel. L'objectif de cette étude a été de déterminer le taux de survie et les aptitudes de métis F1 issus de croisements entre des bovins de races Brune des Alpes et Zébu Peul dans des élevages de la région des Cascades au Burkina Faso. L'étude a été menée sur 142 veaux répartis dans 60 élevages extensifs et semi-intensifs entre octobre 2013 et août 2017. Les animaux ont fait l'objet d'un suivi sanitaire rigoureux et d'une alimentation améliorée grâce à la production locale de fourrages. Le taux de survie des veaux à 42 mois a été estimé à 88 % avec une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre saisons avant sevrage, et entre systèmes d'élevage après sevrage. Au total, 26,76 % des métis F1 ont été atteints de cowdriose, dermatophilose, fièvre aphteuse ou trypanosomoses avant et après le sevrage. Rustiques (82,4 %) avec un rythme cardiaque normal (85,6 %), les croisés ont été dociles et affectueux (64,8 %). Les mâles et les femelles F1 ont été respectivement de potentiels reproducteurs et de véritables conductrices de troupeaux. Les femelles sont d'emblée utilisées pour améliorer la production laitière mais l'utilisation des mâles dans les croisements doit éviter la consanguinité dans les élevages. La survie des métis nécessite un suivi sanitaire permanent et une bonne conduite d'élevage. Cependant, considérant le taux de survie élevé, la bonne adaptation et la docilité des métis, l'IA est en mesure d'améliorer les productions animales bovines au Burkina Faso.

■ Comment citer cet article : Blagna S., Koté B., Tellah M., Djalal A.K., Ouédraogo J., Mopaté Logtené Y., Boly H., 2020. Survival and aptitudes of calves from crossbreeding between Brown Swiss and Fulani Zebus in the Cascades region of Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 239-246, doi: 10.19182/remvt.31942

## ■ INTRODUCTION

Le Burkina Faso possède un cheptel de 9,6 millions bovins dont environ 720 000 têtes dans la région des Cascades (DGESS, 2017). Ce cheptel est composé en majorité de taurins africains de races N'Dama et Baoulé et de Zébus Peuls. Les taurins N'Dama et Baoulé sont des animaux de petit format (Akouango et al., 2013 ; Mopaté, 2015), très rustiques et parfaitement adaptés à leurs milieux d'élevage dans les zones humides et subhumides où les glossines vectrices de la trypanosomose animale africaine sont présentes (Sokouri et al., 2010). Ils sont réputés trypanotolérants à la fois contre *Trypanosoma congolense* et *T. vivax* (Mattioli et al., 1999) et relativement résistants à la dermatophilose et aux maladies transmises par les tiques (Mattioli et al., 2000). Bien que trypanosensibles, les Zébus Peuls, adaptés aux zones agroclimatiques arides et semi-arides (Lhoste, 1995) sont privilégiés par les éleveurs à

1. Université Nazi Boni (UNB), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
2. Université de Ouahigouya (U OHG), Burkina Faso.
3. Institut national supérieur des sciences et techniques d'Abéché (INSTA), Abéché, Tchad.
4. Centre national de la recherche scientifique et technologique, Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA-C/Saria), Koudougou, Burkina Faso.
5. Institut de recherche en élevage pour le développement (IRED) (ex Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques) (LRVZ) de Farcha, N'Djamena, Tchad.

\* Auteur pour la correspondance  
Tél. : +226 75 01 10 94/73 52 30 83 ; email : seydou.blagna@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

cause de leur grand format (Sokouri et al., 2010) et de leurs aptitudes zootechniques, comme leurs relatives aptitudes laitières, à la traction en agriculture, leur niveau de fécondité élevé et leur bonne conformation (Nianogo et al., 1996).

Le recul des isohyètes (Courtin et al., 2008), avec une modification des écosystèmes imputables aux activités humaines (Bouyer, 2006), ont modifié l'étendue des zones infestées par les glossines et de ce fait la répartition des Zébus Peuls. L'introduction des zébus dans les zones à prédominance taurine est responsable d'un certain degré de métissage décelable dans certaines populations taurines (Gautier et al., 2009). Le métissage est récent dans le sud-ouest du Burkina Faso où il concerne les races Zébu Peul et Baoulé (Thiombiano, 1993). Un métissage avec des zébus est également décelé chez les N'Dama du Burkina Faso (Gautier, 2009).

Par ailleurs, la promotion de l'insémination artificielle (IA) depuis déjà un quart de siècle par l'Etat à travers des programmes et projets spécifiques afin d'accroître la productivité et la production (viande, lait et force de travail) des races locales a encouragé d'autres croisements avec des races exotiques. Ainsi, le projet Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF) a mis en place une politique d'intensification des productions animales grâce à des campagnes d'IA des femelles Zébus Peules avec de la semence de taureaux Bruns des Alpes importée. L'objectif d'un tel croisement est la production continue de croisés F1 (BA x ZP) parmi lesquels les femelles hybrides sont utilisées pour l'amélioration de la production laitière, et les mâles engraisés et vendus en boucherie (Leroy et al., 2016). Le choix de la Brune des Alpes s'explique par ses excellentes caractéristiques zootechniques dans certaines conditions d'élevage. En effet, en France, elle a une production moyenne de 7800 litres de lait par an avec un âge moyen à la première mise bas de 30 mois et un intervalle intervêlage moyen de 391 jours. Le poids moyen des taureaux est de 850 à 950 kg et celui des vaches de 500 à 650 kg. De plus, c'est une race qui s'engraisse facilement et qui donne de bons rendements en boucherie (60 % pour les bons taureaux, 55-58 % pour les femelles) (Perrin et al., 2003). Les performances de cette race ont également été étudiées au Burundi en élevage stabulé. L'âge au premier vêlage était de 30 à 31 mois, l'intervalle entre mises bas de 371 jours et la production laitière de 4094 litres de lait sur une durée de lactation de 311 jours (Nimubona, 2003). La Brune des Alpes est donc une très bonne race mixte capable de répondre à l'augmentation rapide de la demande en viande et en lait, en complément du cheptel bovin local exploité dans un système d'élevage majoritairement extensif.

La réalisation de campagnes d'IA a permis d'obtenir des métis BA x ZP disséminés en majorité dans les fermes périurbaines et dans les parcs ruraux dans la région des Cascades. Cependant, aucune étude n'a encore porté sur l'évaluation de leur survie, leurs aptitudes ou encore la prévalence de certaines maladies causées par les agents pathogènes auxquelles ils sont exposés (cowdriose, dermatophilose et trypanosomose, en particulier) ou l'apparition de certaines pathologies. De plus, la gestion des veaux croisés pose souvent problème en termes de santé, de survie et d'adaptation en élevage bovin laitier (Bouzebda-Afri et al., 2007). Dans ce contexte, l'objectif principal de cette étude a été de déterminer le taux de survie et certaines aptitudes de 142 veaux croisés F1 élevés en systèmes extensifs et semi-intensifs. Plus spécifiquement, il s'est agi d'effectuer un suivi sanitaire des animaux, d'analyser leurs caractéristiques comportementales et d'examiner leur bien-être dans leurs milieux d'élevage.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

L'étude a été conduite dans la région des Cascades située à l'ouest du Burkina Faso dans les élevages traditionnels et semi-modernes de trois communes : Banfora, Sidéradougou et Niangoloko. Ces communes sont situées entre 5° 04' et 3° 50' E, et 10° 04' et 9° 40' N. Le chef-lieu est

Banfora, situé à 450 kilomètres de la capitale Ouagadougou et 62 kilomètres de la frontière de la Côte d'Ivoire (figure 1). Cette région a un climat soudano-guinéen (Woba et al., 2006) à deux saisons : une saison des pluies de mai à octobre et une saison sèche d'octobre à avril. La saison sèche est subdivisée en deux périodes dont une saison sèche froide d'octobre à février et une saison sèche chaude de mars à avril. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée entre 2006 et 2017 était de 1025 millimètres. La région d'étude est la plus arrosée du pays et constitue une zone endémique pour la trypanosomose animale africaine à cause de la présence de glossines (*Glossina palpalis gambiensi* Vanderplank, *Glossina tachinoides* Westwood) vectrices de la maladie (Desquesnes et al., 1999 ; de La Rocques et al., 2001). Les températures moyennes connaissent une faible variation entre 25 et 31°C (Direction de la météorologie nationale, 2000). Les écosystèmes sont fortement anthropisés.

### Suivi zootechnique des veaux

L'étude a été conduite entre octobre 2013 et août 2017. Elle a concerné 142 veaux métis dont 82 mâles et 60 femelles issus de 605 vaches locales Zébus Peules inséminées avec la semence de taureau Brun des Alpes (sur 617 synchronisées) pour un taux de gravidité de 48,88 % calculé à partir des effectifs inséminés et présentés au constat de gravidité. Les inséminations ont été réalisées 48 heures après le retrait de l'implant mis en place en suivant le protocole d'induction et de synchronisation des chaleurs Crestar. Ainsi, 116, 138, 159 et 168 vaches réparties dans 60 troupeaux ont été inséminées avec la semence respectivement de taureaux Thibault, Scorpion, Sergio et Traction. Les veaux sont nés en octobre 2013, février 2014 et juin 2015 naturellement ou après une induction hormonale de vêlage, suite aux campagnes d'IA respectives de novembre 2012, juin 2013 et octobre 2014. Chaque veau a été bouclé dès la naissance et plusieurs paramètres (date de naissance, poids à la naissance, identité de la mère, race, sexe, robe) ont été enregistrés dans la fiche signalétique individuelle.

### Conditions d'élevage et conduite des troupeaux

Les fermes ont été dotées d'étables pour loger les animaux et le personnel (techniciens d'élevage et bouviers) formé pour le suivi des veaux. Le fourrage, à base de mucuna, résidu de sorgho, maïs et panicum, a été produit dans les fermes. Les métis ont été conduits dans deux systèmes différents : 59 veaux dans un système extensif (sans complémentation) où les animaux effectuaient souvent la transhumance et 66 veaux dans un système semi-intensif à complémentation en période sèche (décembre à mi-mai). Dans ce dernier système, le foin et un complément d'aliment concentré (tourteau de coton, son de moulin, mélasse de canne à sucre) ont été distribués aux veaux (1 à 2 kg/animal) avant leur départ au pâturage et les résidus de récolte (fanés de légumineuses) ont été

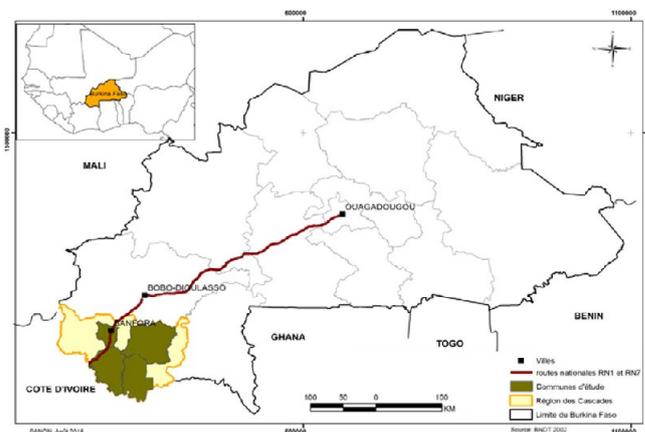


Figure 1 : Zone d'étude dans la région des Cascades au Burkina Faso // Study area in Cascades Region in Burkina Faso (IGB-BNDT, 2002)

resservis à leur retour après un pâturage de huit heures par jour. L'eau et les suppléments minéraux (pierres à lécher) ont été servis *ad libitum*.

**Suivi sanitaire des animaux**

Des dispositions ont été prises pour une absorption effective du colostrum par les veaux dans les 12 heures suivant le vêlage. Les animaux (vaches et veaux) en système semi-intensif ont été logés dans des étables dont la litière était renouvelée tous les deux ou trois jours. Tous les deux mois, les animaux élevés dans les deux systèmes ont été déparasités (interne et externe) avec les antihelminthiques (albendazole à 2500 mg / 250 kg de poids vif ou lévamisole M<sub>3</sub> à 8 mg / 40 kg de poids vif) *per os*, combiné à l'ivermectine (Cevamec à 1 ml / 50 kg de poids vif) en sous-cutané renouvelée après une semaine. Les traitements acaricides par pulvérisation (Vectocid) ou en *pour on* (deltaméthrine) ont été associés. De plus, des traitements curatifs au diacéturate de diminazène (Vériben à 7 mg / kg de poids vif) en injection intramusculaire profonde ont été administrés. Outre les traitements curatifs, des interventions préventives au chlorhydrate de chlorure d'isoméamidium (Trypamidium Samorin à 3,5 mg / kg de poids vif) en intramusculaire profonde ont été réalisées tous les quatre mois contre les trypanosomoses. Les animaux ont été vaccinés une fois par an contre la septicémie hémorragique (Pastovax), la péripneumonie contagieuse des bovins (Périverax) et le charbon symptomatique (Symptovax).

Les veaux morts, malades et vivants ont été enregistrés avant et après sevrage en toutes saisons (humides et sèches) par observation. Les causes de mortalités et les symptômes des maladies ont été notés de la naissance jusqu'à 42 mois avec des diagnostics différentiels précis. Les maladies ont été identifiées à travers les symptômes décrits selon l'Institut de l'élevage (2000). Ainsi, les symptômes recherchés pour les trypanosomoses animales ont été la fièvre intermittente, l'anémie, l'abattement et l'amaigrissement, le poil piqué, et le larmolement. La fièvre aphteuse a été identifiée par la fièvre, la dépression, l'apparition de vésicules sur les mamelles, la langue, les gencives, les lèvres et dans les espaces interdigitaux. De plus, l'observation de mouvements des lèvres, le grincement des dents, la boiterie, la salivation abondante et l'abandon de l'alimentation ont été des signes caractéristiques. La cowdriose a été repérée sous sa forme suraiguë avec la mort rapide de l'animal (veau) pourtant en bonne santé la veille ou quelques heures plutôt (figure 2). La mort est précédée par des mouvements de galop et des grincements de dents. Les formes aiguës et subaiguës montrent une fièvre importante, des troubles nerveux avec le vacillement du train postérieur, la voussure du dos, les crises convulsives et la paralysie. A cela s'ajoute une respiration accélérée, les diarrhées et la mort font suite



**Figure 2 :** Veau F1 Brun des Alpes x Zébu Peul agonisant atteint de cowdriose /// F1 Brown Swiss x Fulani Zebu calf dying from cowdriosis

à un état d'hypothermie. La dermatophilose a été diagnostiquée chez les veaux par l'épaississement de la peau et une couverture de squames. Chez les animaux adultes, elle a été identifiée par l'apparition de papules évoluant en pustules qui allaient exsuder, la formation de plaques croûteuses donnant un aspect de carapace. En général, ces signes débutent dans la région supérieure (l'anus, la pointe des fesses, la base de la queue) puis s'étendent sur les parties latérales et ventrales (figure 3). A noter que l'évolution de la dermatite est suintante et chronique. Les mammites ont été notées par l'observation des mamelles engorgées, œdémateuses, douloureuses à la palpation. Le quartier atteint peut se gangrener avec une emphysémie sous-cutanée. Les trayons sont rouges, tendus et gonflés. La sécrétion lactée est réduite et a une teinte rosée. Le free-martinisme a été constaté par la naissance de veaux jumeaux de sexes différents.

**Etude de l'aptitude des croisés F1**

L'adaptation des métis F1 dans le milieu a été évaluée par une observation visuelle directe de leurs comportements par la méthode d'évaluation qualitative du comportement (QBA, *qualitative behavioral assessment*) décrite par Patricia et al. (2016). Elle a été associée à la méthode du libre choix des profils descriptifs (FCP, *free choice profiling*) (Wemelsfelder et al., 2001). La méthode QBA décrit non seulement le corps mais elle prend également en compte l'animal entier dans les aspects qualitatifs de sa réponse et de sa réaction vis-à-vis de son milieu. Ce comportement est appelé expression comportementale, langage corporel ou apparence (Wemelsfelder et al., 2012). En plus de l'état physique et physiologique de l'animal, ces méthodes prévoient l'évaluation de l'état psychologique (Rutherford et al., 2012 ; Murphy et al., 2014). En effet, Patricia et al. (2016) rapportent l'importance du langage corporel d'un animal sur son bien-être (état de santé physique et mental) et son adaptabilité dans son milieu. Ainsi, le comportement alimentaire de rusticité a été évalué à travers le suivi des animaux au pâturage pour rendre compte de l'habitude des croisés à tout brouter (herbacées, arbustes savanicoles et ligneux) ou s'ils avaient des attitudes sélectives (par rapport à une espèce). Le tempérament des animaux a été estimé en déterminant leur caractère nerveux, agité, fougueux, belliqueux (prêt à foncer), docile et affectueux (animal qui regarde dans l'appareil photo, cherche le contact par frottement avec les visiteurs) ou anxieux (timide, inquiet, angoissé, soucieux, prostré et retiré dans un coin du parc ou de l'étable). L'évaluation de la capacité de conduite du troupeau par les femelles a été effectuée à travers l'évaluation de leur capacité à s'imposer pour s'alimenter lors de la distribution de l'aliment (empêchant les autres congénères d'accéder à l'aliment par des coups de cornes) et à travers leur faculté à mener le troupeau en étant



**Figure 3 :** Taurillon F1 Brun des Alpes x Zébu Peul souffrant de dermatophilose /// F1 Brown Swiss x Fulani Zebu young bull with dermatophilosis

de puissants guides dès la sortie du parc ou de l'étable pour le départ au pâturage. L'adaptation des métis aux conditions édaphiques du milieu a été faite à travers l'indice de locomotion qui est une méthode d'évaluation qualitative sur la capacité des animaux à se déplacer normalement. C'est une méthode d'évaluation visuelle, notée de 1 à 5, où 1 indique une vache marchant normalement, 2 à 3 indiquent un animal légèrement boiteux, et 4 à 5 des animaux boiteux et gravement boiteux. L'adaptation aux conditions thermiques a été mesurée à travers l'observation du comportement permanent à la recherche de l'ombre dans la journée et le rythme respiratoire (normal ou accéléré). Tous ces comportements ont été suivis et enregistrés à partir de l'observation des métis dans les troupeaux au cours du pâturage, au repos, pendant les moments de distribution d'aliments concentrés et lors des abreuvements.

### Analyse des données

Les données collectées ont été saisies dans le tableur Excel puis analysées dans le logiciel R version 3.2.0 (Team, 2017). Les paramètres de dispersion (moyenne, écart-type, minimum, maximum et fréquence) ont été calculés. Le test du Chi-carré a permis de mettre en évidence les différences éventuelles entre les différentes proportions au seuil de 5 %.

## ■ RESULTATS

### Survie et mortalités des veaux croisés en fonction du stade de développement

Sur 142 veaux suivis sur 42 mois après la naissance (tableau I), il a été enregistré un taux de mortalités global de 12 % (n = 17) et un taux

**Tableau I :** Taux de survie et de mortalités des croisés Bruns des Alpes x Zébus Peuls à 42 mois après naissance au Burkina Faso  
/// Survival and mortality rates of Brown Swiss x Fulani Zebu crossbreeds at 42 months after birth in Burkina Faso

	Vivant	Mort		p	Total
		Avant sevrage	Après sevrage		
Effectif (n)	125	11	6	0,17	142
Proportion (%)	88	7,8	4,2	0,288	100
Total (%)	88	12			100

**Tableau II :** Proportion de mortalités des croisés Bruns des Alpes x Zébus Peuls avant et après sevrage en fonction du sexe, du système d'élevage, du taureau et de la saison au Burkina Faso  
/// Proportion of mortalities of Brown Swiss x Fulani Zebu crossbreeds before and after weaning according to the sex, breeding system, bull, and season in Burkina Faso

Sexe	%	p	Système d'élevage	%	p	Taureau		Saison			
						%	p	%	p		
Mortalités avant sevrage						Thibault	36,36 <sup>a</sup>				
Mâle	54,54 <sup>a</sup>	1	Semi-intensif	36,36 <sup>a</sup>	0,3938	Traction	27,27 <sup>a</sup>	0,5119	Humide	91,73 <sup>a</sup>	0,020
Femelle	45,45 <sup>a</sup>		Extensif	63,64 <sup>a</sup>		Sergio	9,09 <sup>a</sup>		Sèche	8,27 <sup>b</sup>	
Mortalités après sevrage						Scorpion	27,27 <sup>a</sup>				
Mâle	66,67 <sup>a</sup>	0,5637	Semi-intensif	13,67 <sup>a</sup>	0,033	Thibault	16,67 <sup>a</sup>		Humide	66,67 <sup>a</sup>	0,2207
Femelle	33,33 <sup>a</sup>		Extensif	86,33 <sup>b</sup>		Traction	16,67 <sup>a</sup>	0,46	Sèche	33,33 <sup>a</sup>	
						Sergio	50 <sup>a</sup>				
						Scorpion	16,67 <sup>a</sup>				

<sup>a,b</sup> Les nombres suivis de lettres différentes sur la même colonne indiquent que la différence est significative  
/// Numbers followed by different letters in the same column indicate that the difference is significant

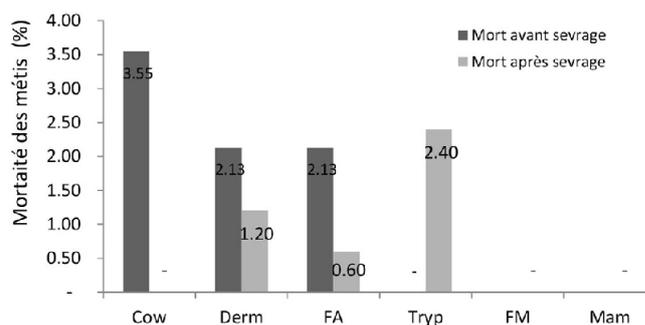
de survie de 88 % (n = 125). Plus de la moitié de ces mortalités, soit 7,8 % (n = 11), ont eu lieu avant le sevrage et 4,2 % (n = 6) après le sevrage.

Le tableau II montre la proportion de mortalités des animaux en fonction du sexe, du système d'élevage, du taureau d'IA et de la saison. Les résultats ont révélé des taux de mortalités des veaux avant sevrage significativement plus élevés (p = 0,020) en saison humide dans les deux systèmes, et des taux de mortalités après sevrage significativement plus élevés (p = 0,033) en système extensif. Aucune différence n'a été observée entre sexe ni entre taureaux d'IA, ni avant ni après le sevrage.

### Prévalence des maladies en fonction du sexe, du système d'élevage, du taureau et de la saison

Malgré les traitements préventifs, 34,78 % des animaux ont été atteints de dermatophilose, 21,76 % de trypanosomose, 17,39 % de cowdriose, 10,87 % de mammites, et 8,7 % de fièvre aphteuse avant et après le sevrage. Quelques cas de free-martinisme (6,52 %) ont été également identifiés.

La figure 4 montre les taux de mortalités des métis en fonction des pathologies avant et après le sevrage. Le taux de mortalités le plus



**Figure 4 :** Taux de mortalités des bovins métis selon les pathologies avant et après sevrage, région des Cascades, Burkina Faso.  
Cow : cowdriose ; Derm : dermatophilose ; FA : fièvre aphteuse ; Tryp : trypanosomoses ; FM : free-martinisme ; Mam : mammites  
/// Mortality rate of crossbred cattle according to diseases before and after weaning, Cascades Region, Burkina Faso. Cow: cowdriosis; Derm: dermatophilosis; FA: foot and mouth disease; Tryp: trypanosomoses; FM: free martinism; Mam: mastitis

élevé a été enregistré pour la cowdriose (3,55 %, n = 5) avant le sevrage, et pour les trypanosomoses (2,4 %, n = 4) après le sevrage. Les mammites et le free-martinisme n'ont pas causé de mortalités avant ni après le sevrage.

La saison et le système d'élevage ont eu une répercussion significative (p < 0,05) sur la survenue de certaines maladies chez les animaux métis avant et après le sevrage (tableau III). Il a en effet été observé une très grande proportion de cas de cowdriose et de dermatophilose

**Tableau III :** Maladies rencontrées ou à l'origine des mortalités des croisés Bruns des Alpes x Zébus Peuls avant et après sevrage en fonction du sexe, du système d'élevage, du taureau et de la saison au Burkina Faso // *Diseases encountered or at the origin of deaths of Brown Swiss x Fulani Zebu crossbreds before and after weaning according to sex, breeding system, bull and season in Burkina Faso*

Maladie	Sexe (%)			Système d'élevage (%)			Taureau (%)				Mortalité selon saison (%)			
	Mâle	Femelle	p	Semi-intensif	Extensif	p	Thibault	Traction	Scorpion	Sergio	p	Humide	Sèche	p
Prévalence avant sevrage														
Cow	75 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0,479	25 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	0,479	50 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,445	89,5 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	0,03
Derm	50 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	1	75 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0,479	25 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	1	85 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	0,035
FA	66,67 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	1	65,5 <sup>a</sup>	34,5 <sup>a</sup>	0,125	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	0,7272	66,67 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	1
Tryp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prévalence après sevrage														
Cow	66,67 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	1	24,78 <sup>a</sup>	75,22 <sup>a</sup>	0,1025	0 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	0,7212	33,33 <sup>a</sup>	66,67 <sup>a</sup>	1
Derm	45,45 <sup>a</sup>	54,55 <sup>a</sup>	1	12,78 <sup>a</sup>	87,22 <sup>b</sup>	0,024	21 <sup>a</sup>	23 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	0,8615	50 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	1
FA	31 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	0,452	21,47 <sup>a</sup>	78,53 <sup>b</sup>	0,047	17 <sup>a</sup>	24,96 <sup>a</sup>	28,10 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	0,9215	75 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0,479
Tryp	40 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	0,783	9,8 <sup>a</sup>	90,2 <sup>b</sup>	0,005	27,19 <sup>a</sup>	16,45 <sup>a</sup>	41,35 <sup>a</sup>	15,02 <sup>a</sup>	0,73	88,9 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	0,008

Cow : cowdriose ; Derm : dermatophilose ; FA : fièvre aphteuse ; Tryp : trypanosomoses. <sup>a,b</sup> Les nombres suivis de lettres différentes sur la même ligne indiquent que la différence est significative // *Cow: cowdriosis; Derm: dermatophilosis; AF: foot and mouth disease; Tryp: trypanosomosis. <sup>a,b</sup> Numbers followed by different letters on the same line indicate that the difference is significant.*

**Tableau IV :** Aptitudes des veaux croisés Bruns des Alpes x Zébus Peuls au Burkina Faso // *Aptitudes of Brown Swiss x Fulani Zebu crossbred calves in Burkina Faso*

Variable	Sexe (%)			Taureau (%)					Total	
	Mâle	Femelle	p	Thibault	Traction	Scorpion	Sergio	p	N (%)	p
Tempérament										
Docile/calme	54,16 <sup>a</sup>	45,83 <sup>a</sup>	0,54	30,58 <sup>a</sup>	29,16 <sup>b</sup>	17,33 <sup>c</sup>	22,91 <sup>d</sup>	0,062	48 (38,4) <sup>a</sup>	
Curieux et affectueux	66,67 <sup>a</sup>	39,36 <sup>a</sup>	0,065	33,33 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	15,15 <sup>a</sup>	18,18 <sup>a</sup>	0,174	33 (26,4) <sup>b</sup>	0,0000
Nerveux	88,04 <sup>a</sup>	12,96 <sup>b</sup>	0,008	3,44 <sup>a</sup>	17,24 <sup>b</sup>	62,06 <sup>c</sup>	17,24 <sup>d</sup>	0,026	29 (23,2) <sup>c</sup>	
Inquiet	33,33 <sup>a</sup>	66,67 <sup>a</sup>	0,144	20 <sup>a</sup>	26,66 <sup>a</sup>	13,33 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	0,374	15 (12) <sup>d</sup>	
Aptitude alimentaire										
Non sélective	53,25 <sup>a</sup>	46,74 <sup>a</sup>	0,35	26,21 <sup>a</sup>	30,09 <sup>a</sup>	22,33 <sup>a</sup>	21,35 <sup>a</sup>	0,452	103 (82,4) <sup>a</sup>	0,0000
Sélective	54,54 <sup>a</sup>	45,45 <sup>a</sup>	0,763	31,81 <sup>a</sup>	13,63 <sup>a</sup>	27,27 <sup>a</sup>	27,27 <sup>a</sup>	0,535	22 (17,6) <sup>b</sup>	
Sensibilité à la chaleur										
Non	56,6 <sup>a</sup>	43,39 <sup>a</sup>	0,074	27,35 <sup>a</sup>	27,35 <sup>a</sup>	22,64 <sup>a</sup>	22,64 <sup>a</sup>	0,739	106 (84,8) <sup>a</sup>	0,7400
Oui	63,19 <sup>a</sup>	36,84 <sup>a</sup>	0,194	26,31 <sup>a</sup>	26,31 <sup>a</sup>	26,31 <sup>a</sup>	21,05 <sup>a</sup>	0,975	19 (15,2) <sup>a</sup>	
Rythme respiratoire										
Normal	51,01 <sup>a</sup>	48,99 <sup>a</sup>	0,97	26,16 <sup>a</sup>	27,1 <sup>a</sup>	25,23 <sup>a</sup>	21,49 <sup>a</sup>	0,793	107 (85,6) <sup>a</sup>	0,0000
Accélééré	79,11 <sup>a</sup>	20,89 <sup>b</sup>	0,035	33,33 <sup>a</sup>	27,77 <sup>a</sup>	11,11 <sup>a</sup>	27,77 <sup>a</sup>	0,445	18 (14,4) <sup>b</sup>	
Boiterie										
Non	46,66 <sup>a</sup>	53,53 <sup>a</sup>	0,83	27,27 <sup>a</sup>	26,36 <sup>a</sup>	26,63 <sup>a</sup>	22,72 <sup>a</sup>	0,843	61 (48,8) <sup>a</sup>	0,0800
Oui	59,09 <sup>a</sup>	40,9 <sup>b</sup>	0,01	26,26 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	0,806	64 (51,2) <sup>a</sup>	
Faculté de conduite du troupeau par les femelles										
Meneuse (guide)	-	-	-	25 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	0,911	20 (69) <sup>a</sup>	0,0086
Subordonnée	-	-	-	22,22 <sup>a</sup>	22,22 <sup>a</sup>	22,22 <sup>a</sup>	33,33 <sup>a</sup>	0,93	9 (31) <sup>b</sup>	
Aptitude à la monte naturelle										
Confirmée	-	-	-	26,92 <sup>a</sup>	23,07 <sup>a</sup>	34,61 <sup>a</sup>	15,38 <sup>a</sup>	0,445	26 (76,5) <sup>a</sup>	0,0000
Non confirmée	-	-	-	25 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0,145	8 (23,5) <sup>b</sup>	

<sup>a,b,c,d</sup> Les nombres suivis de lettres différentes sur la même ligne (pour les variables sexes et taureaux) et sur la même colonne (pour les totaux) indiquent que la différence est significative // *<sup>a,b,c,d</sup> Numbers followed by different letters in the same row (for gender and bull variables) and in the same column (for totals) indicate that the difference is significant*

avant le sevrage avec un pourcentage de cas significativement plus élevé pendant la saison humide. Après le sevrage, un pourcentage élevé de cas de trypanosomoses et de dermatophilose a été calculé.

### Aptitudes des veaux croisés

Le tableau IV présente les résultats de l'observation permanente de l'interaction des animaux dans leurs milieux. Les croisés BA x ZP ont présenté les caractères suivants de tempérament : 35,2 % étaient nerveux ou inquiets, 17,6 % avaient une aptitude alimentaire sélective, 15,2 % étaient sensibles à la chaleur, 14,4 % avaient un rythme respiratoire accéléré, et 51,2 % avaient des boiteries. Par ailleurs, 69 % des femelles montraient des facultés de meneuse du troupeau, et 76,5 % des métis mâles présentaient des facultés de monte confirmées.

Des différences de comportement étaient observables selon le sexe. Ainsi, une proportion plus élevée de mâles étaient nerveux. La proportion d'animaux présentant un rythme respiratoire accéléré était elle aussi plus importante chez les mâles que chez les femelles. Enfin un taux plus élevé de boiterie chez les mâles que chez les femelles a été relevé. Les comportements entre croisés issus de différents taureaux d'IA ont été significativement différents ( $p < 0,05$ ) avec un pourcentage d'animaux nerveux plus élevé chez ceux issus du taureau Scorpion. Aucune différence significative relative aux habitudes alimentaires ni à la sensibilité à la chaleur n'a été observée entre sexes ni entre animaux issus de taureaux différents. Excepté le tempérament nerveux ( $p = 0,0016$ ), aucune différence significative d'aptitudes n'a été détectée entre animaux élevés en systèmes extensif et semi-intensif.

### ■ DISCUSSION

Le taux de mortalités global observé chez les croisés F1 BA x ZP dans notre étude (12,0 %) était proche de celui de 12,6 % rapporté par Kouamo et al. (2014) chez les croisés F1 Holstein x Gobra, et Montbéliard x Gobra dans la région de Thiès au Sénégal. En revanche, il était supérieur au taux de 7,3 % obtenu par Njoya et al. (1998) chez les zébus (Akou, Goudali, M'bororo et Arabes Choa) au Cameroun, et de 10 % enregistré chez les bovins Borgou en élevage traditionnel au Bénin (Toko et al., 2016).

Les mortalités des veaux ont été plus élevées avant sevrage. Si l'immaturité du système immunitaire peut être en cause, ces mortalités élevées pourraient aussi s'expliquer par l'effet de l'âge dont le plus susceptible est situé entre la naissance et une semaine avec un taux atteignant 34,72 % (Bouzebda-Afri et al., 2007). La forte baisse du taux de mortalités après le sevrage s'explique par la maturité du système immunitaire et l'immunité acquise des veaux. Cette immunité a été renforcée par un suivi sanitaire régulier : déparasitages internes et externes, traitements trypanocides et vaccinations. Cela a permis aux veaux de s'adapter progressivement à leurs milieux.

La saison a eu un impact important sur les mortalités avant le sevrage, la période humide (juin à octobre) ayant été favorable au développement d'agents pathogènes et à l'émergence de maladies responsables de la mort des veaux. Le système d'élevage extensif a été défavorable à la survie des croisés après sevrage qui, dans ce système d'élevage, ont parcouru des pâturages différents et ont traversé de nombreux écosystèmes qui les ont exposés aux vecteurs des différentes maladies.

Les principales maladies mises en cause avant le sevrage ont été la cowdriose et la dermatophilose, notamment pendant la saison humide, confirmant la grande vulnérabilité des bovins croisés aux maladies infectieuses (Meyer et Denis, 1999 ; Murray et al., 2013). Cette observation concorde avec celle de Gueye et al. (1982) qui signalent que les veaux Montbéliard succombent à la cowdriose surtout pendant la saison des pluies. Après le sevrage, les contraintes infectieuses des veaux métis ont été principalement les trypanosomoses, la dermatophilose et

la fièvre aphteuse. La présence de ces maladies témoigne de l'infestation par les rickettsies, les glossines et les tiques de la zone d'étude. L'incidence élevée des trypanosomes dans la zone, principalement en élevage extensif, est en accord avec la sensibilité des animaux exotiques (Doko et al., 1997) et les observations de de La Rocque et al. (2001) qui ont confirmé la situation enzootique des trypanosomoses animales dans la zone d'étude avec une prévalence sérologique de 81,7 %. La morbidité élevée de la dermatophilose, souvent sous ses différentes formes (haute, basse et atypique) et manifestée aussi bien avant le sevrage qu'à la puberté avec des affections sur la peau et les muqueuses, pourrait être d'origine génétique (Docus et al., 2002 ; Huston, 1993). Les cas de free-martinismes sont apparus parmi les naissances gémellaires de veaux de sexe différent (Hanzen, 2005). L'observation de cette stérilité laisse présager que le croisement entre races exotiques et autochtones via l'IA avec l'utilisation d'hormones engendrerait des naissances gémellaires à l'origine de l'apparition de pathologies habituellement rares dans les élevages locaux. Les mammites sont apparues dès les premiers vêlages des croisées femelles liées aux conditions d'élevage parfois non maîtrisées exposant les pis des vaches aux infections provoquées par les microorganismes du sol. L'observation des maladies à différents stades de développement implique un suivi sanitaire permanent nécessaire à la survie et au bon développement des veaux métis.

Une grande proportion (64,8 %) des croisés F1 BA x ZP ont été dociles et affectueux. Ces bonnes aptitudes comportementales peuvent constituer un atout pour l'intensification des productions animales sous les tropiques et pour la sédentarisation des troupeaux. La plupart des métis nerveux étaient issus de la semence du taureau Scorpion. Cela implique qu'avant toute importation des semences des taureaux, il faudrait s'investir à mieux connaître leur comportement et notamment leurs caractères. Les mâles ont été plus nerveux que les femelles, ce comportement leur permettant probablement de marquer leurs territoires notamment pendant les périodes de chaleurs des femelles où la concurrence entre mâles est rude dans l'élevage. Néanmoins, il faut aussi noter que 12 % des métis ont été anxieux. Ce comportement isolationniste s'explique par le fait que certains croisés ont grandi orphelins suite à la mort (accident ou trop vieille) de leur mère dès leur jeune âge et forcés à l'allaitement par adoption ou artificiel.

L'attitude alimentaire des animaux au pâturage a montré que 82,4 % des métis ont eu une appétibilité non sélective vis-à-vis des pâturages de la zone d'étude. Ainsi, le croisement entre la Brune des Alpes et le Zébu Peul préserve la rusticité (qualité de la race locale) chez leurs descendants F1.

La majorité (85,6 %) des croisés a eu un rythme respiratoire normal contre une minorité (17,6 %) au rythme respiratoire accéléré, ce qui signifie qu'ils n'ont pas été affectés par l'effet des fortes chaleurs et sont adaptés aux températures de la zone soudano-sahélienne. Les F1 ont eu moins de problèmes de locomotion. Le taux élevé (51,2 %) de boiterie s'explique par la survenue périodique (saison pluvieuse) d'une épidémie de fièvre aphteuse dans la région d'étude. La boiterie et la respiration accélérée ont été plus présentes chez les mâles que chez les femelles. Cela se justifierait par le fait que les mâles étant plus lourds, ils sont plus exposés à ces affections en cas d'efforts physiques.

Les femelles ont été en grande partie (69 %) de véritables meneuses (conductrices du troupeau au pâturage) contre une petite portion (31 %) de subordonnées. Les mâles se sont imposés également en géniteurs dans les troupeaux où ils sont nés. Ces aptitudes s'expliquent pour les deux sexes par leur grand format par rapport à celui des races locales, qui permet, d'une part, aux femelles F1 de s'imposer face aux autres femelles et, d'autre part, aux mâles F1 de dominer et de conquérir les femelles des différents élevages face à leurs concurrents.

Les femelles F1 qui ont survécu pourront être utilisées pour accroître la production laitière comme ce fut l'objet du croisement (Galukandé

et al., 2013) et du projet. Les mâles F1 sont strictement destinés à l'emboche et vendus pour être abattus ou castrés afin d'éviter une augmentation de la consanguinité du fait de leur haut potentiel reproducteur et de devenir une menace pour la pureté des races locales (Zébu Peul, N'Dama, Baoulé) dans la région des Cascades.

## CONCLUSION

Le suivi des veaux croisés F1 en milieu réel dans la région des Cascades au Burkina Faso a permis de déterminer un taux de survie (88 %) globalement prometteur 42 mois après la naissance au regard des multiples maladies (dermatophilose, cowdriose, fièvre aphteuse et trypanosomoses) qui les menacent dans une zone de haute infestation trypanosomienne. Ce taux de survie concerne cependant des animaux ayant fait l'objet d'un suivi sanitaire rapproché et de nombreux traitements préventifs : déparasitage et traitements acaricides tous les deux mois, injections de trypanocides en intramusculaires tous les quatre mois ; vaccinations contre la septicémie hémorragique, la péripneumonie contagieuse bovine et le charbon symptomatique. Par ailleurs, les élevages ont bénéficié de formations techniques et d'un appui du projet pour la mise en place d'étables et de productions fourragères. Le taux de survie aurait été très probablement très différent sans ce suivi permis par le projet. Par ailleurs, le taux d'infection a été plus important chez les animaux élevés en troupeaux extensifs, d'où la nécessité d'un suivi sanitaire accru des animaux dans un système d'élevage mieux maîtrisé, de type semi-intensif.

Les métis ont présenté une bonne aptitude à s'adapter dans le milieu de l'étude. L'étude des F1 a révélé l'apparition des comportements dociles et affectueux, mais aussi des caractères nerveux et inquiets, et de maladie d'infertilité rare liée à la géoméllité. Si les femelles peuvent avoir une valeur ajoutée en termes de production laitière, les mâles peuvent représenter une menace pour la préservation du cheptel bovin local, qu'il serait nécessaire de gérer. Au vu de nos résultats, le croisement BA x ZP par insémination artificielle pourrait constituer une option d'amélioration génétique bovine intéressante à explorer au Burkina Faso en système semi-intensif. Par ailleurs, des investigations sur l'intervallage et sur les productions (lait, viande et force de travail) des croisés F1 sont nécessaires pour conforter les bases solides d'un programme d'amélioration génétique durable au Burkina Faso.

## Remerciements

Les auteurs remercient les éleveurs, les agents techniques de l'Agence de développement-10 (AD-10) et les chefs de zones du ministère des Ressources animales et halieutiques (MRAH) de la région des Cascades pour leur franche collaboration durant la collecte des données. Ils adressent également leurs sincères remerciements au Millenium Challenge Account-Burkina Faso (MCA-BF), à l'AD-10, au Laboratoire mixte international sur les maladies à vecteurs (Lamivect) et à l'Université Nazi Boni (UNB) pour leurs soutiens matériels et financiers à la réalisation de cette étude.

## Déclaration des contributions des auteurs

SB a rédigé le protocole de recherche, l'a mis en application, a collecté les données issues de l'expérimentation, traité statistiquement ces données, rédigé le manuscrit. BK a contribué à l'analyse des données et à la rédaction du manuscrit. MT a appuyé dans la rédaction du protocole, l'interprétation des résultats et la révision du manuscrit. AKD et JO ont contribué à l'amélioration du document. YLM a suivi la rédaction du manuscrit jusqu'à sa soumission pour publication. HB a supervisé l'expérimentation et approuvé le manuscrit avant sa soumission.

## Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

## REFERENCES

- Akouango P., Mpoundza P., Ewomango P.P., 2014. Etude des mensurations des bovins de races N'dama (*Bos taurus*) dans les pâturages naturels semi-inondés de la ferme d'Abo au Congo Brazzaville. *J. Anim. Plant Sci.*, **20** (3): 3137-3143
- Bouyer J., 2006. Ecologie des glossines du Mouhoun au Burkina Faso : intérêt pour l'épidémiologie et le contrôle des trypanosomoses africaines. Thèse Doct., Université de Montpellier II, France, 204 p.
- Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z., Guelatti M., Meharzi M. N., 2007. Enquête sur la mortalité des veaux en élevage bovin laitier à El-Tarf. *Sci. Technol. C.*, **25** : 31-37
- Courtin D., Berthier D., Thévenon S., 2008. Host genetic in Africans trypanosomiasis. *Infect Gen. Evol.*, **8**: 229-238, doi : 10.1016/j.meegid.2008.02.007
- De La Rocque S. Michel J.F., De Wispelaere G., Cuisance D., 2001. De nouveaux outils pour l'étude des trypanosomes animales en zone soudanienne : Modélisation de paysages épidémiologiquement dangereux par télédétection et systèmes et systèmes d'informations géographiques. *Parasites*, **8**: 171-195, doi: 10.1051/parasite/2001083171
- Desquesnes M., Michel J.F., de La Rocque S., Solano P., Millogo L., Sidibé I., Cuisance D., 1999. Parasitological and serological (indirect-ELISA) survey on bovine trypanosomiasis in Sideradougou area, Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **52** (3-4): 223-232, 10.19182/remvt.9667
- DGESS, 2017. Projections des effectifs du cheptel du Burkina Faso de 2003 à 2023, Direction Générales des Etudes et des Statistiques Sectorielles de l'Elevage, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Direction de la Météorologie Nationale, 2000. Données climatologiques de Bobo-Dioulasso et de Banfora, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Docus A., Eggen A., Darre R., Boichard D., 2002. Les anomalies génétiques dans l'espèce bovine. *Renc. Rech. Rumin.*, **9**: 85-91
- Doko A., Vershul S.T., Pandey V.S., Van Der Stuyft P., 1997. Experimental *Trypanosoma brucei brucei* infection in Holstein and white Bororo Zebu cattle. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **50**: 23-28, 10.19182/remvt.9597
- Galukandé E., Mulindwa H., Wurzinger M., Roschinsky R., Mwai O.A., Sölkner J., 2013. Crossbreeding cattle for milk production in tropics: achievement, challenges or opportunities. *Anim. Gen. Res.*, **52**: 111-125, doi: 10.1017/S2078633612000471
- Gautier M., Flori L., Riebler A., Jaffrézic F., Laloé D., Gut I., Moazani-Goudarzi K., et al., 2009. A whole genome Bayesian scan adaptive genetic divergence in West African cattle. *BMC Genom.*, **10**: 550, doi: 10.1186/1471-2164-10-550
- Gueye A., Mbengué M.B., Kébé B., Diouf A., 1982. Note on the epizootiology of cattle heartwater in the Niayes in Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **35** (3): 217-219, 10.19182/remvt.8303
- Hanzen C., 2005. Pathologies du tractus génital femelles. Cours 2<sup>ème</sup> année doctorat, Faculté de Médecine Vétérinaire, Liège, Belgique, 9 p.
- Huston K., 1993. Food Animal Practice. *Vet. Clin. North Am.*, **10**: 1-9, doi: 10.1016/S0749-0720(15)30666-6
- IGB-BNDT, Institut Géographique du Burkina-Base Nationale de Données Topographiques, 2002. CD-Rom. Feuilles topographiques au /200000. Format shapefile (format ArcView), Institut géographique du Burkina Faso.
- Institut de l'Elevage, 2000. Maladies des bovins. Editions France Agricole. 3<sup>e</sup> édition, Paris, France, 540 p.
- Kouamo J., Alloya S., Habumuremyi S., Ouédraogo G.A., Sawadogo J.G., 2014. Evaluation des performances de reproduction des femelles Zébus Gobra et des croisées F1 après insémination artificielle en milieu traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Tropicicultura*, **32** (2) : 80-89
- Leroy G., Baumung R., Boettcher P., Scherf B., Hoffmann I., 2016. Review: sustainability of crossbreeding in developing countries; definitively not like crossing a meadow. *Anim.*, **10** (2): 262-273, doi: 10.1071/S175173111500213X
- Lhoste P., 1995. Sélection génétique. In : Daget et Gondron (Coordonnateurs), Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. Hatier, Aupelf, Uref (éds.), Paris, France, 322-324.
- Mattioli R.C., Faye J.A., Büscher R.P., 1999. Susceptibility of N'Dama cattle to experimental challenge and cross species superchallenges with bloodstream form of *Trypanosoma Congolense* and *T. vivax*. *Vet. Parasit.*, **86**: 83-94, doi: 10.1016/S0304-4017(99)00117-X
- Mattioli R.C., Pandey V.S., Murray M., Fitzpatrick J.C., 2000. Immunogenetic influence on tick resistances in African cattle with particular reference to trypanotolerant N'Dama (*Bos taurus*) and trypanosusceptible Gobra Zebu (*Bos indicus*) cattle. *Acta Trop.*, **75**(3): 263-277, doi : 10.1016/S0006-706X(00)00063-2
- Meyer C., Denis J.P., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. *QUAE Eds*, Versailles, France, 314 p.
- Mopaté Logtené Y., 2015. Caractéristiques, menaces et nécessité de conservation in situ des taurins Baoulé dans les savanes du Sud-Ouest du Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.*, **93**: 8713-8726, doi: 10.4314/jab.v93i1.5

- Murphy E., Nordquist R.E., Van der Staay F.J., 2014. A review of behavioural methods to study emotion and mood in pigs, *Sus scrofa*. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **159**: 9-28, doi: 10.1016/j.applanim.2014.08.001
- Murray G.G.R., Woolhouse M.E.J., Tapio M., Mbolé-Kariuki M.N., Songstegard T.S., Tumbi S.A., Jennings A.E., et al., 2013. Genetic susceptibility to infectious disease in East African Shortorn Zebu: a genome-wide analysis of the effect of heterozygosity and exotic introgression. *BMC Evol. Biol.*, **13**: 246, doi: 10.1186/1471-2148-13-246
- Nianogo A.J., Sanfo R., Kondombo S.D., Néya S.B., 1996. Le point sur les ressources génétiques en matière d'élevage au Burkina Faso. *Anim. Gen. Res. Inform.* (AGRI) FAO/UNEP, Rome, Italie, 13-31.
- Nimubona G., 2003. Etude du comportement et de productivité des bovins de race bovins Brune Suisse en conditions de stabulations permanente : cas de la ferme de Bukeye. Mémoire de fin d'étude, Université du Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Bujumbura, Burundi, 77 p.
- Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Planchenault D., 1998. Factors affecting birth weight, growth and viability of calves in rural farms in Northern Cameroon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **51** (4): 335-343, doi: 10.19182/remvt.9618
- Patricia A.F., Taya C., Sarah L.W., Catherine A.S., Anne L.B., Teresa C., David W.M., 2016. The contribution of qualitative behavioral assessment to appraisal of livestock welfare. *Anim. Prod. Sci.*, **56**: 1569-1578, doi: 10.1071/AN15101
- Perrin D., Chevalier P., Hamel M., 2003. L'élevage bovin : les filières françaises lait et viande. *Le guide des races françaises*, 19 p.
- Rutherford K.M.D., Donald R.D., Lawrence A.B., Wemelsfelder F., 2012. Qualitative Behavioural Assessment emotionality in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **139**: 218-224, doi: 10.1016/j.applanim.2012.04.004
- Sokouri D.P., Yapi-Gnaoré C.V., N'Guetta A.S.P., Loukou N.E., Kouao B.J., Touré G., Kouassi A., et al., 2010. Performance de reproduction des bovins locaux de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **36**: 2353-2359.
- Team R.C., 2017. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Version 3.2.0, 3525 p. 118-122, doi: 10.14737/journal.jahp/2016/4.4.118.120
- Thiombiano D., 1993. La banque de semence du Centre de Recherche sur la Trypanosomose Animale (CRTA). In : Chupin, Wagner et Wilson (eds.), Amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest. FAO, Collection Production et Santé Animale 110. Actes de l'atelier tenu à Banjul, Gambie, Oct. 1992, 193-198.
- Toko R.C., Adégbidi A., Lebailly P., 2016. Demography and zootechnical performance of traditional cattle farming in Northern Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (1): 33-39, doi: 10.19182/remvt.31169
- Wemelsfelder F., Hunter T.E.A., Mendl M.T., Lawrence A.B., 2001. Assessing the "whole animal": A free choice profiling approach. *Anim. Behav.*, **62**: 209-220, doi: 10.1006/anbe.2001.1741
- Wemelsfelder F., Hunter A.E., Paul E.S., Lawrence A.B., 2012. Assessing pig body language: Agreement and consistency between pig farmers, veterinarians and animal activists. *J. Anim. Sci.*, **90**: 3652-3660, doi: 10.2527/jas.2011-4691
- Woba P., Anne M.L., Boussim I.J., Guinko S., 2006. La flore médicinale de la forêt casée de Niangoloko. *Etud. flor. Veg. Burkina Faso*, **10**: 5-16.

## Summary

**Blagna S., Koté B., Tellah M., Djalal A.K., Ouédraogo J., Mopaté Logtené Y., Boly H.** Survival and aptitudes of calves from crossbreeding between Brown Swiss and Fulani Zebus in the Cascades region of Burkina Faso

The improvement of the genetic potential of cattle in Burkina Faso has been based on crossbreeding programs with exotic breeds through the promotion of artificial insemination (AI) for a quarter of a century. Nevertheless, the adaptation of the resulting mixed-breed calves is controversial both in peri-urban and traditional breeding. The objective of this study was to determine the survival rate and aptitudes of F1 crossbred calves from crosses between Brown Swiss and Fulani Zebu cattle in farms in the Cascades region of Burkina Faso. The study was conducted on 142 calves in 60 extensive and semi-intensive farms between October 2013 and August 2017. The animals underwent rigorous health monitoring and received improved feeding thanks to a local fodder production. The calf survival rate at 42 months was estimated at 88% with a significant difference ( $p < 0.05$ ) between seasons during preweaning, and between farming systems during postweaning. A total of 26.76% of the F1 crossbreds were affected by cowdriosis, dermatophilosis, foot and mouth disease or trypanosomoses before and after weaning. Hardy (82.4%) with a normal heart rate (85.6%), the crossbreds were docile and affectionate (64.8%). The F1 males and females were potential breeders and true herd drivers, respectively. Females are used from the outset to improve milk production, but the use of males in crossbreeding must avoid inbreeding in the herds. The survival of crossbreds requires permanent health monitoring and good husbandry practices. However, considering the high survival rate, good adaptation and docility of the crossbreds, AI is able to improve cattle production in Burkina Faso.

**Keywords:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, crossbreds, survival, viability, vigour, Burkina Faso

## Resumen

**Blagna S., Koté B., Tellah M., Djalal A.K., Ouédraogo J., Mopaté Logtené Y., Boly H.** Sobrevida y aptitudes de terneros nacidos de cruces entre Pardo de los Alpes y Cebú Fulani en la región de Cascadas en Burkina Faso

Desde hace un cuarto de siglo, el mejoramiento del potencial genético de los bovinos en Burkina Faso reposa sobre programas de cruces con razas exóticas para la promoción de la inseminación artificial (IA). Sin embargo, la adaptación de los terneros mestizos obtenidos es controversial, tanto en crías periurbanas como tradicionales. El objetivo del presente estudio fue el de determinar las tasas de sobrevida y las aptitudes de los mestizos F1, nacidos de cruces entre los bovinos de raza Pardo de los Alpes y Cebú Fulani en establecimientos de la región de Cascadas en Burkina Faso. El estudio se llevó a cabo sobre 142 terneros distribuidos en 60 fincas extensivas y semi intensivas, entre octubre 2013 y agosto 2017. Los animales fueron objeto de un seguimiento sanitario riguroso y de una alimentación mejorada gracias a la producción local de forrajes. La tasa de sobrevida de los terneros a 42 meses se estimó en 88%, con una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre estaciones antes del destete y entre sistemas de cría después del destete. En total, 26,76% de los mestizos F1 presentaron cowdriosis, dermatofilia, fiebre aftosa y tripanosomosis antes y después del destete. Rústicos (82,4%) con un ritmo cardíaco normal (85,6%), los animales cruzados fueron dóciles y afectuosos (64,8%). Los machos y las hembras F1 fueron respectivamente reproductores potenciales y verdaderos conductores de rebaño. Las hembras fueron rápidamente utilizadas para mejorar la producción de leche, pero el uso de los machos en los cruces debe evitar la consanguinidad en las fincas. La sobrevida de los mestizos necesita un seguimiento sanitario permanente y una buena crianza. Sin embargo, considerando la tasa de sobrevida elevada, la buena adaptación y la docilidad de los mestizos, la IA puede mejorar las producciones animales de bovinos en Burkina Faso.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, productos del cruce, viabilidad, supervivencia, vigor, Burkina Faso

# Comparaison des phénotypes camelins de Mauritanie aux écotypes d'Afrique et d'Asie

Abdel Kerim M. Diop<sup>1</sup> Mohamed S. Chrif Ahmed<sup>1</sup>  
Mohamed B. Biya<sup>1\*</sup> Mohamed Lemine Haki<sup>2</sup> Gaukhar  
Konuspayeva<sup>3,4</sup> Bernard Faye<sup>5,6</sup>

## Mots-clés

*Camelus* sp., dromadaire, mensuration corporelle, phénotype, écotype, variation génétique, Mauritanie

Submitted: 22 February 2020  
Accepted: 1 April 2020  
Published: 1 December 2020  
DOI: 10.19182/remvt.31948

## Résumé

Afin d'évaluer la diversité phénotypique caméline en Mauritanie, des mensurations corporelles ont été réalisées sur 131 chamelles adultes amenées à l'abattoir de Nouakchott, animaux en provenance de l'ensemble du territoire mauritanien. En moyenne les mensurations corporelles ont été (en cm) de  $51,5 \pm 2,0$  (longueur de la tête),  $21,5 \pm 1,5$  (largeur de la tête),  $108,4 \pm 6,6$  (longueur du cou),  $65,6 \pm 4,9$  (tour du cou),  $184,7 \pm 8,1$  (hauteur au garrot),  $197,8 \pm 8,2$  (tour de poitrine),  $147,1 \pm 9,3$  (longueur du corps) et  $76,8 \pm 5,2$  (tour de cuisse). Par classification automatique, il a été possible d'identifier cinq phénotypes allant des animaux de petite taille, au petit gabarit et au cou fin et court, à des animaux longilignes de grande taille en passant par des gabarits de taille moyenne se distinguant par la grosseur de la tête ou des membres. Comparés aux données de la littérature, ces phénotypes apparaissent très proches des races décrites dans les pays du Maghreb et plus globalement des races africaines, et s'opposent aux races asiatiques, plus grandes et plus productives. La variabilité des phénotypes mauritaniens s'est avérée de faible ampleur, ce qui peut s'expliquer par la position de la Mauritanie, à l'extrémité occidentale de l'aire de répartition du dromadaire en Afrique, zone de brassage génétique important avec de faibles divergences rendues possibles par la topographie du pays.

■ Comment citer cet article : Diop A.K.M., Chrif Ahmed M.S., Biya M.B., Haki M.L., Konuspayeva G., Faye B., 2020. Comparison of Mauritanian camel phenotypes with the ecotypes from Africa and Asia. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 247-254, doi: 10.19182/remvt.31948

## ■ INTRODUCTION

La variabilité phénotypique chez les dromadaires est relativement peu étudiée et le lien entre cette variabilité et les génotypes qu'elle recouvre encore moins (Burger et al., 2019) en dépit de récents progrès sur la connaissance du génome chez cette espèce (Ruvinskiy et al., 2019). Le rattachement des avancées en matière de génotypage et de génomique aux performances des animaux et à leurs caractéristiques

phénotypiques est en effet essentiel pour une meilleure définition des politiques de sélection. Or, contrairement à la plupart des autres espèces de rente, chez les grands camélidés, l'exploration du génome bénéficiant de récents progrès scientifiques et techniques en la matière a devancé largement les caractérisations phénotypiques et le contrôle des performances. Par ailleurs, il est établi que les différenciations « raciales » décrites dans la littérature s'appuient plus sur un nombre limité de morphologies et sur des dénominations tribales ou géographiques plutôt que sur un pedigree rationnellement établi (Blanc et Hennesser, 1989). Ce pour quoi il est d'usage concernant les camélidés de parler « d'écotypes » plutôt que de « races » (Ould Ahmed, 2009). Dans la plupart des publications, les différences entre écotypes sont évaluées sur la base d'un ensemble de mesures baryométriques et parfois de relevés qualitatifs. Toutefois, pour faciliter la lecture, le terme race sera utilisé dans la suite du texte.

Dans le cadre de la présente étude, l'objectif était double, à savoir : a) d'établir une typologie des phénotypes camelins rencontrés en Mauritanie à partir d'un ensemble de mesures baryométriques, et b) comparer ces phénotypes à ceux publiés dans d'autres pays d'élevage camelin disponibles dans la littérature scientifique.

1. Centre mauritanien de développement de l'élevage camelin, Nouakchott, Mauritanie.
2. Office national de recherches sur le développement de l'élevage (Onardel), Nouakchott, Mauritanie.
3. Université Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
4. Bureau mauritanien de la FAO, Nouakchott, Mauritanie.
5. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.
6. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.

\* Auteur pour la correspondance  
Email : barikbiya@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## ■ MATERIEL ET METHODES

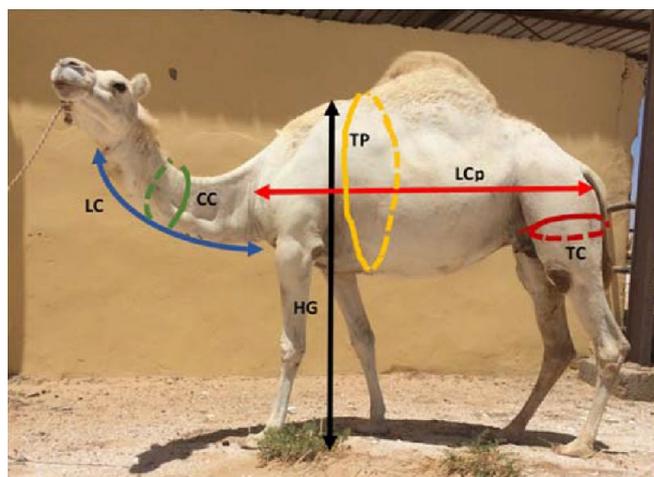
**Typologie des phénotypes camélins de Mauritanie****Les animaux**

L'enquête sur la diversité phénotypique des dromadaires de Mauritanie a été mise en œuvre par le Centre mauritanien de développement de l'élevage camélin (CMDEC). Les relevés comprenaient des données qualitatives, notamment la couleur de la robe, la forme des oreilles ou de la bosse, et quantitatives concernant les mensurations corporelles et celles de la mamelle. Dans la présente publication, seules les données quantitatives concernant les mensurations corporelles ont été retenues afin de faciliter les comparaisons ultérieures avec les données de la littérature. Au total, 131 femelles adultes (réformées et âgées entre sept et quinze ans environ) ont été mesurées sur l'aire d'attente à l'abattoir de Nouakchott (Mauritanie). Chaque jour, une cinquantaine de chamelles étant abattues, les mesures ont concerné cinq à sept chamelles tirées au hasard. L'opération s'est répétée sur une durée de trois mois. L'abattoir de Nouakchott drainant des animaux provenant de toutes les régions de Mauritanie, cet échantillon était censé représenter la diversité des phénotypes présents dans le pays. Toutefois, en l'absence des éleveurs, nous n'avons pas pu disposer des informations sur la race (écotype), le stade physiologique, l'âge ou les performances laitières.

**Mise en œuvre des mesures**

Les mesures ont été réalisées par plusieurs personnes : un ou deux ouvriers pour la contention, deux membres du CMDEC appuyés par un stagiaire pour les mesures et le relevé des notes. Après contention de l'animal, les mesures ont été réalisées avec un ruban métrique et les valeurs répertoriées sur une fiche appropriée. Chaque séance de mesures a duré environ 15 minutes par animal et environ sept à dix chameaux ont été enregistrés par séance. Dans une phase ultérieure, les données ont été saisies sur un tableau Excel en vue de leur analyse.

Les mesures ont concerné les paramètres suivants (figures 1 et 2) : la longueur de la tête (LT) entre crête occipitale et pointe nasale, la largeur de la tête (LaT) entre les deux oreilles en passant par la crête occipitale, la longueur du cou (LC) entre le larynx et l'attache du cou sur le poitrail, la circonférence du cou (CC) à équidistance de la tête et du poitrail, la hauteur au garrot (HG) du sol au garrot, le tour de



**Figure 1** : Mesures corporelles mises en œuvre sur les dromadaires. LC : longueur du cou ; CC : circonférence du cou ; HG : hauteur au garrot ; TP : tour de poitrine ; LCp : longueur du corps ; TC : tour de cuisse // Body measurements implemented on camels. LC: neck length; CC: neck circumference; HG: height at withers; TP: chest circumference; LCp: body length; TC: thigh circumference

poitrine (TP) sans inclure la bosse, la longueur du corps (LCp) de la pointe de l'épaule à la pointe ischiale du bassin, et le tour de cuisse (TC) à mi-hauteur.

**Analyse statistique**

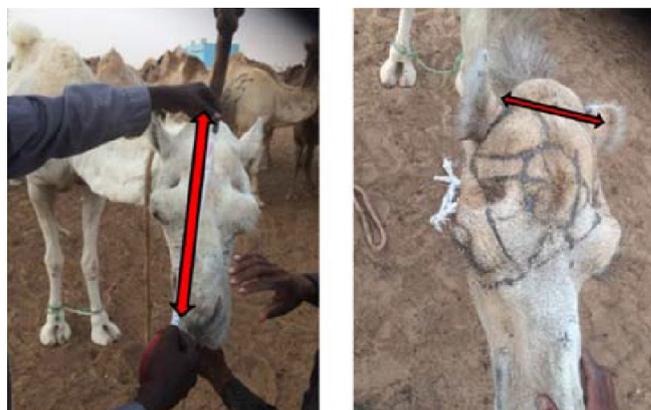
L'objectif étant d'identifier des types de gabarit (phénotype), l'analyse statistique mise en œuvre a compris : a) une analyse des corrélations entre les mesures réalisées sur les 131 femelles afin de tester les liens entre mesures ; b) une classification ascendante hiérarchique (CAH) afin d'identifier des types de gabarit ; c) l'attribution du numéro des classes issues de cette classification à chaque animal ; et d) une analyse de la variance (prenant les mesures quantitatives comme variable à expliquer et les numéros de classe comme variable explicative) afin de déterminer les mesures discriminant les types de gabarit.

**Comparaison avec les données de la littérature**

Dans cette seconde étape, la mesure de la largeur de la tête étant très rarement assurée, seules les sept autres mesures corporelles ont été prises en compte. Les données des mesures ont concerné différentes races de dromadaires du Maroc (Boujenane et al., 2019), d'Algérie (Oulad Belkhir et al., 2013), de Tunisie (Chniter et al., 2013), du Soudan (Ishag et al., 2011), d'Ethiopie (Yosef et al., 2014 ; Legesse et al., 2018), du Nigeria (Tandoh et Gwaza, 2017), d'Arabie Saoudite (Abdallah et Faye, 2013), du Pakistan (Ghiasuddin Shah et al., 2014) et d'Inde (Kohler-Rollefson, 2011).

Trois mesures étaient systématiquement représentées dans toutes les publications, à savoir TP, HG et LC. Quand une mesure était manquante, elle était estimée en se basant sur les corrélations entre paramètres. Par exemple, si la longueur de la tête était absente, sachant que cette donnée est significativement corrélée dans les autres publications à la longueur du cou, elle était estimée à partir de l'équation linéaire  $LT = aLC + b$  établie à partir des données non manquantes.

L'analyse statistique s'est composée de trois étapes : a) une analyse en composantes principales (ACP) d'un tableau comprenant en ligne les différentes races de dromadaires décrites dans la littérature, ajoutées aux phénotypes mauritaniens décrits dans la phase précédente, et en colonne les sept mesures corporelles communes à toutes les publications ; b) une première classification (CAH) des lignes de ce tableau afin d'établir les proximités entre les différentes races et écotypes listés dans le tableau ; et c) après avoir calculé la moyenne globale pour chaque pays, une seconde classification (CAH) a été opérée afin d'évaluer leur répartition sur un arbre de classification. Afin de tenir compte de la variabilité du nombre de races de chaque pays,



**Figure 2** : Mesures de la longueur (à gauche) et de la largeur de la tête (à droite) de dromadaires // Measurement of the length (left) and width (right) of the head of camels

un poids spécifique a été donné dans l'analyse à chacun des 10 pays concernés, ce poids correspondant au nombre des races en question.

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel XLstat Addinsoft 2020.

## ■ RESULTATS

### Valeurs des mensurations corporelles des chameelles de Mauritanie

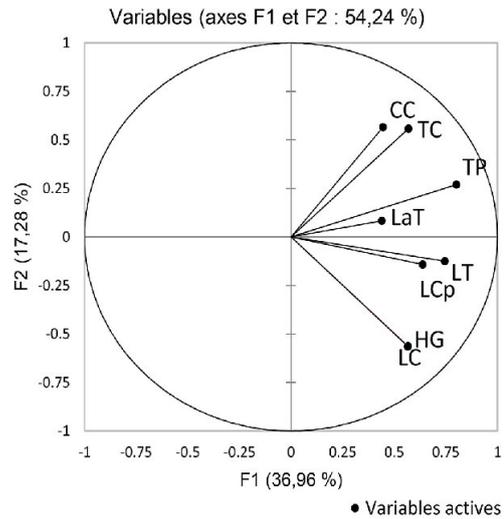
Les moyennes et écart-types des différentes mensurations corporelles (en cm) ont été de  $51,5 \pm 2,0$  (LT),  $21,5 \pm 1,5$  (LaT),  $108,4 \pm 6,6$  (LC),  $65,6 \pm 4,9$  (CC),  $184,7 \pm 8,1$  (HG),  $197,8 \pm 8,2$  (TP),  $147,1 \pm 9,3$  (LCp) et  $76,8 \pm 5,2$  (TC). Les mensurations les plus variables ont été le tour de cou et le tour de cuisse (coefficients de variation respectivement de 7,4 et 6,8 %) et les moins variables la largeur de la tête et le tour de poitrine (CV respectivement de 3,9 et 4,1 %).

### Typologie des phénotypes mauritaniens

Du fait des lois de l'allométrie, les mensurations corporelles ont été significativement corrélées entre elles dans la plupart des cas. Ainsi deux variables (TP et LT) ont été positivement corrélées à l'ensemble des autres mensurations. CC et TC sont apparus très proches sur le cercle de corrélations, ainsi que HG avec LC, d'une part, et LCp avec LT, d'autre part (figure 3). Il n'existait par ailleurs aucune corrélation négative significative (tableau I).

La classification automatique des 131 chameelles a permis d'identifier cinq types de gabarit, ces cinq classes expliquant 75 % de la variance de l'échantillon (figure 4). Suite à l'analyse de variance prenant les classes comme variable explicative, les cinq phénotypiques peuvent être décrits de la manière suivante (tableau II) : type 1, animaux de gabarit moyen avec une tête plus développée que la moyenne (largeur et longueur) ; type 2, animaux de petite taille (moins de 1,8 m au garrot), au petit gabarit et au cou fin et court ; type 3, animaux de taille moyenne au cou et aux membres très fins, et au profil ramassé (longueur du corps de moins de 1,4 m) ; type 4, animaux de taille moyenne mais de forte corpulence (tour de poitrine, épaisseur du cou, tour de cuisse) ; et type 5, animaux de grand gabarit pour presque toutes les mensurations sauf le tour de cuisse indiquant un animal aux membres fins.

Projetés sur le principal plan factoriel (figure 5), le type 5 apparaît en effet du côté droit (grands gabarits) et s'oppose nettement au type 2 (petits gabarits) projeté sur la partie gauche. Le type 4, caractérisé par l'épaisseur du cou et de la cuisse se projette plutôt sur le haut du plan factoriel, les types 1 et 3 rassemblant plutôt les animaux de gabarit moyen se distinguant sur les mensurations de la tête et de la longueur



**Figure 3 :** Cercle des corrélations entre les mensurations corporelles relevées sur 131 chameelles de Mauritanie. LC : longueur du cou ; CC : circonférence du cou ; HG : hauteur au garrot ; TP : tour de poitrine ; LCp : longueur du corps ; TC : tour de cuisse ; LT et LaT : longueur et largeur de la tête // Circle of correlations between body measurements taken on 131 Mauritanian camels. LC: neck length; CC: neck circumference; HG: height at withers; TP: chest circumference; LCp: body length; TC: thigh circumference; LT and LaT: length and width of the head.

du corps. Pour l'étape ultérieure de l'analyse ont ainsi été retenus ces cinq phénotypes libellés Maur1 à Maur5.

### Comparaison avec les données de la littérature

La compilation des données de la littérature a permis de déterminer les mensurations de 48 races de dromadaires auxquelles ont été rajoutés les cinq phénotypes mauritaniens décrits dans l'étape précédente. L'ACP a témoigné d'une forte structuration du tableau de données avec un premier facteur largement prépondérant (53,7 % de la variance). Ce facteur a opposé en première lecture de façon nette les phénotypes africains (Nigeria, Mauritanie, Algérie, Tunisie, Maroc, Ethiopie et Soudan) aux phénotypes asiatiques (Inde, Pakistan, Arabie Saoudite). Les variables LCp et HG s'opposant aux variables TP et TC sur le second facteur, le plan factoriel a séparé les animaux longilignes (en haut du plan factoriel) des brévillignes (en bas), mais ce facteur n'exprime que 22,1 % de la variance (figure 6).

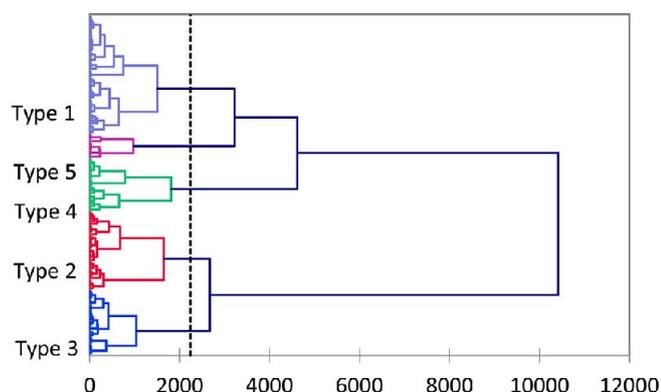
La classification automatique des 53 phénotypes a permis d'identifier trois grands types de gabarit (68 % de la variance) distinguant les

**Tableau I :** Matrice des corrélations entre les mensurations corporelles de 131 chameelles de Mauritanie // Matrix of correlations between the body measurements of 131 camels in Mauritania

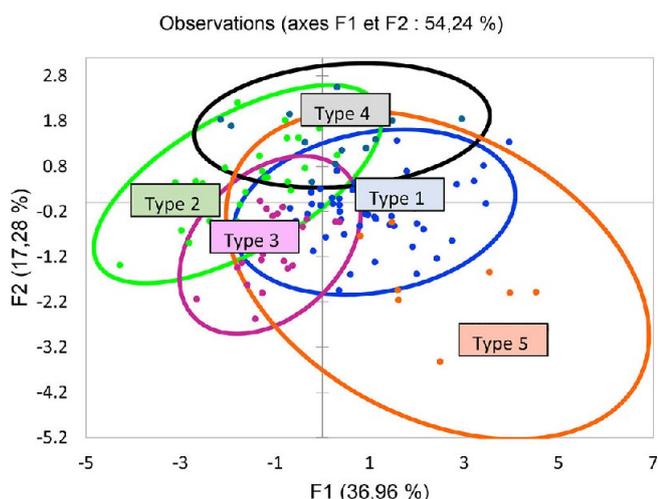
Mesure	LT	LaT	LC	CC	HG	TP	LCp	TC
LT	1	<b>0,301</b>	<b>0,315</b>	<b>0,302</b>	<b>0,487</b>	<b>0,442</b>	<b>0,373</b>	<b>0,255</b>
LaT	<b>0,301</b>	1	0,162	0,125	0,153	<b>0,224</b>	0,135	<b>0,242</b>
LC	<b>0,315</b>	0,162	1	-0,021	<b>0,440</b>	<b>0,352</b>	<b>0,391</b>	0,056
CC	<b>0,302</b>	0,125	-0,021	1	0,024	<b>0,408</b>	0,161	<b>0,283</b>
HG	<b>0,487</b>	0,153	<b>0,440</b>	0,024	1	<b>0,288</b>	<b>0,253</b>	0,045
TP	<b>0,442</b>	<b>0,224</b>	<b>0,352</b>	<b>0,408</b>	<b>0,288</b>	1	<b>0,409</b>	<b>0,587</b>
LCp	<b>0,373</b>	0,135	<b>0,391</b>	0,161	<b>0,253</b>	<b>0,409</b>	1	<b>0,257</b>
TC	<b>0,255</b>	<b>0,242</b>	0,056	<b>0,283</b>	0,045	<b>0,587</b>	<b>0,257</b>	1

LT et LaT : longueur et largeur de la tête ; LC : longueur du cou ; CC : circonférence du cou ; HG : hauteur au garrot ; TP : tour de poitrine ; LCp : longueur du corps ; TC : tour de cuisse. Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha = 0,05$  // LT and LaT: length and width of the head; LC: neck length; CC: neck circumference; HG: height at withers; TP: chest circumference; LCp: body length; TC: thigh circumference. Values in bold are different from 0 at significance level  $\alpha = 0,05$

grands gabarits (classe 2) regroupant la majorité des races asiatiques (par exemple HG moyenne de 2,10 m), des petits gabarits (classe 1) où se retrouvaient la plupart des races maghrébines y compris mauritaniennes (HG moyenne de 1,88 m) et les gabarits moyens (classe 3) où se concentraient les races soudanaises et le phénotype 5 de



**Figure 4 :** Arbre de classification des 131 chamelles de Mauritanie selon leurs mensurations corporelles. La coupure optimale donne cinq classes de gabarit (75 % de la variance expliquée) // *Classification tree of the 131 camels in Mauritania according to their body measurements. The optimal cut-off gives five build classes (75% of the variance explained)*



**Figure 5 :** Projection du nuage des individus et des ellipses d'inertie des cinq types de gabarit parmi 131 chamelles de Mauritanie sur le plan factoriel (1,2) issu de l'ACP // *Projection of the cloud of individuals and ellipses of inertia of the five build types among 131 Mauritanian camels on the factorial plane (1,2) from the PCA*

**Tableau II :** Moyenne des mensurations corporelles dans les cinq classes issues de la classification automatique des 131 chamelles de Mauritanie et seuil de signification (test de Fisher) // *Average body measurements in the five classes resulting from the automatic classification of the 131 Mauritanian camels and significance level (Fisher's test)*

Classe	LT	LaT	LC	CC	HG	TP	LCp	TC
1	52,8 <sup>a</sup>	21,9 <sup>a</sup>	110,8 <sup>b</sup>	66,3 <sup>ab</sup>	189,3 <sup>b</sup>	200,8 <sup>b</sup>	150,1 <sup>b</sup>	78,6 <sup>b</sup>
5	53,0 <sup>a</sup>	21,5 <sup>abc</sup>	117,9 <sup>a</sup>	64,3 <sup>bc</sup>	196,1 <sup>a</sup>	204,1 <sup>ab</sup>	167,8 <sup>a</sup>	77,5 <sup>b</sup>
4	50,8 <sup>b</sup>	21,6 <sup>ab</sup>	106,6 <sup>c</sup>	68,2 <sup>a</sup>	176,6 <sup>c</sup>	205,4 <sup>a</sup>	146,8 <sup>c</sup>	83,1 <sup>a</sup>
3	50,9 <sup>b</sup>	20,7 <sup>c</sup>	109,0 <sup>bc</sup>	62,3 <sup>c</sup>	187,1 <sup>b</sup>	194,7 <sup>c</sup>	139,3 <sup>e</sup>	71,9 <sup>c</sup>
2	50,1 <sup>b</sup>	21,3 <sup>bc</sup>	102,5 <sup>d</sup>	65,8 <sup>ab</sup>	177,9 <sup>c</sup>	188,4 <sup>d</sup>	143,1 <sup>d</sup>	73,4 <sup>c</sup>
P > F	< 0,0001	0,012	< 0,0001	0,000	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

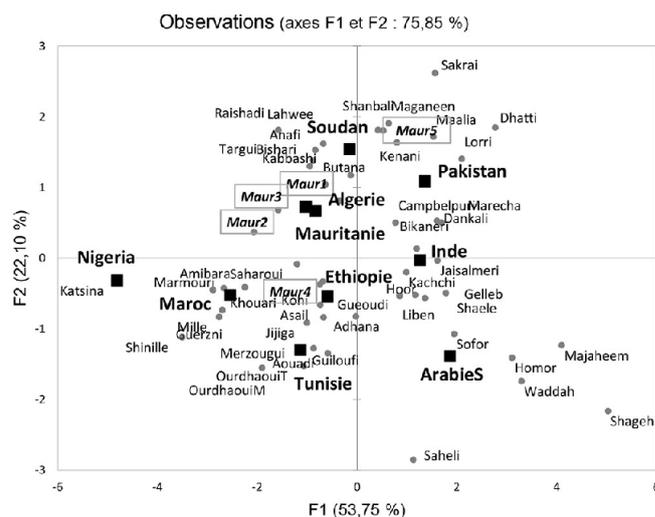
LT et LaT : longueur et largeur de la tête ; LC : longueur du cou ; CC : circonférence du cou ; HG : hauteur au garrot ; TP : tour de poitrine ; LCp : longueur du corps ; TC : tour de cuisse  
 // LT and LaT : length and width of the head; LC : neck length; CC : neck circumference; HG : height at withers; TP : chest circumference; LCp : body length; TC : thigh circumference

Mauritanie avec par exemple une HG moyenne de 2 m (figure 7). Les mensurations moyennes des races de la classe 2 ont été toutes significativement supérieures à celles de la classe 1, le groupe 3 étant intermédiaire pour tous les paramètres (tableau III).

La classification des 10 pays sur la base de la moyenne des mensurations pour l'ensemble des races de chaque pays a permis d'évaluer la proximité des phénotypes moyens pour chacun d'entre eux. La dichotomie entre races africaines et races asiatiques a été confirmée à l'exception des races soudanaises qui se retrouvaient dans ce dernier groupe (figure 8). Les phénotypes mauritaniens ne différaient pas de ce point de vue des phénotypes algériens, marocains ou tunisiens.

■ DISCUSSION

La littérature grise concernant les phénotypes camélins de Mauritanie est assez succincte. Globalement, les données disponibles se limitent à une description sommaire de deux races qui sont : a) le Regueïbi aussi appelé chameau du Hodh ou chameau du Sahel (Kane, 1995), considéré comme longiligne et de grande taille (plus de 2 m au garrot) avec un cou long et des membres fins, et vivant plutôt dans le nord et l'est du pays, race relativement bonne laitière et utilisée comme animal de selle ; et b) le dromadaire de l'Aftout encore dénommé chameau des Berabiches (Kane, 1995), plus bréviligne, trapu avec



**Figure 6 :** Principal plan factoriel de l'ACP des 53 races de dromadaire répertoriées dans la littérature, leur pays d'origine étant projeté en variable supplémentaire. Les cinq phénotypes mauritaniens sont encadrés // *Main factorial design of the PCA of the 53 camel breeds listed in the literature, their country of origin being projected as an additional variable. The five Mauritanian phenotypes are boxed*

un cou et des membres courts, et une robe de couleur variée (Diagana, 1977). Dans sa classification des dromadaires, Wardeh (2004) n'évoque que le Regueibi (noté Regbi) l'assimilant au groupe Méhari et le considérant comme un animal de course. En revanche, dans la liste établie par Blanc et Hennesser (1989), le Regueibi est distingué du chameau du Sahel, rattaché au type Méhari, soulignant la grande confusion qui règne dans les dénominations des races camelines.

A lire ces quelques références, il apparaît que ce sont en fait des descriptions qualitatives provenant d'une source unique, ancienne, datant de l'époque coloniale (Doutressoule, 1947). Aucune donnée quantitative n'est du reste disponible.

Les croisements entre ces écotypes étant probablement nombreux, il n'est pas surprenant de trouver au niveau de notre échantillon à l'abattoir de Nouakchott un continuum dans les mensurations et une grande diversité dans les couleurs de robe. Tout au plus peut-on considérer que le phénotype 5 de notre classification se rapproche du Regueibi par ses qualités de finesse et de taille puisqu'il approche les deux mètres au garrot, et que le phénotype 4 pourrait se rapprocher du Berabiche, animal bréviligne de format plus trapu. Les autres phénotypes pourraient se rapporter à des individus issus de divers croisements de ces deux principaux écotypes rencontrés dans le pays, voire avec des races provenant des pays limitrophes, comme par exemple l'Azarghaf, reconnaissable à sa robe pie noir ou pie gris (Pacholek et al., 2000 ; Chaibou et Faye, 2003), que l'on retrouve régulièrement chez les animaux arrivant à l'abattoir de Nouakchott.

Plusieurs références relatives à la prise de mensurations chez le dromadaire intègrent le tour abdominal incluant la bosse (Ishag et al., 2011 ; Raziq et al., 2011 ; Yosef et al., 2014 ; Babelhadj et al., 2017 ; Tandoh et Gwaza, 2017). Une telle prise en compte ne nous paraît pas pertinente car le tour abdominal est fortement dépendant de l'état de réplétion du tractus digestif, de l'éventuel stade de gestation et de l'état d'engraissement de l'animal, la bosse étant le principal organe de stockage adipeux (Kamili et al., 2006). La variabilité du tour abdominal apparaît donc plutôt liée à des facteurs (statut nutritionnel, état d'embonpoint) indépendants des déterminants génétiques du phénotype. Ce paramètre n'a donc pas été pris en compte dans notre étude.

Concernant la comparaison avec les races décrites dans d'autres pays, la séparation nette entre races asiatiques et races africaines (figure 9) n'est pas surprenante. Non seulement les races asiatiques sont reconnues pour leur plus grand gabarit (Wardeh, 2004) et leur plus grand potentiel laitier (Faye, 2004), mais la composition de leur lait est sensiblement différente, celle des races asiatiques apparaissant plus riches que les races africaines (Konuspayeva et al., 2009). Par ailleurs, cette apparente dichotomie entre les deux groupes continentaux de dromadaires est désormais étayée par les récentes observations sur leurs génotypes. Plusieurs auteurs, bien que rappelant la faible diversité génétique chez cette espèce (Burger et al., 2019), ont en effet souligné une nette séparation entre les dromadaires africains et ceux provenant de la péninsule Arabique ou du sous-continent indien (Mburu et al., 2003 ; Almathen et al., 2016).

Après leur domestication dans la péninsule Arabique probablement au cours du second millénaire av. J.-C. (Uerpmann et Uerpmann, 2002 ; Magee 2015), les premiers petits groupes de dromadaires en provenance du nord de la péninsule auraient pénétré le continent africain via le Sinaï au cours du premier millénaire av. J.-C. et auraient été utilisés essentiellement comme animaux de bât dans le cadre d'échanges commerciaux (Gatier, 2020). L'absence de dromadaires

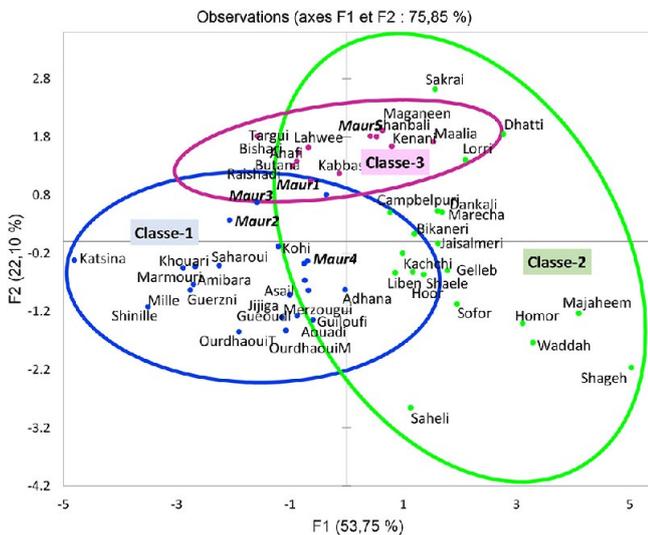


Figure 7 : Projection des classes issues de la CAH des 53 races de dromadaire et des ellipses d'inertie sur le plan principal de l'ACP // Projection of the classes resulting from the AHC of the 53 camel breeds and the ellipses of inertia on the main plane of the PCA

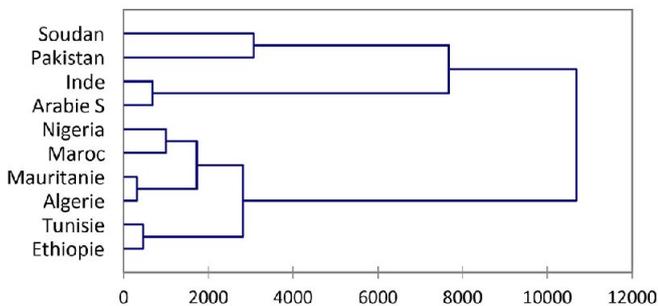
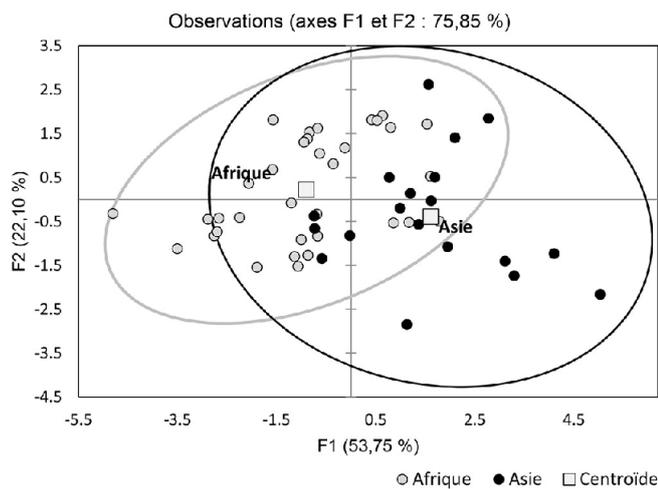


Figure 8 : Arbre de classification des 10 pays d'élevage camelin en fonction des mensurations corporelles moyennes de leur population de dromadaires. L'analyse a tenu compte du poids de chaque pays en fonction du nombre de races concernées // Classification tree of the 10 camel breeding countries according to the average body measurements of their camel population. The analysis took into account the weight of each country according to the number of breeds concerned

Tableau III : Moyenne des mensurations corporelles dans les trois types issus de la classification automatique de 53 races de chameaux et seuil de signification (test de Fisher) // Average body measurements in the three types resulting from the automatic classification of 53 camel breeds and significance threshold (Fisher test)

Type	LT	LC	CC	HG	TP	TC	LCp
2	54,1 <sup>a</sup>	113,4 <sup>a</sup>	99,3 <sup>a</sup>	210,4 <sup>a</sup>	222,2 <sup>a</sup>	97,7 <sup>a</sup>	167,6 <sup>a</sup>
3	52,1 <sup>b</sup>	109,8 <sup>b</sup>	86,2 <sup>b</sup>	200,9 <sup>b</sup>	207,6 <sup>b</sup>	90,1 <sup>b</sup>	161,4 <sup>b</sup>
1	49,3 <sup>c</sup>	105,0 <sup>c</sup>	79,6 <sup>c</sup>	188,2 <sup>c</sup>	200,5 <sup>c</sup>	86,5 <sup>c</sup>	151,4 <sup>c</sup>
P > F	< 0,0001	0,004	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

LT: longueur de la tête ; LC : longueur du cou ; CC : circonférence du cou ; HG : hauteur au garrot ; TP : tour de poitrine ; LCp : longueur du corps ; TC : tour de cuisse // LT: length of the head; LC: neck length; CC: neck circumference; HG: height at withers; TP: chest circumference; LCp: body length; TC: thigh circumference



**Figure 9** : Principal plan factoriel de l'ACP des 53 races de dromadaire montrant la séparation entre races asiatiques (●) et africaines (○) // Main PCA factorial map of the 53 dromedary breeds showing the separation between Asian (●) and African (○) breeds

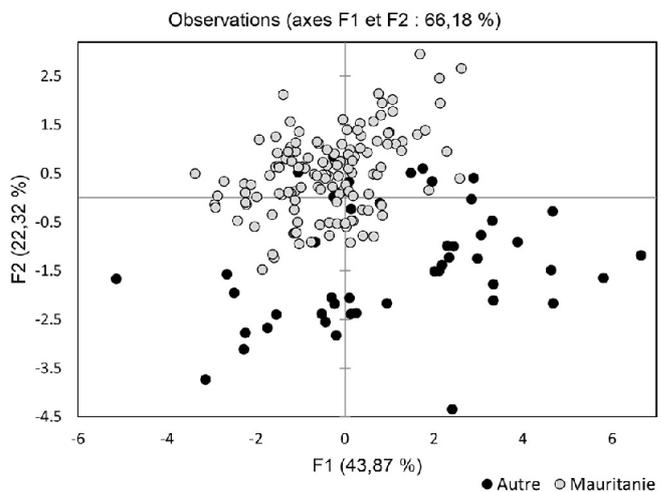
dans le bestiaire égyptien de l'époque pharaonique semble indiquer leur faible intégration dans l'économie locale. Ce n'est qu'entre les IV<sup>e</sup> et VII<sup>e</sup> siècles de notre ère qu'une population plus large aurait envahi l'Afrique du Nord (Bulliet, 1975). Cependant, une autre voie sans doute plus ancienne aurait permis, via la traversée de la mer Rouge en bateau, l'introduction d'un autre groupe de dromadaires vers la Corne de l'Afrique. Ce second groupe en provenance majoritairement du sud de la péninsule serait des animaux plus utilisés pour leur production laitière que pour le transport des marchandises, comme l'attestent les observations socioéthologiques communes entre le sud de la péninsule Arabique et la Corne de l'Afrique (Grigson, 2012). L'analyse des phénotypes des dromadaires de la péninsule Arabique indique de fait une certaine dichotomie des deux populations à l'origine de tous les dromadaires actuels (Faye et al., 2011), différence étayée par l'étude des génotypes indiquant la présence de trois populations dans la péninsule, l'une au nord (probablement à l'origine des populations du nord de l'Afrique), une autre au sud (à l'origine des populations de la Corne de l'Afrique et du sous-continent indien), et une troisième limitée aux zones montagneuses du sud-ouest de la péninsule (Arabie Saoudite, Yémen) qui n'aurait jamais migré (Almathen et al., 2016). Toutefois, sur le continent africain, l'utilisation du dromadaire dans des caravanes transcontinentales est-ouest et surtout transsahariennes nord-sud aurait largement facilité des échanges de gènes entre ces deux populations d'origine, conduisant à l'avènement d'une population panmictique au niveau mitochondrial (Almathen et al., 2016 ; Lado et al., 2018), et finalement à une faible structuration génétique de la population caméline africaine (Burger et al., 2019).

Ces considérations sur l'histoire du peuplement de l'Afrique par les dromadaires éclairent grandement nos observations présentes. La proximité des phénotypes mauritaniens avec ceux d'Algérie, de Tunisie et du Maroc n'est rien moins que surprenante. Ces phénotypes peuvent tous être regroupés dans un ensemble intitulé « Maghrébi » couvrant tout le Maghreb jusqu'en Egypte (Abdalla et al., 2015). Les races de la Corne de l'Afrique apparaissent plus proches en moyenne des races asiatiques, notamment celles du Soudan, ce qui est d'autant moins étonnant que les échanges (et donc le métissage) entre les deux rives de la mer Rouge sont assez importants, mais plutôt aujourd'hui dans le sens Afrique vers Asie, du fait essentiellement des circuits d'exportation sur pied des dromadaires soudanais et somaliens vers l'Arabie Saoudite, non seulement pour l'abattage, mais aussi pour la course (Alary et Faye, 2016).

Certaines races éthiopiennes (par exemple Hoor) apparaissent également plus proches des phénotypes saoudiens. Il s'agit de races originaires de Somalie, pays où les échanges d'animaux avec la péninsule Arabique sont également particulièrement développés (Djama, 1999). A l'inverse, un seul phénotype saoudien se retrouve à proximité des phénotypes maghrébins, la race Asail. Il s'agit en fait d'un type de dromadaires sélectionnés en Arabie Saoudite pour la course et qui se caractérise par sa petite taille, ses membres fins, sa bosse peu développée et un tour de poitrine peu ample (Faye et al., 2011). Par la fonction qui lui est attribuée (nécessité d'avoir un animal léger), ce phénotype se rapproche donc plutôt des races africaines par son gabarit que des races saoudiennes.

En dépit des types de gabarit identifiés par classification automatique dans l'échantillon des dromadaires mauritaniens, la variabilité apparaît faible, les cinq phénotypes se projetant sur le plan factoriel de l'ACP finale dans une relative proximité (figure 6). Du reste, en projetant le nuage de points correspondant aux mensurations des 131 chamelles de Mauritanie rajoutées à celles des 48 races décrites dans la littérature (figure 10), on visualise nettement leur relative faible diversité phénotypique. La distinction raciale entre Regueibi et Bera-biche décrite dans la littérature correspond vraisemblablement plus à une différence d'usage (animal de selle vs animal de bât) qu'à une réelle différence génétique. Avec 80 % de désert, la géographie de la Mauritanie est relativement homogène, et sa population caméline s'est amplement déplacée sur l'ensemble du territoire national et dans les pays avoisinants, limitant l'émergence de lignées génétiques divergentes. Par ailleurs, située à l'extrémité occidentale du Sahara et donc de l'aire de répartition de l'élevage camélin, exception faite des îles Canaries (Espagne) peuplées par une petite population caméline originaire de Maroc (Schulz et al., 2008), la Mauritanie apparaît comme le cul-de-sac de la migration caméline sur le continent africain (Wilson, 1984) et donc finalement des flux de gènes.

Une telle situation n'est pas sans conséquence sur la stratégie du programme d'amélioration génétique du CMDEC visant l'amélioration de la production laitière. En effet, plutôt que de se focaliser sur une hypothétique race laitière, l'enjeu est de bien identifier des individus ayant un bon potentiel laitier afin de constituer un noyau améliorateur.



**Figure 10** : Projection des 131 chamelles de Mauritanie (○) et des 48 races d'Afrique et d'Asie (●) sur le principal plan factoriel d'une ACP regroupant les données individuelles de Mauritanie et des autres pays // Projection of the 131 camels from Mauritania (○) and the 48 breeds from Africa and Asia (●) on the main factorial plane of a PCA combining individual data from Mauritania and other countries

## ■ CONCLUSION

L'analyse de la diversité phénotypique caméline basée sur les seules femelles arrivant à l'abattoir n'a pas permis d'avoir accès à des informations sur les performances laitières mais a eu l'avantage de disposer d'individus provenant de toutes les régions du pays. Les méthodes de classification automatique parviennent toujours à extraire une structure dans un jeu de données. De fait, des phénotypes différents ont pu être identifiés dans notre échantillon. Toutefois, de cet ensemble émergent moins des groupes bien marqués qu'un continuum dans des gabarits aux limites assez floues. On peut certes distinguer des extrêmes entre des individus longilignes et des animaux brévilignes pour faire court, mais cette réalité contrastée recouvre finalement une relative faible variabilité génétique, tant le brassage des gènes a pu être considérable au cours des deux millénaires d'occupation de l'espace mauritanien par une population caméline marquée du sceau de la mobilité. Un tel constat soulève l'urgence, pour une authentique politique de sélection visant l'amélioration de la productivité laitière, de mettre en place un vrai contrôle des performances, tout particulièrement dans les élevages périurbains de Nouakchott qui ont l'avantage de concentrer parmi les meilleures laitières du pays. C'est sur un tel enjeu qu'il incombe désormais aux acteurs de la filière de se concentrer.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de deux projets de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en Mauritanie : UTF/MAU/026/MAU « Projet d'amélioration de la production caméline par la mise en place d'un centre de développement de l'élevage camélin » et TCP/MAU/3703 « Renforcement des capacités techniques de l'Office national de recherche et de développement de l'élevage » (Onardel). Les auteurs remercient Mme Irina Buttoud, représentante de la FAO au bureau de Nouakchott, et M. Suleyman Gueye, coordonnateur du projet, pour leur appui au CMDEC, et le bureau régional à Tunis, en la personne du Dr Mohammed Bengoumi pour ses conseils dans la mise en œuvre des activités. Les auteurs sont également reconnaissants à l'Onardel qui a facilité la logistique pour la réalisation des enquêtes, ainsi qu'au personnel de l'abattoir de Nouakchott qui a donné de son temps pour la contention des animaux.

## Déclaration des contributions des auteurs

MSCA et AKMD ont réalisé les mesures à l'abattoir et saisi les données. MBB et MLH ont coordonné l'étude et contribué à la mise en place de sa logistique. GK a contribué à la formation des enquêteurs et à la valorisation des données dans le cadre de son activité de consultante pour la FAO. BF a réalisé les analyses de données et rédigé l'essentiel de l'article. Tous les auteurs autorisent la soumission de la version finale en vue de sa publication.

## Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

## REFERENCES

- Abdalla E.B., Ashmawy A.E.A., Farouk M.H., Salama O.A., Khalil F.A., Seioudy A.F., 2015. Milk production potential in Maghrebi she-camels. *Small Rumin. Res.*, **123** (1): 129-135, doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.004
- Abdallah H.R., Faye B., 2013. Typology of camel farming system in Saudi Arabia. *Emir. J. Food Agric.*, **25** (4): 250-260, doi: 10.9755/ejfa.v25i4.15491
- Alary V., Faye B., 2016. The camel chains in East Africa- Importance of gaps between the data and the apparent reality. *J. Camelid. Sci.*, **9**: 1-22
- Almathen F., Charruau P., Mohandesan E., Mwaharo J.M., Orozco-Terwengel P., Pitt D., Abdussamad A., et al., 2016. Ancient and modern DNA reveal dynamics of domestication and cross-continental dispersal of the dromedary. *PNAS*, **113** (24): 6707-6712, doi: 10.1073/pnas.1519508113
- Babelhadj B., Benaissa A., Adamou A., Tekkouk-Zemmouchi F., Raache, S., Babelhadj, T., Guintard, C., 2017. Morphozoometric approach of female camels (*Camelus dromedarius*, L.) of the Algerian Sahraoui and Targui populations. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, **70** (2): 65-69, doi: 10.19182/remvt.31483
- Blanc C.P., Hennesser Y., 1989. Zoogeographical approach of the subspecific differentiation of the one-humped. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42**: 573-87, doi: 10.19182/remvt.8766
- Boujenane I., El Khattaby N., Laghouaouta H., Badaoui B., Piro M., 2019. Morphological diversity of female camel (*Camelus dromedarius*) populations in Morocco. *Trop. Anim. Health Prod.*, **51**: 1367-1373, doi: 10.1007/s11250-019-01813-5
- Bulliet R., 1975. *The Camel and the Wheel*. Columbia University Press, New York, United States, 327 p.
- Burger P., Ciani E., Faye B., 2019. Old world camels in a modern world – A balancing act between conservation and genetic improvement. *Anim. Genet. Immunogenet., Mol. Genet. & Function. Genom.*, **50**: 598-612, doi: 10.1111/age.12858
- Chaibou M., Faye B., 2003. Production laitière des chameelles Abzin élevées par les touaregs nomades du Niger. *Atelier Int. sur le lait de chamelle en Afrique*. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey, Niger, 5-8 Nov. 2003, 17-31
- Chniter M., Hammadi M., Khorchani T., Krit R., Benwahada A., Ben Hamouda M., 2013. Classification of Maghrebi camels (*Camelus dromedarius*) according to their tribal affiliation and body traits in southern Tunisia. *Emir. J. Food Agric.*, **25** (8): 625-634, doi: 10.9755/ejfa.v25i8.16096
- Diagana D., 1977. Contribution à l'étude de l'élevage du dromadaire en Mauritanie. Thèse Doct., EISMV Dakar, Sénégal, 149 p.
- Djama M., 1999. Producteurs pastoraux et commerce international- l'évolution des rapports marchands en pays Nord-Somali, In: *Horizons nomades en Afrique sahélienne- Sociétés, développement et démocratie*. A. Bourgeot (Ed), Karthala, Paris, France, 339-353
- Doutressoule G., 1947. *Elevage en Afrique occidentale française*. Larose, Paris, France, 228 p.
- Faye B., 2004. Dairy productivity potential of camels. Proc. of the 34th meeting FAO/ICAR (International Committee for Animal Recording). Session on camelids. Sousse, Tunisie, 28 mai -3 juin 2004, 93-105
- Faye B., Abdallah H., Almathen F., Harzallah B., Al-Mutairi S., 2011. Camel biodiversity. Camel phenotypes in the Kingdom of Saudi Arabia. Camel Breeding, Protection and Improvement Center, project UTF/SAU/021/SAU, FAO publ., Riyadh, Saudi Arabia, 78 p.
- Gatier P.L., 2020. Le chameau de transport dans le Proche-Orient antique. In : *Les vaisseaux du désert et des steppes : les camélidés dans l'Antiquité (Camelus dromedarius et Camelus bactrianus)*. Archéologie(s) 2, MOM Editions, Lyon, France, 235-264, doi: 10.4000/books.momeditions.8592
- Ghiasuddin Shah M., Sarwar Qureshi A., Reissmann M., 2014. Phenotypic and genetic differentiation of Pakistani camel breeds. *Lambert Academic*, Saarbrücken, Germany
- Grigson C., 2012. Camels, copper and donkeys in the early iron age of the southern Levant: Timna revisited. *Levant*, **44**, 82-100, doi: 10.1179/175638012X13285409187919
- Ishag, I. A., Eissa M. O., Ahmed M. K. A., 2011. Phenotypic characteristics of Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). *Livest. Res. Rural Dev.* **23**: 99
- Kamili A., Bengoumi M., Faye B., 2006. Assessment of body condition and body composition in camel by barymetric measurements. *J. Camel Pract. Res.*, **13**(1) : 67-72
- Kane M., 1995. Les races d'animaux élevés en Mauritanie. *Bulletin d'information sur les ressources génétiques animales*. FAO, Rome, Italie, 3-25
- Kohler-Rollefson I., 2011. The camel breeds of India in social and historical perspective. *Anim. Genet. Res.*, **10**: 47-56, doi: 10.1017/S101423390000328X
- Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G., 2009. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *J. Food Compos. Anal.*, **22**: 95-101, doi: 10.1016/j.jfca.2008.09.008
- Lado S., Elbers J.P., Doskocil A., Ciani E., Burger P.A., 2018. Genome-wide diversity and demographic history in the global dromedary population. In: *5th Conference of ISOCARD 'Recent Advances in Camelids: Biology, Health and Production'* (Ed. by A. Sghiri & F. Kichou), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 120-121
- Legesse Y., Dunn C.D., Mauldin M.R., Ordóñez-Garza N., Rowden G.R., Mekasha Gebre Y., Kurtu M.Y., 2018. Morphometric and genetic variation in 8 breeds of Ethiopian camels (*Camelus dromedarius*). *J. Anim. Sci.*, **96**: 4925-4934, doi: 10.1093/jas/sky351
- Agee P., 2015. When was the dromedary domesticated in the ancient Near East? *Zeitschrift für Orient-Archaeol.*, **8**: 253-78

- Mburu D.N., Ochieng J.W., Kuria S.G., Jianlin H., Kaufmann B., Rege J., Hanotte O., 2003. Genetic diversity and relationships of indigenous Kenyan camel (*Camelus dromedarius*) populations: implications for their classification. *Anim. Genet.*, **34** (1): 26-32, doi: 10.1046/j.1365-2052.2003.00937.x
- Ould Belkhir A., Chehma A., Faye B., 2013. Phenotypic variability of two principal Algerian camel's populations (Targui and Sahraoui). *Emir. J. Food Agric.*, **25** (3): 231-237, doi: 10.9755/ejfa.v25i3.15457
- Ould Ahmed M., 2009. Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse Doct., Université en Sciences Agronomiques, INAT, Tunisie, 172 p.
- Pacholek X., Lancelot R., Lesnoff M., Messad S., 2000. Growth performance of camel calves raised in the pastoral zone of Niger. Atelier international sur le chameleon, Ouarzazate, Maroc, 24-26 Oct. 1999, *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **53** (2): 189-197, doi: 10.19182/remvt.9751
- Raziq A., de Verdier K., Younas M., Khan S., Iqbal A., Khan S.M., 2011. Milk composition in the Kohi camel of mountainous Balochistan, Pakistan. *J. Camelid Sci.*, **4**: 49-62
- Ruvinskiy D., Larkin D.M., Farré M., 2019. A near chromosome assembly of the dromedary camel genome. *Front. Genet.*, **10**: 32, doi: 10.3389/fgene.2019.00032
- Schultz U., 2008. El Camello en Lanzarote. ADERLAN, Canarian Island, Spain
- Tandoh G., Gwaza D.S., 2017. Sex dimorphism in the one hump-camel (*Camelus dromedarius*) from selected populations in Nigeria. *J. Appl. Life Sci. Int.*, **15**(3): 1-10, doi: 10.9734/JALSI/2017/37788
- Uerpmann H.P., Uerpmann M., 2002. The appearance of the domestic camel in South-east Arabia. *J. Omani Studies*, **12** : 235-260
- Wardeh M.F., 2004. Classification of the dromedary camels. *J. Camel Science*, **1**: 1-7
- Wilson R.T., 1984. The camel. Longman, London, UK, 223 p.
- Yosef T., Kefelegn K., Mohammed Y.K., Mengistu U., Solomon A., Tadelle D., Han J., 2018. Morphological diversities and eco-geographical structuring of Ethiopian camel (*Camelus dromedarius*) populations. *Emir. J. Food Agric.*, **26** (4) : 371-389, doi: 10.9755/ejfa.v26i4.17021

### Summary

**Diop A.K.M., Chrif Ahmed M.S., Biya M.B., Haki M.L., Konuspayeva G., Faye B.** Comparison of Mauritanian camel phenotypes with the ecotypes from Africa and Asia

In order to assess the phenotypic diversity of camels in Mauritania, body dimensions were measured on 131 adult camels brought to Nouakchott slaughterhouse from all across Mauritania. On average, body measurements (in cm) were  $51.5 \pm 2.0$  (head length),  $21.5 \pm 1.5$  (head width),  $108.4 \pm 6.6$  (neck length),  $65.6 \pm 4.9$  (neck circumference),  $184.7 \pm 8.1$  (height at withers),  $197.8 \pm 8.2$  (chest girth),  $147.1 \pm 9.3$  (body length), and  $76.8 \pm 5.2$  (thigh circumference). After cluster analysis, it was possible to identify five phenotypes ranging from animals with small body size and thin, short necks, to medium-sized animals distinguished by large limbs or heads, and to large, slender animals. Compared to data in the literature, these phenotypes appear to be very close to the breeds described in Maghreb countries and more generally to African breeds, and unlike the Asian breeds, which are taller and more productive. The variability of the Mauritanian phenotypes appeared low, which can be explained by the position of Mauritania, at the western end of the dromedary's range in Africa, an important genetic mixing area with only few divergences made possible by the topography of the country.

**Keywords:** *Camelus* sp., dromedaries, body measurements, phenotypes, ecotypes, genetic variation, Mauritania

### Resumen

**Diop A.K.M., Chrif Ahmed M.S., Biya M.B., Haki M.L., Konuspayeva G., Faye B.** Comparación de fenotipos de camélidos de Mauritania con eco tipos de Africa y de Asia

Con el fin de evaluar la diversidad fenotípica camélida en Mauritania, se realizaron medidas corporales en 131 camellos adultas llevadas en el matadero de Nouakchott, animales provenientes del conjunto del territorio mauritano. Las medidas corporales fueron, en promedio (en cm) de  $51,5 \pm 2,0$  (longitud de la cabeza),  $21,5 \pm 1,5$  (ancho de la cabeza),  $108,4 \pm 6,6$  (longitud del cuello),  $65,6 \pm 4,9$  (circunferencia del cuello),  $184,7 \pm 8,1$  (altura a la cruz),  $197,8 \pm 8,2$  (circunferencia del tórax),  $147,1 \pm 9,3$  (longitud corporal) y  $76,8 \pm 5,2$  (circunferencia del muslo). Mediante una clasificación automática, fue posible identificar cinco fenotipos de animales desde un tamaño pequeño, de complejión pequeña y con un cuello fino y corto, hasta animales esbeltos de gran tamaño, pasando por complejiones de tamaño mediano, diferenciados por el espesor de la cabeza o de los miembros. Al comparar con los datos de la literatura, estos fenotipos parecen próximos de las razas descritas en los países del Magreb y más globalmente a las razas africanas, y se oponen a las razas asiáticas, más grandes y productivas. La variabilidad de los fenotipos mauritanos se reveló de baja amplitud, lo que puede explicarse por la posición de Mauritania, en la extremidad occidental del área de distribución del dromedario en Africa, zona de importante mezcla genética, con poca divergencia debido a la topografía del país.

**Palabras clave:** *Camelus* sp., dromedarios, medición del cuerpo, fenotipos, ecotipos, variación genética, Mauritania

# Comparaison des modèles mathématiques non linéaires et détermination du modèle qui décrit au mieux la croissance de la race Sardi

Mohammed Balafrej <sup>1\*</sup> Abdelatif Sahnoun <sup>1</sup> Mohamed Sadik <sup>2</sup>

## Mots-clés

Ovin, croissance, sélection, modèle mathématique, Maroc

Submitted: 3 September 2019

Accepted: 27 May 2020

Published: 1 December 2020

DOI: 10.19182/remvt.31945

## Résumé

L'objectif de cette étude a été d'identifier le modèle mathématique non linéaire le plus approprié pour décrire la courbe de croissance de la race Sardi. Cette étude a été menée sur un troupeau d'ovins élevé dans la station de sélection de Krakra située à El Borouj au Maroc. Les effectifs comprenaient 763 mâles et 649 femelles correspondant respectivement à 3814 et 3240 observations pour les âges types : naissance, 10 jours, 30 jours, 90 jours et poids adulte. Pour modéliser la relation entre le poids et l'âge, cinq modèles ont été ajustés aux données de croissance, à savoir Brody, Logistic, Gompertz, Von Bertalanffy et Richards. Les modèles de croissance ont été ajustés aux données par la méthode du maximum de vraisemblance. Le critère d'information d'Akaike (AIC), le critère d'information bayésien (BIC) et la déviance ont été utilisés pour comparer la pertinence statistique des différents modèles de croissance. Parmi ces modèles, celui de von Bertalanffy a eu les plus petites valeurs d'AIC, du BIC et de la déviance, indiquant que ce modèle permettait la représentation des données la meilleure pour les deux sexes de cette race. Les paramètres de cette fonction peuvent être utilisés pour définir de nouveaux critères de sélection et améliorer les prévisions de production par une meilleure gestion de l'alimentation.

■ Comment citer cet article : Balafrej M., Sahnoun A., Sadik M., 2020. Comparison of non-linear mathematical models and determination of the model that best describes the growth of the Sardi breed. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 255-261, doi: 10.19182/remvt.31945

## ■ INTRODUCTION

Avec un effectif de 2,1 millions de têtes, la race Sardi constitue une des principales ressources génétiques ovines au Maroc (Boujnane, 2003). Elle a été décrite pour la première fois par Vaysse (1952), comme une race à lunettes, de grand gabarit, d'origine arabe, dont le berceau se situe dans les plateaux de l'Ouest marocain. La hauteur au garrot est presque d'un mètre et le poids adulte chez les mâles dépasse 100 kilogrammes. Ses caractéristiques morphologiques et ses performances de production la prédisposent principalement aux sacrifices

religieux à un âge de plus de six mois et un poids variant de 40 à 70 kilogrammes (Boujnane, 2008). Il est à rappeler que la demande en ovins pour l'Aid El Adha est évaluée à environ cinq millions de têtes par an, ce qui représente environ 62 % de la consommation de viandes ovines au Maroc (Anonyme, 2008).

L'amélioration génétique de cette race obéit à un schéma de sélection en deux étapes : une sélection phénotypique des produits mâles et femelles issus d'animaux identifiés inscrits au livre généalogique de la race, puis une sélection consistant à choisir les meilleurs produits sur la base du contrôle de performances par pesée à des âges types (naissance, 10, 30 et 90 jours) (Boujnane et al., 1995). Les principaux critères et les objectifs de sélection sont définis par le programme officiel de sélection génétique conduit par l'Association nationale ovine et caprine (ANOC) et concernent plus de 85 000 femelles (ANOC, 2018).

Compte tenu des spécificités et de la destination de la Sardi, à savoir l'abattage pour les sacrifices religieux, il existe sûrement d'autres critères de sélection plus intéressants qui pourraient engendrer des progrès génétiques notables pour cette race (Boujnane, 2000). De

1. Direction de développement des filières de production, ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et Forêts, station D'bagh, avenue Hassan II, Rabat Maroc.

2. Ancien directeur de la station d'amélioration génétique ovine Krakra El Borouj, Maroc.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +212 6 67 44 46 72 ; email : balafrejmed@hotmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

nombreux travaux de caractérisation de la Sardi ont été conduits au Maroc (Boujnane et al., 2001) mais, à part l'étude de Janoune et al. (2015), aucun travail n'a été effectué sur la description et la caractérisation de la courbe de croissance de cette race. Janoune et al. (2015) concluent qu'une équation linéaire permet une représentation simple et néanmoins satisfaisante de la courbe de croissance durant la période avant sevrage, de telle sorte qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des formes non linéaires, qu'ils jugent compliquées et difficiles à ajuster. La courbe de croissance est représentée mathématiquement comme une fonction reliant le poids vif à l'âge, couvrant tout ou partie de la durée de vie de l'animal (Daskiran et al., 2010). La croissance biologique peut être définie comme le gain de poids d'un animal jusqu'à ce qu'il atteigne l'âge adulte. Dans les premiers stades de la vie, cette croissance s'accélère et le gain de poids est supérieur à l'approche de l'âge adulte, produisant une courbe sigmoïde. Après le point d'inflexion, la croissance diminue progressivement et la vitesse de croissance devient de plus en plus lente. En biologie animale, les fonctions de croissance ont été utilisées depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Les travaux clés dans le développement de ce concept sont ceux de Gompertz (1825), Brody (1945) et von Bertalanffy (1957).

Du point de vue économique, une croissance maximale pendant la période comprise entre la naissance et l'âge auquel l'animal est abattu pour la boucherie est généralement souhaitée. Cet âge est déterminé par des aspects économiques, comme la taille de la carcasse demandée par les consommateurs, mais aussi par des critères zootechniques comme le niveau d'engraissement dans la carcasse (Lupi et al., 2015). Cette phase de croissance varie d'une race à l'autre en fonction des aspects génétiques et environnementaux. Par ailleurs, l'âge d'abattage est affecté par les aspects culturels sur la base des différences de coutumes régionales.

Le cas de la Sardi fait donc exception à cette approche économique puisque les produits de cette race sont destinés à être abattus pour le sacrifice religieux à un âge avancé (au-delà de six mois) et un poids variant de 40 à 70 kilogrammes. La relation entre l'âge, la vitesse de croissance et la maturité de l'animal peut être étudiée à l'aide de ces modèles non linéaires à des fins de recommandations concernant la production, la sélection génétique et la reproduction. Ces modèles peuvent s'avérer d'une grande utilité pour définir de nouveaux critères de sélection de la Sardi en tenant compte de ses spécificités intrinsèques.

L'objectif de cette étude a été de comparer les modèles mathématiques non linéaires afin de déterminer le modèle qui décrit au mieux la croissance de la Sardi, notamment les performances pondérales, et de proposer des alternatives pour améliorer l'efficacité du programme de sélection de la race. Les paramètres de la courbe peuvent être utilisés pour définir de nouveaux critères sélectifs, améliorer les prévisions de production par une meilleure gestion du calendrier alimentaire et faire correspondre l'alimentation à la production. Il faut noter que dans le cas des ateliers d'engraissement pour l'Aid Al Adha, la problématique est posée en termes de disponibilité des animaux dont le pic des naissances est fin automne début hiver, alors que l'Aid

est mobile dans le temps selon le calendrier lunaire, ce qui pose des problèmes de prévision et de gestion des plans d'alimentation.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude a été conduite sur un troupeau d'ovins de race Sardi élevé à la station de sélection de Krakra située à El Borouj (32° 30' N et 7° 11' O) au sud de la province de Settat. Cette station est située dans un étage bioclimatique semi-aride avec une pluviométrie annuelle moyenne de 250 millimètres par an. Il est à noter que cette localisation correspond au berceau de cette race où le troupeau est conduit de manière extensive à l'instar de la majorité des élevages de la région.

La conduite alimentaire des troupeaux était basée sur le pâturage sur parcours pauvres et jachères, complémenté par un concentré à base de céréales et de tourteau de tournesol. Les performances de production des troupeaux ont été évaluées entre 1991 et 2001 à travers des pesées aux âges types naissance, 10 jours, 30 jours, 90 jours et 480 jours. Dans les effectifs se trouvaient 763 mâles et 648 femelles correspondant respectivement à 3814 et 3240 observations (pesées), soit au total 7054 observations (tableau I).

Les observations aberrantes ont été identifiées indépendamment pour chaque âge en utilisant l'intervalle interquartile qui est souvent utilisé pour trouver des valeurs aberrantes dans les données. Les valeurs aberrantes ont été définies comme des observations situées en dessous de Q1 - 1,5 IQR (Q1 : premier quartile ; IQR : écart interquartile) ou au-dessus de Q3 + 1,5 IQR (Q3 : troisième quartile). Ce concept a été introduit pour la première fois en 1970 (Tukey, 1977 ; Wickham et Stryjewski, 2011). Après élimination des données aberrantes, le nombre d'observations a été réduit à 7018 observations (tableau I).

Par la suite, les individus ayant moins de quatre observations ont été retirés de la base de données ramenant ainsi le nombre total d'observations à 6998 correspondant à 1404 individus. Le tableau II montre les poids moyens aux âges types selon le sexe.

Pour modéliser la relation entre le poids et l'âge pour chaque sexe, cinq fonctions de croissance non linéaires ont été ajustées aux données de

**Tableau I :** Nombre d'observations (Obs) des ovins Sardi après suppression des observations aberrantes /// Number of observations (Obs) of Sardi sheep after removal of outliers

	Situation de départ		Après suppression des Obs aberrantes		Après suppression des individus avec Obs < 4	
	N	Obs	N	Obs	N	Obs
Mâle	763	3 814	763	3 789	757	3 772
Femelle	648	3 240	648	3 229	647	3 226
Total	1 411	7 054	1 411	7 018	1 404	6 998

**Tableau II :** Nombre d'observations (Obs) des ovins Sardi et poids moyen aux âges types selon le sexe /// Number of observations (Obs) of Sardi sheep and average weight at typical ages by sex

Jour	0		10		30		90		480	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Obs	750	641	755	647	757	646	757	647	753	645
Poids moyen (kg)	4,065 ± 0,042	3,819 ± 0,041	6,372 ± 0,069	5,951 ± 0,074	10,715 ± 0,137	9,998 ± 0,136	25,177 ± 0,331	22,689 ± 0,262	66,372 ± 0,611	48,722 ± 0,460

croissance. Le tableau III montre les équations des modèles de croissance utilisés à savoir Brody, Logistic, Gompertz, von Bertalanffy et Richards.

L'interprétation biologique des paramètres de ces équations est la suivante :  $A_0$  est le poids à la naissance ( $t = 0$ ) ;  $A$  est le poids adulte ou à maturité représentant la limite asymptotique de chaque modèle, à mesure que l'âge ( $t$ ) s'approche de l'infini, c'est un poids moyen asymptotique (Brown et al., 1976) ;  $B$  est une constante d'intégration qui n'a aucune interprétation biologique ;  $K$  est la pente de la courbe de croissance et représente le taux de maturation postnatale ; une grande valeur de  $K$  indique l'atteinte du poids adulte à un jeune âge ; et  $M$  est le paramètre déterminant de la courbe du modèle de Richards (Malhado et al., 2009). La vitesse de croissance correspond à la dérivée  $f'(t)$  et le point d'inflexion correspond au point où la tangente traverse la courbe et où il y a changement de concavité. Dans ce cas, la dérivée seconde  $f''(t)$  s'annule en changeant de signe. L'âge d'inflexion est déduit à partir du point d'inflexion  $f[t]$ . La sélection faisant intervenir les points et âges d'inflexion répond aux objectifs de production des ovins destinés à l'abattoir ou la boucherie où le poids de carcasse se situe entre 15 et 17 kilogrammes et un âge d'environ cinq mois, ce qui n'est pas le cas pour la Sardi.

L'estimation préliminaire des paramètres  $A$ ,  $B$ ,  $K$  et  $M$  a été établie à l'aide de la procédure non linéaire NLIN de SAS correspondant au modèle de croissance à effets fixes, afin de déterminer les paramètres de départ du traitement de la procédure NLMIXED. Par la suite, une deuxième estimation a été réalisée avec le modèle à effets mixtes en utilisant cette procédure pour les deux sexes, qui prend en compte l'effet aléatoire associé aux individus. Cet effet aléatoire est dû au fait qu'à chaque individu correspondent potentiellement cinq enregistrements aux âges de pesées. La notation du modèle statistique non linéaire à effet mixte peut être représentée par  $y_{ij} = f(\psi_i, x_{ij}) + g(\psi_i, \sigma, x_{ij}) \mathcal{E}_{ij}$ , où  $f$  représente le modèle structurel décrivant l'évolution du processus modélisé et la fonction  $g$  le modèle d'erreur résiduelle, plus précisément sa variance, et peut dépendre de paramètres supplémentaires  $\sigma$ . Ce modèle suppose que la variabilité entre les sujets est

représentée par le vecteur des paramètres individuels  $\psi_i$ , et que les erreurs  $\mathcal{E}_{ij}$  sont des échantillons aléatoires de la distribution normale centrée réduite, indépendantes de  $\psi_i$  (Comets et al., 2017).

Lorsque  $f$  est non linéaire par rapport aux paramètres  $\psi$ , la notation décrit la forme générale des modèles à effets mixtes non linéaires. Les modèles ont été comparés en utilisant deux critères décrits ci-après.

Hiroto Akaike a dérivé un estimateur de l'espérance (relative) de la distance de Kullback-Leibler basée sur la log-vraisemblance maximisée. Sa mesure, maintenant appelée critère d'information d'Akaike (*Akaike information criterion* ou AIC), a fourni un nouveau paradigme pour la sélection des modèles dans l'analyse des données empiriques (Burnham et al., 2002). L'AIC s'écrit :  $AIC = 2k - 2Ln L$ , où  $k$  est le nombre de paramètres à estimer du modèle et  $L$  le maximum de la fonction de vraisemblance du modèle. L'AIC est une mesure de la qualité d'un modèle statistique. C'est un critère de sélection de modèle basé sur la fonction de vraisemblance. Cette dernière quantifie la probabilité de réalisation ou d'occurrence des observations (i.e. des mesures de poids dans le jeu de données) sous l'hypothèse que le modèle statistique considéré a généré ces observations. Par conséquent, la maximisation de la fonction de vraisemblance détermine les paramètres qui sont le plus susceptibles de produire les données observées. Lorsque l'on estime un modèle statistique, l'ajout d'un paramètre au modèle augmente la vraisemblance de ce modèle. Considérer que le meilleur modèle est celui qui a la plus grande vraisemblance aboutirait à sélectionner un modèle contenant un grand nombre de paramètres. L'AIC permet de pénaliser les modèles en fonction du nombre de paramètres afin de satisfaire le critère de parcimonie. En effet, ce critère est une fonction décroissante de la vraisemblance du modèle et croissante du nombre de paramètres dans le modèle. Au sein d'un ensemble de modèles, on considère que celui qui a le plus petit AIC présente le meilleur compromis entre ajustement du modèle aux données (forte vraisemblance) et parcimonie du modèle (faible nombre de paramètres). Autrement dit, le critère du minimum d'AIC sélectionne un modèle qui explique relativement bien les données avec un nombre de paramètres relativement réduit.

**Tableau III :** Equations retenues pour les modèles de croissance des ovins Sardi et paramètres biologiques qui en découlent // Equations retained for the Sardi sheep growth models and biological parameters derived from them

Modèle	Expression mathématique du modèle $f(t)$	Expression de B	Point d'inflexion	Age d'inflexion	Vitesse de croissance $f'(t)$
Brody, 1945	$A(1 - B e^{-Kt})$	$1 - \left(\frac{A_0}{A}\right)$	N'existe pas	N'existe pas	$K(A - f(t))$
Logistic*	$\frac{A}{(1 + B e^{-Kt})}$	$\left(\frac{A}{A_0}\right) - 1$	$\frac{A}{2}$	$\frac{\ln B}{K}$	$K f(t) \left(1 - \frac{f(t)}{A}\right)$
Gompertz**	$A e^{-B e^{-Kt}}$	$\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)$	$\frac{A}{e}$	$\frac{\ln B}{K}$	$K f(t) \ln\left(\frac{A}{f(t)}\right)$
Von Bertalanffy, 1957	$A(1 - B e^{-Kt})^3$	$1 - \left(\frac{A_0}{A}\right)^3$	$\frac{8}{27} A$	$\frac{\ln 3B}{K}$	$3 K f(t)^2 \left(A^{\frac{1}{3}} - f(t)^{\frac{1}{3}}\right)$
Richards, 1959	$A(1 - B e^{-Kt})^M$	$1 - \left(\frac{A_0}{A}\right)^M$	$A\left(1 - \frac{1}{M}\right)^M$	$\frac{\ln MB}{K}$	$M K f(t)^{\left(1 - \frac{1}{M}\right)} \left(A^{\frac{1}{M}} - f(t)^{\frac{1}{M}}\right)$

\* Nelder, 1961 ; \*\* Winsor, 1932

$A_0$  : poids à la naissance ( $t = 0$ ) ;  $A$  : poids adulte ou à maturité représentant la limite asymptotique de chaque modèle à mesure que l'âge ( $t$ ) s'approche de l'infini ;  $B$  : constante d'intégration, n'a aucune interprétation biologique ;  $K$  : pente de la courbe de croissance, représente le taux de maturation postnatale, une valeur grande indique l'atteinte du poids adulte à un jeune âge ;  $M$  : paramètre déterminant de la courbe du modèle.  $f'(t)$  : vitesse de croissance ; le point d'inflexion correspond au point où la tangente traverse la courbe et où il y a changement de concavité. Dans ce cas,  $f''(t)$  s'annule en changeant de signe. L'âge d'inflexion est déduit à partir du point d'inflexion  $f[t]$  //  $A_0$ : birth weight ( $t = 0$ );  $A$ : adult or maturity weight representing the asymptotic limit of each model as age ( $t$ ) nears infinity;  $B$ : integration constant, has no biological interpretation;  $K$ : slope of the growth curve, represents the rate of maturation, a high value indicates the attainment of adult weight at a young age;  $M$ : determining parameter of the model curve.  $f'(t)$ : growth rate; the point of inflection corresponds to the point where the tangent crosses the curve and there is a change in concavity. In this case,  $f''(t)$  is cancelled by changing sign. The age of inflection is deduced from the inflection point  $f[t]$

Par conséquent, le choix se porte sur le modèle avec l'AIC le plus faible (Cameron et Trivedi, 2005).

Le critère d'information bayésien (BIC) est dérivé de l'AIC et proposé par Schwarz (1978) :  $BIC = -2 \ln(L) + k \ln(N)$  avec  $L$  la vraisemblance du modèle estimée,  $N$  le nombre d'observations dans l'échantillon et  $k$  le nombre de paramètres libres du modèle. A la différence d'AIC, la pénalité dépend de la taille de l'échantillon et non pas seulement du nombre de paramètres. Comme pour l'AIC, on choisit alors le modèle avec le BIC le plus faible.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Performances pondérales

Les poids moyens aux âges types et par sexe sont rapportés au tableau II. Ils étaient élevés par rapport à ceux de la littérature pour la même race mais similaires à ceux obtenus par Chikhi et Boujenane (2003) dans des conditions d'élevage intensif où les animaux étaient

conduits en stabulation permanente avec une alimentation basée sur le foin de luzerne et un mélange d'aliments concentrés. A l'opposé, le troupeau de cette étude a été conduit en élevage extensif basé sur le pâturage à l'instar de la conduite prédominante de la région.

Comparaison des différents modèles de croissance

Les paramètres  $A$ ,  $B$ ,  $K$  et  $M$  ont été estimés pour les modèles de courbe de croissance non linéaire étudiés, ainsi que les AIC, BIC et  $-2 \text{ Log-Likelihood}$  ( $-2 \text{ Log-L}$ ) (tableau IV). En se basant sur ces critères le modèle de von Bertalanffy présente les valeurs de l'AIC, du BIC et de  $-2 \text{ Log-L}$  (déviante) les plus faibles, même si les valeurs de ces critères pour les autres modèles ne sont pas très éloignées du premier modèle. Ainsi, le modèle de von Bertalanffy semble décrire au mieux la courbe de croissance pour les deux sexes de la race Sardi (tableau IV ; figures 1 à 4). Ce résultat concorde avec les modèles développés par Lupi et al. (2015) et Topal et al. (2004) travaillant respectivement sur la race espagnole Segureña et la race Awassi en

Tableau IV : Paramètres d'ajustement des modèles aux données de croissance des ovins Sardi selon le sexe /// Parameters for fitting models to Sardi sheep growth data by sex

Paramètre	Brody		Logistic		Gompertz		Von Bertalanffy		Richards	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
A	87,4503	52,8896	66,8731	48,7166	67,9963	49,047	69,8392	49,5884	71,6003	49,8447
B	0,9539	0,9307	11,6268	8,9131	2,6559	2,4132	0,6001	0,5642	0,8165	0,7439
K	0,00308	0,00508	0,02174	0,02295	0,01104	0,01288	0,008273	0,01017	0,00629	0,00858
M	***	***	***	***	***	***	***	***	1,6789	1,8699
-2 Log-L	19 069	15 272	17 490	13 722	16 092	12 477	15 394	11 927	19 178	13 881
AIC	19 089	15 292	17 510	13 742	16 112	12 497	15 414	11 947	19 208	13 911
BIC	19 135	15 336	17 556	13 787	16 158	12 542	15 460	11 992	19 277	13 978

A : poids adulte ou à maturité ; B : constante d'intégration ; K : pente de la courbe de croissance ; M : paramètre déterminant de la courbe du modèle ; AIC : critère d'information d' Akaike ; BIC : critère d'information bayésien /// A: adult or mature weight; B: integration constant; K: slope of the growth curve; M: determining parameter of the model curve; AIC: Akaike information criterion; BIC: Bayesian information criterion

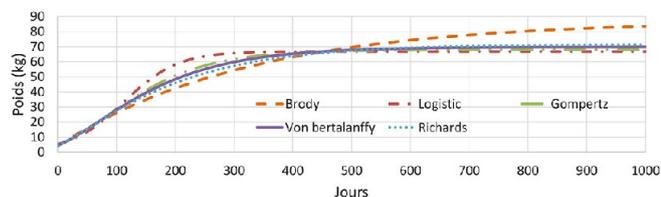


Figure 1 : Courbe de croissance des béliers Sardi selon les modèles retenus /// Growth curve of Sardi rams according to the selected models

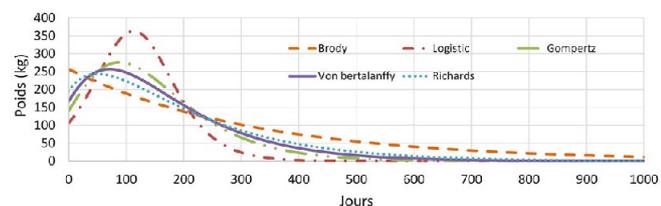


Figure 2 : Evolution de la vitesse de croissance des béliers Sardi selon les modèles retenus /// Evolution of the growth rate of Sardi rams according to the selected models

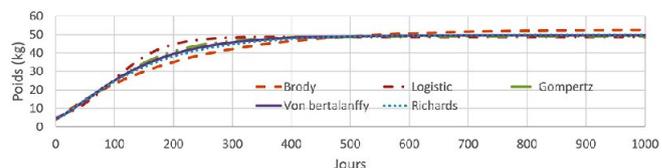


Figure 3 : Courbe de croissance des brebis Sardi selon les modèles retenus /// Growth curve of Sardi ewes according to the selected models

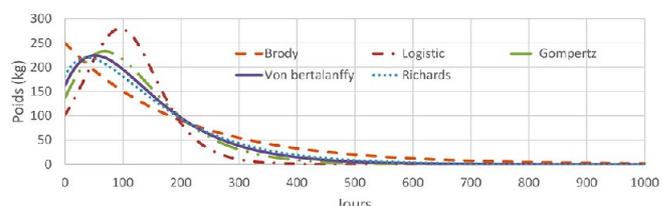


Figure 4 : Evolution de la vitesse de croissance des brebis Sardi selon les modèles retenus /// Evolution of the growth rate of Sardi ewes according to the selected models

Turquie. Enfin, Pittroff et al. (2008), travaillant sur des données de croissance d'un troupeau de la race Targhee aux Etats-Unis, affirment que selon les critères précités le modèle de von Bertalanffy est dans la majorité des cas le mieux indiqué pour décrire la croissance de la race précitée.

Par ailleurs, d'autres études ont conclu qu'une meilleure description de la croissance des races ovines locales pourrait être effectuée par d'autres modèles comme celui de Gompertz pour les agneaux Morkaraman en Turquie (Topal et al., 2004) et le modèle Logistic pour la Santa Inês au Brésil (Silva et al., 2012) et la Norduz en Iran (Daskiran et al., 2010). Aussi, le modèle de Gompertz était le mieux approprié pour décrire la croissance des Nordus (Kum et al., 2010) ainsi que des Scottish Blackface et Texel (Lambe et al., 2006). Pour la race ovine brésilienne Morada Nova, Souza et al. (2013) trouvent que les modèles Meloun I, III et IV (non considérés dans la présente étude), ayant la plus faible valeur de l'AIC et de BIC, montrent une supériorité par rapport aux autres modèles. Pour leur part Gbangboche et al. (2008) trouvent que le modèle de Brody donne la plus faible valeur de l'AIC et semble bien traduire la courbe de croissance de la race Dwarf de l'Ouest africain. Enfin, Behzadi et al. (2014) trouvent que la fonction Brody permet le meilleur ajustement pour les deux sexes de la race Balouchi en Iran. Le tableau V propose une synthèse bibliographique après ajustement des données de croissance des différentes races ovines aux modèles non linéaires.

Dans la présente étude, l'estimation de la constante A qui est le poids adulte ou à maturité des mâles (correspondant à 480 jours) a varié selon les modèles. Pour le modèle retenu de von Bertalanffy ce paramètre était proche de 69,8 kg. Comparé aux autres races, il paraissait largement supérieur à ceux du Texel (40 kg) et du Scottish Blackface (35 kg) rapportés par Lambe et al. (2006), et inférieur à celui de la Segureña (77,5 kg) selon Lupi et al. (2015). Pour les femelles, le poids adulte estimé a été pour la Sardi de 49,7 kg, alors que pour la femelle Segureña il a été de 49,6 kg, traduisant ainsi l'effet de la race et du système d'élevage sur ce paramètre.

**Recherche des points d'inflexion**

Brody (1945) estime que le point d'inflexion de la courbe de croissance coïncide avec le début de la puberté. Cette conclusion est basée sur la modélisation des données de croissance à partir de différentes

espèces avec un modèle non linéaire. Selon ce concept, la période de croissance d'un animal est divisée en deux phases distinctes : la phase autoaccélérée (prépubertaire) et la phase auto-inhibante (post-pubertaire). En considérant que le modèle de von Bertalanffy donnait la meilleure estimation de la courbe de croissance de la Sardi, le point d'inflexion pour cette race se situait autour de 71 jours pour les mâles et 52 jours pour les femelles, pour des poids respectifs de 20,7 et 14,7 kg (tableau VI ; figure 5). Ces chiffres sont très proches des valeurs relevées par Lupi et al. (2015) pour la Segureña, (respectivement 70,4 et 56,6 jours, et 20,6 et 14,5 kg). Cependant, et en désaccord avec la loi de Brody (1945), Pittroff et al. (2008) affirment qu'il n'existe aucune relation entre les paramètres de la courbe de croissance et les indicateurs physiologiques comme la puberté, car leurs travaux montrent que la puberté intervient plus tardivement que le point d'inflexion de la courbe de croissance.

**CONCLUSION**

Les cinq modèles non linéaires, à savoir Brody, Logistic, Gompertz, von Bertalanffy et Richards, ont été ajustés aux données de croissance de la Sardi par la méthode du maximum de vraisemblance. Parmi ces modèles, la fonction de von Bertalanffy avait les plus petites valeurs des critères AIC, BIC et de déviance, indiquant une

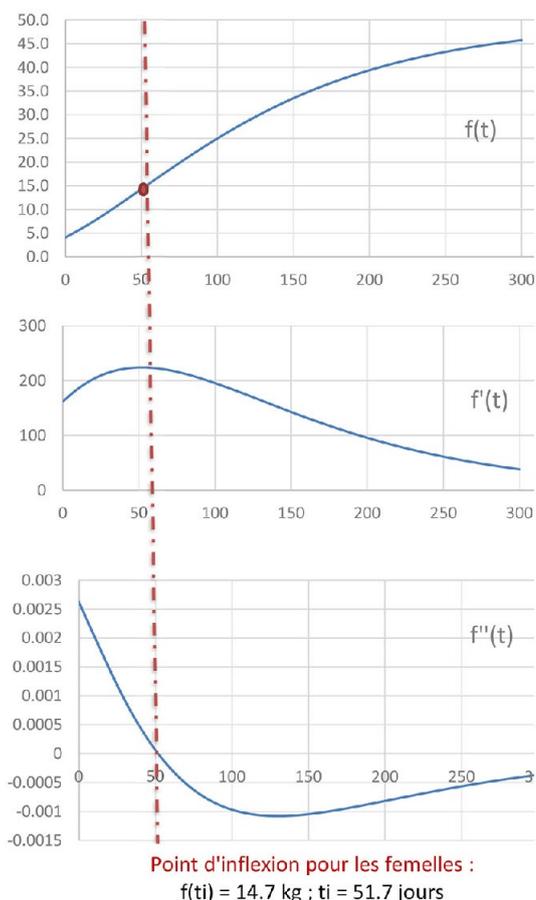
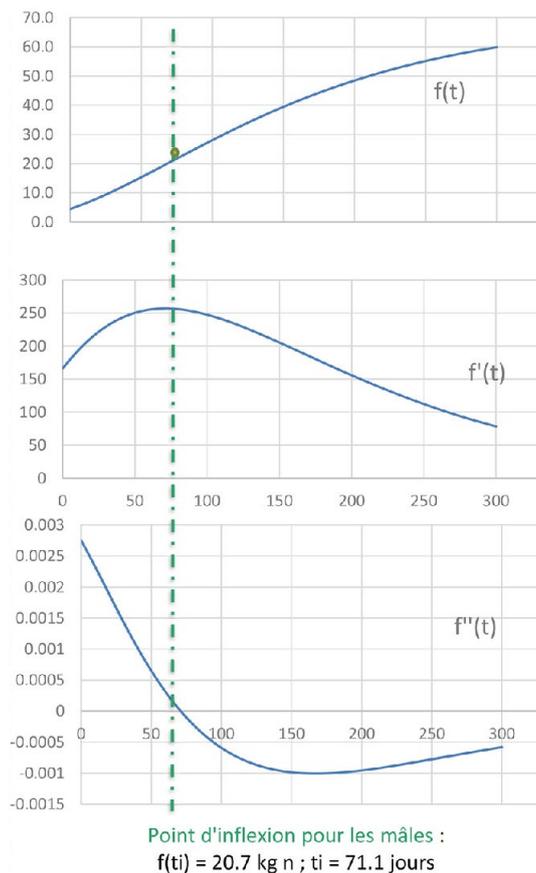
**Tableau VI :** Points d'inflexion de f(t) selon le sexe des ovins Sardi selon les modèles // *Inflection points of f(t) by sex of Sardi sheep according to models*

Modèle	Mâle		Femelle	
	t <sub>i</sub> (jours)	f(t <sub>i</sub> ) (kg)	t <sub>i</sub> (jours)	f(t <sub>i</sub> ) (kg)
Brody	–	–	–	–
Logistic	112,8	33,4	95,3	24,4
Gompertz	88,5	25,0	68,4	18,0
Von Bertalanffy	71,1	20,7	51,7	14,7
Richards	50,1	15,7	38,5	11,9

**Tableau V :** Données de la littérature après ajustement des données de croissance de différentes races ovines aux modèles non linéaires // *Literature data after fitting growth data from different sheep breeds to non-linear models*

Race	Pays	Sexe	Modèle	Paramètre			Auteur
				A	B	K	
Segureña	Espagne	M	Von Bertalanffy	67,707	0,628	0,009	Lupi et al., 2015
		F	Von Bertalanffy	48,877	0,587	0,01	
Locale	Pakistan	M et F	Von Bertalanffy	38,95	0,48	0,2	Aman Ullah et al., 2013
Awassi	Turquie	F	Von Bertalanffy	41,7	0,52	0,01	Topal et al., 2004
Morkaraman		F	Gompertz	41,4	2,06	0,012	
Norduz	Turquie	M	Logistic	51,3	ND	ND	Daskiran et al., 2010
		F	Logistic	47,2	ND	ND	
Naine Ouest africaine	Bénin	M et F	Brody	46,9	0,962	0,0024	Gbangboche et al., 2008
Baluchi	Iran	M	Brody	47,62	0,92	0,007	Behzadi et al., 2014
		F	Brody	43,45	0,92	0,007	

M : mâle ; F : femelle. A : poids adulte ou à maturité ; B : constante d'intégration ; K : pente de la courbe de croissance // *M: male; F: female. A: adult or mature weight; B: integration constant; K: slope of the growth curve*



**Figure 5 :** Représentations graphiques du modèle de von Bertalanffy  $f(t)$  et ses dérivées pour les béliers et les brebis Sardi // Graphical representations of the von Bertalanffy model  $f(t)$  and its derivatives for Sardi rams and ewes

meilleure représentation des données par ce modèle que par les autres modèles considérés pour les deux sexes de cette race. Les paramètres de cette fonction peuvent être utilisés pour définir de nouveaux critères de sélection et améliorer les prévisions de production par une meilleure gestion de l'alimentation. Les critères de sélection doivent être adaptés pour sélectionner des animaux donnant les meilleures performances de croissance à l'abattage tardif. En effet, le poids au point d'inflexion peut correspondre au poids d'abattage si le poids de maturité de la race est élevé (paramètre  $A$ ) ou coïncidant avec une demande du marché orientée vers les carcasses légères. Ceci est le cas pour la Segureña en Espagne pour laquelle les travaux de Lupi et al. (2015) montrent que son poids d'abattage correspond au point d'inflexion de cette race. Par contre, dans le cas de la race Sardi le point d'inflexion est loin de l'objectif d'abattage visant des carcasses lourdes. Par conséquent, il est recommandé de retenir un point dans la courbe de croissance qui s'approcherait de l'âge et du poids d'abattage de cette race, susceptible d'être utilisé dans la sélection de cette race. En effet, il est à rappeler que le poids au point d'inflexion pour le modèle de von Bertalanffy représente environ 30 % du poids asymptotique. Afin de répondre à l'objectif de sélection spécifique à cette race, il est suggéré de déterminer un point de caractérisation situé au-delà du point d'inflexion. En outre, l'adaptation individuelle au modèle de von Bertalanffy montre que les tendances de performance pour certains animaux de la base de données de cette étude peuvent être inversées avec l'évolution de l'âge, ce qui pourrait pénaliser certains individus si on se base uniquement sur le point d'inflexion.

La présente étude devrait être aussi poursuivie par un travail sur des données récentes recueillies sur des animaux issus du troupeau de la station de sélection génétique de Krakra. Le but serait d'évaluer l'importance du progrès de sélection réalisé par les programmes de sélection génétique de la race.

**Déclaration des contributions des auteurs**

MB et AS ont participé à la conception de l'étude, l'analyse, l'interprétation des données et la rédaction de la première version du manuscrit ; MS a procédé à la collecte des données ; tous les auteurs ont participé à la révision critique du manuscrit dont ils ont approuvé la forme actuelle.

**Conflits d'intérêts**

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

**REFERENCES**

ANOC, 2018. Principales races ovines et caprines sélectionnées au Maroc. Association nationale ovine et caprine, Rabat, Maroc

Anonyme, 2008. Situation prévisionnelle d'approvisionnement du marché des animaux ; Direction de l'Élevage, Ministère de l'Agriculture, Rabat, Maroc

Behzadi B.M.R., Aslaminejad A.A., Sharifi A.R., Simianer H., 2014. Comparison of Mathematical models for describing the growth of Baluchi sheep. *J. Agr. Sci. Tech.*, **14**: 57-68

Boujnane I., Ait Bihi N., Boukallouche A. 1995. Amélioration génétique des ovins au Maroc. In: Gabiña D. (ed.). *Strategies for sheep and goat breeding*. Zaragoza: CIHEAM, 109-119, (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 11)

Boujnane I., 2000. Séminaire de l'AMPA sur l'amélioration génétique au service de l'élevage ovin, Rabat, Maroc, 24-25 Nov. 2000

Boujnane I., 2008. Technique d'engraissement des agneaux. Transfert de technologie, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Rabat, Maroc

Boujnane I., M'Zian S., Sadik M., 2001. Estimation des paramètres génétiques et phénotypiques de la croissance des ovins de race Sardi. *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)*, **21** (3): 177

- Brody S., 1945. Bioenergetics and Growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals. V. 1044, Hafner publishing company, New York, USA, 499 p.
- Brown J.E., Fitzhugh Jr. H.A., Cartwright T.C., 1976. A Comparison of Non Linear Models for Describing Weightage Relationships in Cattle. *J. Anim. Sci.*, **42**: 810-818, doi: 10.2527/jas1976.424810x
- Burnham K.P., Anderson D.R., 2002. Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 2nd Edition, V 488, Springer-Verlag, New York, USA, 60-61
- Chikhi A., Boujnane I., 2003. Characterization of the Sardi Sheep Breed in Morocco. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop.*, **56** (3-4): 187-192, doi : 10.19182/remvt.9863
- Cameron A.C., Trivedi P.K., 2005. Microeconometrics: Methods And Applications, Cambridge University Press, USA, 1056 p, doi: 10.1017/CBO9780511811241
- Daskiran I., Koncagul S., Bingol M., 2010. Growth characteristics of indigenous Norduz female and male lambs. *J. Agric. Sci.*, **16**: 62-69, doi: 10.1501/Tarimbil\_0000001122
- Comets E., Lavenue A., Lavielle M., 2017. Parameter Estimation in Nonlinear Mixed Effect Models Using saemix, an R Implementation of the SAEM Algorithm. *J. Stat. Softw.*, **80** (3), doi: 10.18637/jss.v080.i03
- Gbangboche A.B., Glele-Kakai R., Salifou S., Albuquerque L.G., Leroy P.L., 2008. Comparison of non-linear growth models to describe the growth curve in West African Dwarf sheep. *Anim: Internat. J. Anim. Biosci.*, **2**: 1003-1012, doi: 10.1017/S1751731108002206
- Gompertz B., 1825. On the nature of the function of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Phil. Trans. R. Soc.*, **115**: 513-583, doi: 10.1098/rstl.1825.0026
- Janoune A., Boujnane I., Derqaoui L., 2015. Genetic analysis of live weight of sardi sheep using random regression and multi-trait animal models. *Small Rumin. Res.*, **130**: 1-7, doi: 10.1016/j.smallrumres.2015.06.015
- Kum D., Karakus K., Ozdemir T., 2010. The best non-linear function for body weight at early phase of Norduz femal lambs. *Trakia J. Sci.*, **8** (2): 62-67
- Lambe N.R., Navajas E.A., Simm G., Büniger L., 2006. A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. *J Anim. Sci.*, **84** (10): 2642-2654, doi: 10.2527/jas.2006-041
- Lupi T.M., Nogales S., Leon J.M., Barba C., Delgado V. 2015. Characterization of commercial and biological growth curves in the Segureña sheep breed. *Animal*, 1-8, doi: 10.1017/S1751731115000567
- Malhado C.H.M., Carneiro P.L.S., Affonso P.R.A.M., Souza A.A.O., Sarmento J.L.R., 2009. Growth curves in Dorper sheep with crossed with the local Brazilian Breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. *Small Rumin. Res.*, **84** (1-3): 16-21, doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.04.006
- Nelder J.A., 1961. The fitting of a generalization of the logistic curve, *Biometrics*, **17**, 89-110, doi: 10.2307/2527498
- Pitroff W., Dahm F., Keisler D., Cartwright T.C., 2008. Onset of puberty and the inflection point of the growth curve in sheep-Brody's law revisited. *J. Agric. Sci.*, **146** (3): 239-250, doi: 10.1017/S0021859608007806
- Richards F.J., 1959. A flexible growth function for empirical use, *J. Exp. Bot.*, **10**: 290-300, doi: 10.1093/jxb/10.2.290
- Schwarz G., 1978. Estimating the dimension of model. *Ann. Statist.*, **6** (2): 461-464, doi: 10.1214/aos/1176344136
- Silva L.S.A., Fraga A.B., Silva F.L., Beelena P.M.G., Silva R.M.O., Tonhatic H., Barrosa C.C., 2012. Growth curve in Santa Inês sheep. *Small Rumin. Res.* **105** (1-3): 182-185, doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.11.024
- Souza L.A., Carneiro P.L.S., Malhado C.H.M., Silva F.F., Silveira F.G., 2013. Traditional and alternative nonlinear models for estimating the growth of Morada Nova sheep. *Rev. Bras. Zootec.*, **42** (9) : 651-655, doi: 10.1590/S1516-35982013000900007
- Topal M., Ozdemir M., Aksakal V., Dogru U., 2004. Determination of the best non-linear function in order to estimate growth in Morkaraman and AwAssi lambs. *Small Rumin. Res.*, **55** (1-3): 229-232, doi: 10.1016/j.smallrumres.2004.01.007
- Tukey J.W., 1977. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Mass. — Menlo Park, Cal., London, Amsterdam, Don Mills, Ontario, Sydney 1977, XVI, 688 S. doi: 10.1002/bimj.4710230408
- Vaysse J., 1952. L'élevage au Maroc. Presse des imprimeries Réunies, Casablanca, Maroc
- Von Bertalanffy L., 1957. Quantitative laws in metabolism and Growth. *Quart. Rev. Biol.*, **32** (3), doi: 10.1086/401873
- Wickham H., Stryjewski L., 2011. 40 years of boxplots. 17 p.
- Winsor C.P., 1932. The Gompertz curve as a growth curve. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **18** (1): 1-8, doi: 10.1073/pnas.18.1.1

## Summary

**Balafrej M., Sahnoun A., Sadik M.** Comparison of non-linear mathematical models and determination of the model that best describes the growth of the Sardi breed

The objective of this study was to identify the most appropriate non-linear mathematical model to describe the growth curve of the Sardi breed. This study was conducted on a flock of sheep reared in the Krakra breeding station located in El Borouj, Morocco. The flock included 763 males and 649 females corresponding respectively to 3814 and 3240 observations for the following typical ages: birth, 10 days, 30 days, 90 days and adult weight. To model the relationship between weight and age, five models were fitted to the growth data, i.e. Brody, Logistic, Gompertz, von Bertalanffy, and Richards. The growth models were fitted to the data using the maximum likelihood method. The Akaike information criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC) and deviance were used to compare the statistical relevance of the different growth models. Among these models, von Bertalanffy's function had the lowest values of AIC, BIC and deviance, indicating that this model provided the best representation of data for both sexes of this breed. The parameters of this function can be used to define new selection criteria and improve production predictions through better feed management.

**Keywords:** sheep, growth, selection, mathematical models, Morocco

## Resumen

**Balafrej M., Sahnoun A., Sadik M.** Comparación de los modelos matemáticos no lineales y determinación del modelo que mejor describe el crecimiento de la raza Sardi

El objetivo del presente estudio fue el de identificar el modelo matemático no lineal más apropiado para describir la curva de crecimiento de la raza Sardi. Este estudio se llevó a cabo en un hato de ovinos criados en la estación de selección de Krakra, situada en Borouj, en Marruecos. Los efectivos incluyeron 763 machos y 649 hembras correspondiendo respectivamente a 3812 y 3240 observaciones para las siguientes edades tipo: nacimiento, 10 días, 30 días, 90 días y peso adulto. Para modelar la relación entre el peso y la edad, se ajustaron cinco modelos a los datos de crecimiento, es decir Brody, Logistic, Gompertz, von Bertalanffy y Richards. Los modelos de crecimiento se ajustaron a los datos mediante el método de máxima similitud. El criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de información bayesiano (BIC) y la desviación fueron utilizados para comparar la pertinencia estadística de los diferentes modelos de crecimiento. Entre estos modelos, la función de von Bertalanffy presentó los valores más pequeños de AIC, de BIC y de la desviación, indicando que este modelo permitió la mejor representación de los datos para los dos sexos de esta raza. Los parámetros de esta función pueden ser utilizados para definir nuevos criterios de selección y mejorar las previsiones de producción para una mejor gestión de la alimentación.

**Palabras clave:** ovinos, crecimiento, selección, modelos matemáticos, Marruecos



# Efficacité d'un traitement intravaginal à base de progestérone chez des vaches croisées *Bos indicus* x *Bos taurus*

Justin Kouamo <sup>1\*</sup> Iliassou <sup>1</sup> Souley Hayatou <sup>2</sup>  
Victor Ngu Ngwa <sup>1</sup> Camille Teitsa Zangue <sup>1</sup>

## Mots-clés

*Bos indicus*, *Bos taurus*, Goudali, Charolais, produit de croisement, ovulation induite, insémination artificielle, Cameroun

Submitted: 27 January 2020  
Accepted: 8 September 2020  
Published: 25 January 2021  
DOI: 10.19182/remvt.31947

## Résumé

L'étude a eu pour objectif d'évaluer l'efficacité d'un traitement combiné à base de progestérone intravaginale sur l'induction de l'œstrus de femelles croisées au Cameroun. Un total de 116 vaches Goudali (*Bos indicus*) x Charolaises (*Bos taurus*) ayant mis bas au moins une fois, sans antécédent pathologique, avec une note d'état corporel supérieure à 2, ont été sélectionnées dans des élevages du département de la Vina (arrondissement de Nyambaka). Elles ont été rassemblées dans un ranch et réparties en lots de 10 animaux. Le protocole d'induction et de synchronisation des chaleurs a consisté en la pose d'un dispositif intravaginal à base de progestérone (Prid Delta) pendant huit à neuf jours. Vingt-quatre heures avant son retrait, une injection de cinq millilitres de prostaglandine F2 $\alpha$  (Dinoprost, Enzaprost) a été administrée. Au moment du retrait, 500 UI de gonadotropine chorionique équine ont été injectées. Cinquante-six heures après le retrait, l'insémination a été effectuée à heure fixe avec de la semence de taureaux Gyr et Brahman. Les taux d'induction de l'œstrus et de synchronisation, de rétention du dispositif intravaginal, de gravidité en première insémination, de fécondité, et d'avortement ont été respectivement de 100 %, 100 %, 56,0 %, 51,7 %, et 4,3 % (en % des vaches traitées). Le Prid Delta s'est révélé efficace pour l'induction des chaleurs et l'obtention de gravidités chez les vaches Goudali x Charolaises.

■ Comment citer cet article : Kouamo J., Iliassou, Hayatou S., Ngu Ngwa V., Teitsa Zangue C., 2020. Efficacy of an intravaginal progesterone treatment in crossbred *Bos indicus* x *Bos taurus* cows. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 263-268, doi: 10.19182/remvt.31947

## ■ INTRODUCTION

L'élevage bovin au Cameroun occupe une place importante dans le système de production animale avec environ sept millions de têtes. Les bovins représentent 10 % du cheptel global des animaux dans

le pays (Minepia, 2015). Toutefois, la productivité du cheptel reste faible avec des limites d'ordre génétique, zootechnique, sanitaire et de faibles performances de reproduction (Ebangi et al., 2011). Depuis quelques années, les chercheurs de la zone tropicale et subtropicale ont tenté par différents moyens d'augmenter l'efficacité des troupeaux bovins en vue de couvrir les besoins en lait et en viande d'une population dont le taux de croissance est parmi les plus élevés au monde. Les bovins locaux camerounais sont élevés selon un mode traditionnel avec peu de programmes d'amélioration génétique, et en particulier peu de recours à l'insémination artificielle (IA). Cette dernière a été introduite pour la première fois en Afrique en 1935 au Kenya, puis s'est généralisée dans toute l'Afrique subsaharienne à la faveur de différents projets d'amélioration génétique (Kouamo et al., 2009).

1. Ecole des sciences et de médecine vétérinaire, Université de Ngaoundéré, BP 454, Ngaoundéré, Cameroun.

2. CAMVET-CO SARL, Ngaoundéré, Cameroun.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +237 675 37 69 54 ; email: justinkouamo@yahoo.fr



L'IA est peu utilisée au Cameroun alors qu'elle peut être proposée pour augmenter les performances de production bouchère et/ou laitière des races bovines adaptées à la zone tropicale soudano-sahélienne. Malheureusement, la mise en œuvre des programmes d'amélioration génétique par l'IA se heurte à des difficultés diverses notamment la détection des chaleurs et la détermination de la période la plus indiquée pour l'insémination. En effet, les races bovines présentes au Cameroun ont des chaleurs naturelles discrètes et brèves, qui passent souvent inaperçues. Plusieurs protocoles hormonaux conçus pour l'induction, la synchronisation des chaleurs et l'insémination sans détection des chaleurs chez les bovins, à base notamment de progestérone, prostaglandine (PGF2 $\alpha$ ) et gonadotrophine chorionique équine (eCG), permettraient de contourner les difficultés liées à la détection de l'œstrus et de regrouper les opérations de surveillance et d'insémination.

L'objectif de ce travail était d'évaluer les effets d'un tel traitement sur des vaches camerounaises dans un programme d'amélioration génétique. Plus spécifiquement, il s'agissait d'évaluer l'induction et la synchronisation des chaleurs ainsi que le taux de réussite de l'insémination par un protocole progestérone-PGF2 $\alpha$ -eCG chez les femelles croisées Goudali (*Bos indicus*) x Charolaises (*Bos taurus*) ; il s'agissait aussi de déterminer les facteurs de variation du taux de réussite de l'IA.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

L'étude a été réalisée entre décembre 2015 et août 2018 dans la région de l'Adamaoua, département de la Vina, arrondissement de Ngaoundéré 1<sup>er</sup>. L'Adamaoua est située au centre du Cameroun, entre 6 et 8° N, avec des précipitations moyennes annuelles d'environ 1500 millimètres, et une température moyenne variant de 15 à 29 °C.

### Sélection et conduite des vaches

La présélection des vaches croisées Goudali x Charolaises (n = 160) s'est faite dans l'arrondissement de Nyambaka, département de la Vina, puis les femelles retenues (n = 116) ont été transférées dans un même ranch de Ngaoundéré 1<sup>er</sup> et préparées pour le traitement. Les critères de sélection des animaux étaient un examen clinique sans anomalie, une note d'état corporel supérieure à 2 sur une échelle de 1 à 5 (Ferguson et al., 1994) et l'absence d'antécédent pathologique (avortement, dystocie).

Les animaux étaient conduits selon un mode semi-extensif avec huit heures de pâture par jour. Une complémentation était faite uniquement en saison sèche avec une ration à base de tourteaux et de coques de coton, respectivement 1 kg et 2 kg par animal et par jour. Le sel était distribué en toute saison. Avant l'arrivée au ranch, les vaches sélectionnées étaient vaccinées contre la pasteurellose (Pastovax), la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) (Perivax), la maladie nodulaire contagieuse (Nodulovax), le charbon symptomatique (Symptovax), et déparasitées à base d'ivermectine (Cevamec 1 %) et de nitroxylin (Ditrox). A cela, a été ajouté un traitement insecticide et acaricide à base de cyperméthrine (Eradik) deux fois par semaine en saison des pluies et une fois en saison sèche. Aucun taureau ni taurillon n'était présent dans la ferme durant toute l'étude, afin d'empêcher toute reproduction non contrôlée.

### Protocole d'induction, de synchronisation de l'œstrus et insémination artificielle

Toutes les vaches sélectionnées ont été soumises à un diagnostic de non-gravidité par palpation transrectale avant la mise en œuvre du protocole d'induction et de synchronisation des chaleurs. Ce protocole consistait en la pose d'un dispositif intravaginal imbibé de 1,55 g

de progestérone Prid Delta (Ceva santé animale, Libourne, France) laissé en place pendant 8–9 jours ; 24 h avant son retrait, une injection intramusculaire (IM) de 5 ml (25 mg/animal) de prostaglandine F2alpha (Dinoprost, Enzaprost Ceva santé animale) a été effectuée. Au moment du retrait, une injection de 500 UI d'eCG (Syncro-Part PMSG Ceva santé animale) a été faite par voie IM. Les vaches ont été inséminées de façon systématique (à temps fixe) 56 heures après le retrait du dispositif intravaginal avec de la semence congelée des races Gyr (n = 46) et Brahman (n = 70) en provenance du Brésil. Entre le retrait du dispositif et l'IA, les chaleurs ont été observées trois fois par jour (matin, midi et soir) et les signes exprimés par les vaches ont été notés. Durant tout le processus d'IA, les données intrinsèques à l'animal inséminé (âge, poids, note d'état corporel [NEC] à la sélection sur une échelle de 0 à 5, nombre de lactations et nombre de mois post-partum), et extrinsèques (race du géniteur, taureau géniteur, lieu de dépôt de la semence [1 = vagin, 2 = col de l'utérus, 3 = corps de l'utérus], intervalle pose-retrait du Prid Delta en jours, intervalle retrait Prid Delta-IA en heures et saison) ont été collectées.

### Diagnostic de gravidité et suivi après l'insémination artificielle

Deux mois après l'IA, un diagnostic de gravidité a été effectué par palpation transrectale et les gravidités ont été suivies jusqu'aux mises bas, permettant le calcul de leur durée. Les données relatives aux taux d'induction, de synchronisation, de gravidité, d'avortement, de vêlage et de fécondité ont été obtenues à partir des formules présentées dans le tableau I.

### Analyse des données

Les données collectées ont été saisies dans le tableur Microsoft Excel 2013 et analysées avec le logiciel SPSS 23.0 pour Windows. Le test du Khi carré a permis d'évaluer l'effet des facteurs intrinsèques et extrinsèques à la vache sur le taux de réussite de l'IA. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Les différences ont été considérées comme significatives pour des valeurs p inférieures à 5 %.

**Tableau I** : Formules utilisées pour le calcul de paramètres pour l'induction de l'œstrus et l'insémination artificielle /// *Formulas used for calculating parameters for estrus induction and artificial insemination*

Paramètre	Formule
Taux d'induction	$\frac{\text{Nb. de femelles venues en chaleurs}}{\text{Nb. de femelles traitées}} \times 100$
Taux de synchronisation	$\frac{\text{Nb. femelles traitées ayant gardé dispositif intravaginal}}{\text{Nb. de femelles traitées}} \times 100$
Taux de gravidité	$\frac{\text{Nb. de vaches gravides à 2 mois}}{\text{Nb. de vaches inséminées}} \times 100$
Taux d'avortement	$\frac{\text{Nb. de vaches gestantes ayant perdu leur petit}}{\text{Nb. de vaches inséminées}} \times 100$
Taux de vêlage	$\frac{\text{Nb. de femelles ayant mis bas}}{\text{Nb. de femelles inséminées}} \times 100$
Taux de fécondité	$\frac{\text{Nb. de veaux vivants}}{\text{Nb. de vaches inséminées}} \times 100$

■ RESULTATS

Au total, 116 inséminations artificielles ont été effectuées pendant la période d'étude. Les moyennes (± écart-type) du poids, de l'âge et du nombre de mois post-partum des femelles sélectionnées étaient respectivement de 331,3 ± 51,6 kg, 7,4 ± 2,1 ans et 7,0 ± 0,4 mois (tableau II).

Sur les 116 synchronisations des chaleurs, aucune vache n'a perdu son système intravaginal entre J0 (jour de la pose) et J9 (jour du retrait),

**Tableau II** : Caractéristiques des vaches croisées *Bos indicus* x *Bos taurus* /// Characteristics of *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred cows

	Données discrètes		
	Age (ans)	Nb. de mois post-partum	Poids (kg)
Moy. ± ET (min-max)	7,4 ± 0,2 (4-5)	7,0 ± 0,4 (2-24)	331,3 ± 4,8 (200-461)
	Données regroupées en classes		
	Modalité	Effectif	(%)
Age (années)	≤ 5	15	12,9
	] 5-10]	93	80,2
	>10	8	6,9
Note d'état corporel	3	100	86,2
	> 3	16	13,8
Nb. de lactations	[1-4[	82	70,7
	[4-6]	34	29,3
Nb. de mois post-partum	[3-10]	97	83,6
	>10	19	16,4

Moy. ± ET (min-max) : moyenne ± écart type (minimum-maximum) /// Moy. ± ET (min-max): mean ± standard deviation (minimum-maximum)

soit un taux de rétention de 100 %. La présence de glaire au niveau de la vulve et une hypertonicité utérine à la palpation transrectale ont été observées chez 100 % des femelles. De même, elles ont toutes chevauché leurs congénères. Les taux d'induction et de synchronisation étaient de 100 %.

Deux mois après l'IA, 65 gravidités ont été diagnostiquées, soit un taux de gravidité en première insémination de 56 % (tableau III).

De l'insémination au vêlage, le taux d'avortement clinique (perte du fœtus constatée) a été de 4,3 %.

Le nombre de veaux nés vivants a été de 60 à l'issue de l'IA, soit un taux de fécondité de 51,7 %.

La durée moyenne de gravidité a été de 277,1 ± 7,6 jours, avec 26,7 % (n = 16), 60 % (n = 36) et 13,3 % (n = 8) des animaux ayant présenté respectivement une durée inférieure à 270 jours, entre 270 et 285 jours et supérieure à 285 jours.

Les taux de gravidité et de vêlage n'ont pas été influencés par les facteurs intrinsèques étudiés (p > 0,05), tandis que la durée de gravidité a été significativement longue chez les femelles âgées de 5 à 10 ans et chez celles chez lesquelles le traitement a été mis en place plus de 10 mois après le vêlage (p < 0,05) (tableau III).

Le tableau IV montre que la durée de la gravidité était significativement plus longue chez les vaches dont l'intervalle pose-retrait du Prid Delta était de neuf jours, la semence était déposée dans le col de l'utérus lors de l'IA, et l'insémination avait eu lieu en saison des pluies (p < 0,05). Les facteurs extrinsèques n'ont eu aucune influence sur les taux de gravidité et de vêlage (p > 0,05).

Sur les 60 naissances, 63,3 % étaient des mâles (23 Brahman et 15 Gyr) contre 36,7 % de femelles (10 Brahman et 12 Gyr) (p = 0,29). Le poids moyen à la naissance des femelles (23,5 ± 0,7 kg) était significativement inférieur à celui des veaux mâles (24,8 ± 0,9 kg) (p < 0,05). Les poids moyens à la naissance des veaux issus des vaches inséminées avec des semences de Brahman (24,5 ± 0,7 kg) et Gyr (23,5 ± 0,8 kg) n'étaient pas significativement différents.

**Tableau III** : Influence des facteurs intrinsèques sur les taux de gravidité, de vêlage, et sur la durée de gravidité des vaches *Bos indicus* x *Bos taurus* /// Influence of intrinsic factors on pregnancy and calving rates, and pregnancy duration of *Bos indicus* x *Bos taurus* cows

Facteur	Effectif	Gravidité			Vêlage			Durée de gravidité (jours)		
		n	%	p	n	%	p	n	Moy. ± ESM	P
Classe d'âge (ans)										
≤ 5	15	9	60,0	0,49	9	60,0	1,24	9	268,5 <sup>a</sup> ± 1,9	0,002
]5-10]	93	50	53,8		45	48,4		45	278,8 <sup>b</sup> ± 1,0	
> 10	8	6	75,0		6	75,0		6	277,3 <sup>ab</sup> ± 2,6	
Note d'état corporel										
3	100	56	56,0	0,99	51	51,0	1,00	51	277,4 ± 1,1	0,45
> 3	16	9	56,2		9	56,2		9	275,7 ± 2,6	
Nb. de lactations										
[1-4[	82	44	53,6	0,42	41	50,0	0,93	41	276,0 ± 1,2	0,11
[4-6]	34	21	61,8		19	55,9		19	279,5 ± 1,7	
Nb. de mois post-partum										
[3-10]	97	56	57,7	0,41	51	52,6	0,85	51	276,1 <sup>a</sup> ± 1,1	0,02
>10	19	9	47,4		9	47,4		9	282,5 <sup>b</sup> ± 1,3	

Moy. ± ESM : moyenne ± erreur standard de la moyenne ; <sup>a,b</sup> Sur une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes diffèrent significativement (p < 0,05) /// Moy. ± ESM: mean ± standard deviation of the mean; <sup>a,b</sup> On the same column, the values followed by different letters differ significantly (p < 0,05)

**Tableau IV** : Influence des facteurs extrinsèques sur les taux de gravidité, de vêlage, et sur la durée de gravidité des vaches *Bos indicus* x *Bos taurus* /// Influence of extrinsic factors on pregnancy and calving rates, and pregnancy duration of *Bos indicus* x *Bos taurus* cows

Facteur	Effectif	Gravidité			Vêlage			Durée de gravidité		
		n	%	p	n	%	p	n	Moy. ± ESM	p
Race du géniteur										
Brahman	70	36	51,4	0,22	33	47,1	0,31	33	278,3 ± 1,4	0,13
Gyr	46	29	63,0		27	58,7		27	275,6 ± 1,3	
Taureau géniteur										
854269COCHISE	46	29	60,0	0,41	27	58,7	0,59	27	275,6 ± 1,3	0,28
CANADIAN SIX X	58	29	50,0		26	44,8		26	278,9 ± 1,4	
MADDOX MANSO	12	7	58,3		7	58,3		7	276,1 ± 4,1	
Lieu de dépôt de la semence										
2 (col de l'utérus)	40	21	52,5	0,58	20	50,0	0,49	20	278,6 <sup>b</sup> ± 1,2	0,02
3 (corps de l'utérus)	76	44	57,9		40	52,6		40	274,1 <sup>a</sup> ± 1,4	
Intervalle pose-retrait Prid Delta (jours)										
8	50	29	58,0	0,71	29	58,0	0,28	29	274,7 <sup>a</sup> ± 1,2	0,005
9	66	26	54,5		31	46,9		31	279,4 <sup>b</sup> ± 1,4	
Intervalle retrait Prid Delta – IA (heures)										
< 56	22	15	68,2	0,10	14	63,6	0,03	14	278,5 ± 1,4	0,58
[56–57[	28	14	50,0		13	46,4		13	276,7 ± 2,0	
[57–58]	44	20	45,4		19	43,2		19	275,1 ± 2,3	
> 58	22	16	72,7		14	63,6		14	278,8 ± 1,8	
Saison										
Pluvieuse (avril-octobre)	44	24	54,5	0,80	21	47,7	0,32	21	281,8 <sup>a</sup> ± 1,1	0,001
Sèche (novembre-mars)	72	41	56,9		39	54,2		39	274,6 <sup>b</sup> ± 1,2	

Moy. ± ESM : moyenne ± erreur standard de la moyenne ; IA : insémination artificielle ; <sup>a,b</sup> Sur une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes diffèrent significativement ( $p < 0,05$ ) /// Moy. ± ESM: mean ± standard deviation of the mean; IA: artificial insemination; <sup>a,b</sup> On the same column, the values followed by different letters differ significantly ( $p < 0,05$ )

## ■ DISCUSSION

Les taux d'induction et de synchronisation suite au traitement au Prid Delta ont été comparables à ceux obtenus par Kouamo et al. (2014) chez les femelles zébus Gobra, et les croisées F1 Gobra x Holstein et Gobra x Montbéliard traitées à l'aide du Prid classique. Ils ont été supérieurs à celui obtenu par Okouyi et Hanzen (2016) chez des vaches N'Dama avec le dispositif intravaginal CIDR (37,5 %) contenant 1,38 g de progestérone. O'Hara et al. (2016) montrent que l'administration d'eCG chez les génisses entraînerait une augmentation de la surface du tissu lutéal et des concentrations élevées de progestérone et d'œstradiol sanguin. De plus, la pose d'un dispositif Prid Delta entraînerait une augmentation de la concentration de progestérone chez ces femelles. Ainsi, une injection d'eCG au moment du retrait du Prid Delta permettrait non seulement d'accroître la production d'œstrogènes à partir du follicule, mais aussi de produire un taux de progestérone sanguin suffisant pour diminuer en début de gravidité le taux de mortalité embryonnaire précoce. Dans notre étude, l'injection de 500 UI d'eCG à la fin du traitement a permis d'induire efficacement l'œstrus chez les vaches Goudali x Charolaises. Leur note d'état corporel (NEC) supérieure ou égale à 3 favorisait une bonne efficacité lors de la mise à la reproduction. En effet, l'efficacité de l'IA dépend de la NEC des vaches au moment de l'IA (Grimard et al., 2003).

Le taux de gravidité de 56 % obtenu chez les femelles Goudali x Charolaises a été comparable à celui rapporté par Bayemi et al. (2014) chez les zébus au Cameroun (52 %), et supérieur à celui de Zongo et al. (2012) chez les zébus Goudali au Burkina Faso (43 %). Ceci pourrait s'expliquer par la participation d'inséminateurs ayant des techniques différentes, un protocole de synchronisation différent

(implant et spirale) et par un intervalle retrait spirale-IA qui a varié d'une campagne à l'autre (Kouamo et al., 2014). Wiltbank et al. (2004) montrent qu'une association GnRH, PGF2 $\alpha$ , progestérone et œstradiol permettrait le retour des chaleurs des femelles en anœstrus avec un taux de gravidité de 42 %.

Le taux d'avortement de 4 % a été inférieur à ceux obtenus par Bayemi et al. (2014), et Foukpè et al. (2018), respectivement chez les femelles zébus multipares au Cameroun et de race Borgou à Okpara au Bénin, soit 20 % et 9 %. Cette différence pourrait s'expliquer par l'environnement de l'élevage. Les traumatismes ont été les principales causes d'avortement au cours de notre étude.

Le taux de vêlage (51,7 %) a été supérieur à celui obtenu par Kouamo et al. (2014) chez les zébus Gobra et croisés F1 au Sénégal (34,6 %), mais inférieur au taux de 90,5 % obtenu par Foukpè et al. (2018) au Bénin chez les Borgou. Cette supériorité peut être due à une surestimation du taux de vêlage imputable à la technique de calcul utilisée. En effet, dans ces études, le taux de vêlage est le rapport entre le nombre de vaches ayant vêlé et le nombre de vaches gravides. En revanche, dans notre étude il est défini comme le nombre de vaches ayant vêlé rapporté au nombre de vaches inséminées.

La durée moyenne de gravidité (277,1 ± 7,6 jours) a été inférieure aux durées de 293,4 ± 0,4 jours et 287,5 ± 6,4 jours obtenues par Messine et al. (2007), et Ledos et Moureaux (2013), respectivement chez la Goudali et la Charolaise. Elle a été significativement plus longue chez les Goudali x Charolaises de plus de cinq ans présentant plus de 10 mois post-partum, dont l'intervalle pose-retrait du Prid Delta a été de neuf jours et chez qui la semence a été déposée dans le col de l'utérus lors de l'IA en saison des pluies ( $p < 0,05$ ). Ces résultats

différent de ceux rapportés par Obese et al. (1999) chez la Sanga au Ghana, et Messine et al. (2007) chez la Goudali au Cameroun. Ces auteurs montrent que l'âge de la vache n'a aucune influence sur la durée de la gravidité.

Les inséminations effectuées en saison sèche ont donné de meilleurs résultats (taux de gravidité, taux de vêlage et durée de gravidité) qu'en saison des pluies. En saison sèche, les femelles reçoivent un complément alimentaire, ce qui aurait pour effet d'améliorer leur état et d'augmenter les rendements de reproduction. En saison des pluies, l'humidité relative dans les habitats est élevée, certaines maladies apparaissent telles que les difficultés respiratoires et les affections podales. La pression parasitaire (arthropodes, insectes piqueurs) augmente et l'apparition des facteurs de stress liés à la détérioration de l'environnement physique des animaux pourrait entraîner un dysfonctionnement génital et affecter la fertilité.

Le poids à la naissance est l'expression du développement prénatal de l'animal. Prenant en compte le genre, les veaux étaient plus lourds ( $p < 0,05$ ) que les velles traduisant un dimorphisme sexuel très prononcé comme rapporté par Koussou et al. (2017). Les poids moyens à la naissance des veaux issus des vaches inséminées avec des semences de Brahman et Gyr étaient inférieurs au poids moyen de 45 kilogrammes des veaux issus des races exotiques, mais supérieurs à ceux des veaux issus des croisements Gobra x Gobra (20 kg) (Kouamo et al., 2014), Arabe x Arabe (22 kg chez le mâle

et 20 kg chez la femelle) (Koussou et al., 2017). Cette différence serait due à l'effet génétique dont bénéficient les animaux croisés *Bos indicus* x *taurus*.

## ■ CONCLUSION

Cette étude a montré qu'un traitement combiné à base de progestérone intravaginale permettrait l'induction de l'oestrus chez les vaches croisées *Bos indicus* x *Bos taurus*. Afin d'améliorer leur fertilité, elles doivent être dans un bon état corporel (NEC = 3), complémentées pendant les périodes de soudure (saison sèche). Les performances de reproduction et de production des veaux issus des croisements devront être évaluées en milieu éleveur.

## Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

## Déclaration des contributions des auteurs

JK et SH ont conçu l'étude ; I a recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit ; JK, VNN, I, CTZ et SH ont participé à la planification de l'étude et révisé le ms. ; I et CTZ ont effectué les analyses statistiques ; tous les auteurs autorisent la soumission de la version finale en vue de sa publication.

## REFERENCES

- Bayemi P.H., Leinyuy I., Nsongka M.V., Webb E.C., Nchadji J.M., Cavestany D., Perera B.O., 2014. Effect of cow parity and synchronization method with PGF2 $\alpha$  on conception rates of *Bos indicus* cows in Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **47**: 159-162, doi: 10.1007/s11250-014-0701-7
- Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Ndofofor-Foleng H.M., 2011. Evaluation of level of inheritance in the growth traits in the Gudali and Wakwa beef cattle breeds of Adamawa, Cameroon. *Livest. Res. Rural Dev.*, **23** (6): 111-130
- Ferguson J.D., Galligan D.T., Thomsen N., 1994. Principle description of body condition score Holstein cow. *J. Dairy Sci.*, **77**: 2695-2703, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X
- Foukpè Z.A.B., Ibrahim T. A., Soumanou S.T., Ahissou A., Fataou Z.T., Aliyassou M.Y., Bonou G.A., et al., 2018. Reproductive performances of the Borgou cow inseminated on natural or induced estrus with semen from Gir and Girolando at the Okpara Breeding Farm. *Vet. World*, **11**: 693-699, doi: 10.14202/vetworld.2018.693-699
- Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Chastant S., Constant F., Mialot J.P., 2003. Efficacité des traitements de synchronisations des chaleurs chez les bovins. *Inra Prod. Anim.*, **16**: 211-227, doi : 10.20870/productions-animales.2003.16.3.3661
- Kouamo J., Alloya S., Habumuremyi S., Ouedraogo G.A., Sawadogo G.J., 2014. Evaluation des performances de reproduction des femelles zébus Gobra et des croisés F1 après insémination artificielle en milieu traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Tropicicultura*, **32** (2): 8089
- Kouamo J., Sow A., Leye A., Sawadogo G.J., Ouedraogo G.A., 2009. Amélioration des performances de production et de reproduction des bovins par l'utilisation de l'insémination artificielle en Afrique Subsaharienne et au Sénégal en particulier : état des lieux et perspectives. *RASPA*, **7** (3-4): 139-148
- Koussou M.O., N'Djadody Dingamtar N., Ibrahim K., Kanga Doundom P., 2017. Performances de croissance des veaux zébu arabe à la ferme d'élevage de Mandéla (Tchad). *J. Anim. Plant Sci.*, **33** (1): 5249-5254
- Ledos H., Moureaux S., 2013. Durée de gestation chez les principales races de l'espèce bovine, moyenne et variabilité. Compte rendu n°13 78001, Institut de l'élevage, Département Génétique et Phénotypes, Collection résultats, Paris, France, 48 p.
- Messine O., Schwalbach L.J.M., Mbah D.A., Ebangi A.L., 2007. Non-genetic Factors Affecting Gestation Length and Postpartum Intervals in Gudali Zebu Cattle of the Adamawa Highlands of Cameroon. *Tropicicultura*, **25** (3): 129-133
- Minepia, 2015. Elevage et pêche. In : Annuaire statistique du Cameroun. Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries animales, Yaoundé, Cameroun, 257-268
- O'Hara L., Forde N., Duffy P., Randia F., Kelly K., Valenza A., Rodriguez P., et al., 2016. Effect of combined exogenous progesterone with luteotrophic support via equine chorionic gonadotrophin (eCG) on corpus luteum development, circulating progesterone concentrations and embryo development in cattle. *Reprod. Fert. Dev.*, **28** (3): 269-77, doi:10.1071/RD14019
- Obese F.Y., Okantah S.A., Oddoye E.O., Gyawu P., 1999. Post-partum reproductive performance of Sanga cattle in small-holder peri-urban dairy herds in the Accra plains of Ghana. *Trop. Anim. Health Prod.*, **31**: 181-190
- Okouyi M.W.M., Hanzen C., 2016. Effects of insemination timing and GnRH treatment on pregnancy rates of N'Dama cattle after estrus induction with progestin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (2): 73-78, doi: 10.19182/remvt.31182
- Wiltbank M.C., Lopez H., Gumen A., 2004. Getting Anovular Cows Pregnant. *Proceedings Florida Dairy Reprod.*, 69 – 74
- Zongo M., Bayala B., Pitala W., Meyer C., Boly H., Sawadogo L., 2012. Induction d'oestrus et insémination artificielle chez les zébus Azawak et zébus Goudali au Burkina Faso. *Tropicicultura*, **32** (1): 54-61

### Summary

**Kouamo J., Iliassou, Hayatou S., Ngu Ngwa V., Teitsa Zangue C.**  
Efficacy of an intravaginal progesterone treatment in crossbred *Bos indicus* x *Bos taurus* cows

The objective of this study was to evaluate the efficacy of a combined treatment based on intravaginal progesterone on the induction of estrus in crossbred cows in Cameroon. A total of 116 Gudali (*Bos indicus*) x Charolais (*Bos taurus*) cows having calved at least once, without prior diseases, with a body condition score higher than 2, were selected from farms in Vina Department (Nyambaka District). They were gathered on the same ranch and divided into groups of 10 animals. The heat induction and synchronization protocol consisted of the insertion of a progesterone-based intravaginal device (Prid Delta) for eight to nine days. Twenty-four hours before its removal, an injection of five milliliters of prostaglandin F2alpha (Dinoprost, Enzaprost) was administered. At the time of withdrawal, 500 IU of equine chorionic gonadotropin was injected. Fifty-six hours after withdrawal, insemination was performed at the same fixed time with semen from Gyr and Brahman bulls. The rates of estrus induction and synchronization, intravaginal device retention, pregnancy at first insemination, fertility, and abortion were 100%, 100%, 56.0%, 51.7%, and 4.3% (as % of treated cows), respectively. Prid Delta was shown to be effective in inducing heat and obtaining pregnancy in Gudali x Charolais cows.

**Keywords:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, Gudali, Charolais, cross-breeds, induced ovulation, artificial insemination, Cameroon

### Resumen

**Kouamo J., Iliassou, Hayatou S., Ngu Ngwa V., Teitsa Zangue C.**  
Eficiencia de un tratamiento intravaginal a base de progesterona en las vacas cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus*

Este estudio tuvo como objetivo el de evaluar la eficiencia de un tratamiento combinado a base de progesterona intravaginal sobre la inducción del estro en hembras cruzadas en Camerún. Un total de 116 vacas Gudali (*Bos indicus*) x Charolais (*Bos taurus*) habiendo parido al menos una vez, sin antecedente patológico, con una nota de estado corporal superior a 2, fueron seleccionadas en criaderos del departamento de Vina (distrito de Nyambaka). Fueron reunidas en un rancho y repartidas en lotes de 10 animales. El protocolo de inducción y de sincronización de los calores consistió en la introducción de un dispositivo intravaginal a base de progesterona (Prid Delta) durante ocho a nueve días. Veinticuatro horas antes de retirarlo, se administró una inyección de cinco mililitros de prostaglandina F2alpha (Dinoprost, Enzaprost). Al momento de la extracción, se inyectaron 500 UI de gonadotropina coriónica equina. Cincuenta y seis horas después de la extracción, se efectuó la inseminación artificial a una hora fija con semen de toretes Gyr x Brahman. Las tasas de inducción del estro y de sincronización, de retención del dispositivo intravaginal, de preñez a la primera inseminación, de fecundidad, y de aborto fueron respectivamente de 100%, 100%, 56,0%, 51,7%, y 4,3% (en % de las vacas tratadas). El Prid Delta se reveló eficaz para la inducción de calores y la obtención de preñez en las vacas Gudali x Charolais.

**Palabras clave:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, Gudali, Charolais, productos del cruzamiento, ovulación inducida, inseminación artificial, Camerún

# Prévalence de la gale sarcoptique chez le porc dans le département de la Mifi (Ouest Cameroun)

Alain Kouam Simo <sup>1\*</sup> Félicité Flore Djuikwo-Teukeng <sup>1</sup>  
Christian Kombou Fangye <sup>1</sup> Guy-Pierre Martineau <sup>2</sup>  
Mohamed Gharbi <sup>3</sup> Philippe Dorchies <sup>2</sup>

## Mots-clés

Porcin, *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, gale, Cameroun

Submitted: 17 May 2019  
Accepted: 18 August 2020  
Published: 1 December 2020  
DOI: 10.19182/remvt.31943

## Résumé

La gale du porc, due à *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, est l'une des principales dermatoses porcines, présente dans de nombreux élevages. Elle provoque d'importantes pertes économiques dans plusieurs pays et son éradication passe par une amélioration des conditions d'hygiène. En l'absence de données récentes sur la prévalence de cette infestation au Cameroun, la recherche des parasites par raclages cutanés a été réalisée dans 52 élevages de la région de l'Ouest (département de la Mifi). En avril-août 2015, puis en avril-août 2016, 359 raclages cutanés sur 103 truies, 39 verrats et 217 porcelets sevrés ont permis d'identifier *S. scabiei* var. *suis* dans 23,1 % des élevages (12/52 ; soit 40 porcheries exemptes de gale) avec une prévalence moyenne de 19,5 % (70/359), sans différence de sexe ni d'âge. Les porcheries les plus infestées étaient celles où l'hygiène était la plus déficiente. Des programmes d'éducation sanitaire doivent être mis en place pour sensibiliser les éleveurs à l'importance du respect des règles d'hygiène dans la lutte contre la gale porcine.

■ Comment citer cet article : Kouam Simo A., Djuikwo-Teukeng F.F., Kombou Fangye C., Martineau G.-P., Gharbi M., Dorchies P., 2020. Prevalence of sarcoptic mange in pigs in Mifi Department (West Cameroon). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 269-271, doi: 10.19182/remvt.31943

## ■ INTRODUCTION

La gale sarcoptique du porc (due à *Sarcoptes scabiei* var. *suis*) est fréquente dans de nombreux pays du monde. Elle est souvent difficile à éradiquer si des mesures sévères de biosécurité, associées à l'utilisation d'acaricides de bonne qualité employés aux posologies ou concentrations recommandées, ne sont pas assorties d'une désinfection des locaux d'élevage (Dagleish et al., 2007 ; Walton et Currie, 2007 ; Eo et al., 2008 ; Chhabra et Pathak, 2011). La gale se traduit, deux à trois semaines après la contamination de l'animal, par l'apparition de taches érythémateuses de 2–3 millimètres de diamètre sur le corps (Martineau et al., 1987), suivie de la formation de croûtes, d'une hyperkératose et de la chute des soies, laissant une peau épaissie et rugueuse (Das et al., 2010).

Les enquêtes réalisées dans divers pays afin de déterminer la prévalence de cette maladie utilisent soit le dosage immunoenzymatique (Elisa), soit les raclages cutanés. Les premiers montrent la persistance et la circulation des parasites même en l'absence de symptômes (par exemple 25 % des troupeaux et 2 % des truies infestées de gale au

Québec ; Ravel et al., 2002). Les autres études permettent la mise en évidence des parasites, attestant ainsi de l'actualité de l'infestation. Au nord de l'Inde, une enquête réalisée sur 196 porcs a révélé que 11 % d'entre eux étaient galeux après un examen des croûtes (Laha et al., 2014). Dans 110 élevages de Hesse, en Allemagne, 19,1 % des 2754 truies examinées étaient atteintes de gale sarcoptique. La perte économique consécutive a été évaluée à 4200 euros par exploitation et par an dans 850 élevages contenant au total 17 000 truies (Damriyasa et al., 2004). Au Québec, les pertes dues à la gale ont été estimées entre 84 et 115 \$US par truie infestée par an, essentiellement à cause d'une diminution des performances à l'engraissement (Ravel et al., 2002).

La gale induit des pertes économiques qu'il est cependant parfois difficile de quantifier. Elles sont notamment liées aux baisses de production consécutives à l'hyporexie liée au surmenage induit par le prurit quasi permanent et à la dépréciation des carcasses en relation avec les lésions cutanées obligeant dans certains cas à effectuer le parage desdites carcasses à l'abattoir (Gérôme, 2008 ; OIE, 2008). La gale sarcoptique serait à l'origine d'une diminution de la vitesse de croissance de 10 % en moyenne (Cargill et Dobson, 1979).

Au Cameroun, l'élevage du porc s'est développé à partir des années 1980 dans les régions de l'Ouest, du Littoral et du Centre. Cette production est sans cesse croissante, en particulier dans la région de l'Ouest où les conditions d'élevage sont favorables au développement de l'agriculture (INSC, 2015). Le manque de données épidémiologiques actualisées concernant la gale porcine a justifié cette étude qui a eu pour objectif d'estimer la prévalence de la gale sarcoptique porcine dans le département de la Mifi.

1. Université des Montagnes, Faculté des sciences de la santé, PO Box 208, Bangangté, Cameroun.

2. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 31076 Toulouse, France.

3. Laboratoire de parasitologie, Université Manouba, Ecole nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, Sidi Thabet, Tunisie.

\* Auteur pour la correspondance  
Email : alkouam2005@yahoo.fr



## ■ MATERIEL ET METHODES

### Région d'étude et élevages

Le département de la Mifi est situé à l'ouest du Cameroun (5° 30' N ; 10° 23' E). Il se caractérise par un climat doux, de type tropical à faciès montagnard. La température annuelle moyenne est de 25 °C, avec deux saisons des pluies : la petite (de mars à mai) et la grande (de juin à septembre). La pluviométrie annuelle moyenne est de 916 millimètres (Météo Mifi). L'étude s'est déroulée sur deux périodes de cinq mois correspondant à la saison des pluies (avril-août 2015 puis avril-août 2016). Les élevages étaient indépendants les uns des autres durant toute la période de prélèvement. Cinquante-deux élevages ont été inclus dans l'étude au cours de laquelle des prélèvements ont été réalisés sur 359 porcs de diverses races (Large White, Duroc, Piétrain et croisés). Le niveau de propreté des élevages a été évalué. Ils ont été répartis en trois catégories : les élevages propres (nettoyages réguliers, quotidiens), les élevages moyennement propres (nettoyages une fois tous les deux jours), et les élevages sales (nettoyages hebdomadaires) où les fèces s'accumulaient, les mangeoires et les abreuvoirs étaient sales et encombrés de détritrus.

### Examen des animaux et des échantillons

Lors de l'arrivée dans chaque porcherie, le même observateur s'installait dans une partie élevée pour voir facilement le maximum de porcs. Il restait alors immobile pendant quelques minutes afin que les porcs se calment et reprennent leurs comportements habituels. Ensuite, les porcs de chaque loge ont été observés pendant 15 minutes. Le nombre d'animaux qui se grattaient et l'intensité du prurit (faible, moyen et intense) étaient relevés.

Des raclages cutanés ont ensuite été effectués sur sept animaux en moyenne par élevage. Les animaux prélevés étaient soit ceux suspects de gale (donc présentant soit du prurit, soit des croûtes, soit des dépilations, voire deux ou trois signes), soit les animaux apparemment sains présents dans une loge d'un animal suspect. Aucun prélèvement n'a été effectué à partir des conduits auditifs des animaux car aucune lésion auriculaire n'a été constatée.

Les raclages cutanés ont été conservés dans l'alcool à 60 % puis dissous dans une solution d'hydroxyde de potassium à 10 % dans un bain-marie en ébullition pendant 10 min. La suspension a ensuite été centrifugée à 3000 tours/min pendant 3 min. Le culot a été examiné sous une loupe binoculaire au grossissement x10 pour l'identification des sarcoptes (OIE, 2008).

### Analyses statistiques

Les prévalences d'infections ont été comparées avec le test de chi-deux au risque de 5 % (Schwartz, 1993).

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

Dans la Mifi, 80 % des éleveurs de porcs sont des naisseurs-engraisseurs, 10 % sont des engraisseurs et autant sont des naisseurs. Les porcelets sont vendus au sevrage, entre 45 jours et deux mois d'âge. Les porcs sont maintenus en claustration permanente. Les installations des fermes sont diverses. Certaines ont des loges avec un sol cimenté et des cloisons en planches (semi-dur), d'autres possèdent des loges en bois montées sur pilotis, d'autres sont en dur (sols cimentés et cloisons en parpaings) et quelques-unes sont en bambous.

Lors de cette étude, 23,1 % (12/52) des élevages ont été observés atteints de gale. C'était aussi le cas pour 6/21 (29 %) des porcheries sur pilotis, 5/20 (25 %) des installations en semi-dur et 1/3 (33 %) de celles en bambou. Par contre, aucun des huit élevages construits en dur n'abritait d'animaux infestés. Tous les élevages cliniquement suspects de gale ont été confirmés positifs au laboratoire : ils hébergeaient au moins un animal infesté par *Sarcoptes scabiei*.

La proportion de raclages cutanés positifs (présentant au moins un *Sarcoptes*) était de 19,5 % (70/359). La prévalence estimée dans la présente étude était inférieure à celle rapportée par Alonso de Vega et al. (1998) au sud-est de l'Espagne (37 %) mais supérieure à celle de 10 % observée au nord-est de l'Inde (Laha et al., 2014). La prévalence d'infestation était comparable au sein des différentes catégories d'âges (tableau I). Elle était de 19,4 % (42/217) chez les porcelets, 20,4 % (21/103) chez les truies et 17,9 % (7/39) chez les verrats ( $p = 0,7$ ). Il n'y avait donc aucune différence entre les sexes et les âges dans la population échantillonnée.

Dans cette enquête, 17 % (61/359) des porcs examinés avaient un prurit mais environ un tiers d'entre eux (33,4 % ; 120/359) présentaient de l'hyperkératose sur les flancs et le cou. Ces lésions cutanées pouvaient avoir parmi trois origines : a) une gale traitée récemment et en voie de guérison ; b) des lésions en relation avec de l'hypersensibilité consécutive aux réinfestations fréquentes d'animaux immunisés ; et c) l'existence d'une parakératose d'origine nutritionnelle chez ces animaux recevant des régimes alimentaires déséquilibrés à base de son de blé et de restes de cuisine. Parmi les sujets présentant des lésions de prurit, presque la moitié (42,6 % ; 26/61) exprimait un prurit quasi permanent alors que les autres ne se grattaient qu'une à deux fois par 15 minutes. De plus, l'examen clinique des porcs a montré que 20 % (72/359) d'entre eux présentaient des dépilations plus ou moins étendues sur les flancs et la ligne du dos.

Au total, 31,8 % (61/192) des porcs ayant du prurit, de l'hyperkératose ou des dépilations étaient porteurs de *S. scabiei*. La prévalence du portage asymptomatique de *S. scabiei* était de 2,5 % (9/359) parmi les animaux examinés. La présence d'animaux infestés par des sarcoptes mais n'ayant aucun symptôme pouvait s'expliquer par le fait que les éleveurs appliquaient parfois de l'huile de vidange sur les animaux pour traiter ceux qui avaient un prurit. Cette huile servait aussi d'émollient et à éliminer les croûtes. La prévalence d'infestation était différente en fonction du niveau d'hygiène des bâtiments ( $p = 0,01$ ) (tableau I).

## ■ CONCLUSION

L'étude menée dans 52 élevages de porcs du département de la Mifi (Ouest Cameroun) a permis d'estimer la prévalence de la gale

**Tableau I** : Prévalence de l'infection de porcins par *Sarcoptes scabiei* en fonction de certains facteurs de risque (Ouest Cameroun)  
/// Prevalence of infection of pigs by *Sarcoptes scabiei* according to some risk factors (West Cameroon)

Facteur de risque	Positifs/examinés (%)	p
Animaux		
Verrats	7/39 (17,9)	
Truies	21/103 (20,4)	
Porcelets	42/217 (19,4)	
Total	70/359 (19,5)	0,7
Type de local d'élevage		
Pilotis	6/21 (28,6)	
Semi-dur	5/20 (25,0)	
Dur	0/8 (0,0)	
Bambou	1/3 (33,3)	
Total	12/52 (23,1)	0,39
Etat d'hygiène du local d'élevage		
Propre	0/17 (0,0)	
Moyennement propre	4/16 (25,0)	
Sale	8/19 (42,1)	
Total	12/52 (23,1)	0,01

sarcoptique des porcs à 19,5 %. Le niveau d'hygiène des bâtiments a eu un impact sur la présence de ces parasites, aucun des 17 élevages classés comme propres n'ayant abrité d'animaux infestés. La gale sarcoptique était encore largement répandue dans les élevages de porcs de la région d'étude. Les éleveurs devraient renforcer l'hygiène pour lutter de manière efficace contre *S. scabiei* et donc la santé des porcs dans la Mifi.

### Remerciements

Les auteurs remercient tous les éleveurs de porcs qui les ont autorisés à accéder à leurs élevages ainsi que les responsables du ministère de l'Élevage du Cameroun qui les ont autorisés à contacter les éleveurs.

### Déclaration des contributions des auteurs

PD, FFD et AKS ont participé à la conception et à la planification de l'étude ; CKF et AKS ont recueilli les données sur le terrain ; AKS et FFD ont rédigé la première version du manuscrit ; PD, GPM et MG ont révisé le manuscrit.

### Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

### REFERENCES

- Alonso de Vega F., Mendez de Vigo J., Ortiz Sanchez J., Martinez-Carrasco Pleite C., Albaladejo Serrano A., Ruiz de Ybañez Carnero M.R., 1998. Evaluation of the prevalence of sarcoptic mange in slaughtered fattening pigs in southeastern Spain. *Vet. Parasitol.*, **76** (3): 203-209, doi : 10.1016/S0304-4017(97)00212-4
- Cargill C.F., Dobson K.J., 1979. Experimental *Sarcoptes scabiei* infestation in pigs: (2) Effects on production. *Vet. Rec.*, **104** (2): 33-36, doi: 10.1136/vr.104.2.33
- Chhabra M., Pathak K.M.L., 2011. Sarcoptic mange in domestic animals and human scabies in India. *J. Vet. Parasitol.*, **25** (1): 1-10
- Dagleish M.P., Ali Q., Powell R.K., Butz D., Woodford M.H., 2007. Fatal *Sarcoptes scabiei* infection of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Pakistan. *J. Wildl. Dis.*, **43** (3): 512-517, doi: 10.7589/0090-3558-43.3.512

### Summary

**Kouam Simo A., Djuikwo-Teukeng F.F., Kombou Fangye C., Martineau G.-P., Gharbi M., Dorchie P.** Prevalence of sarcoptic mange in pigs in Mifi Department (West Cameroon)

Pig scabies, caused by *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, is one of the main pig dermatoses and is frequently present in pig farms. It causes important economic losses in several countries and its eradication involves improving hygienic conditions. In the absence of recent data on the prevalence of this infestation in Cameroon, the search for parasites by skin scraping was carried out in 52 farms in the Western region (Mifi Department). In April-August 2015, then in April-August 2016, 359 skin scrapings on 103 sows, 39 boars and 217 weaned piglets allowed to identify *S. scabiei* var. *suis* in 23.1% of the farms (12/52; i.e. 40 scabies-free pig farms). The mean prevalence was 19.5% (70/359) with no difference in regard to sex or age. The most infested pigsties were those where hygiene was the poorest. Health education programs need to be implemented to sensitize farmers to the importance of hygiene compliance in order to control swine scabies.

**Keywords:** swine, *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, mange, Cameroon

- Damriyasa I.M., Failing K., Volmer R., Zahner H., Bauer C., 2004. Prevalence, risk factors and economic importance of infestations with *Sarcoptes scabiei* and *Haematopinus suis* in sows of pig breeding farms in Hesse, Germany. *Med. Vet. Entomol.*, **18** (4): 361-367, doi: 10.1111/j.0269-283X.2004.00520.x
- Das M., Laha R., Devi P., Bordoloi R.K., Naskar S., 2010. Sarcoptic mange infestation in pigs in a hilly region of Meghalaya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **42** (5): 1009-1011, doi: 10.1007/s11250-009-9523-4
- EO K.Y., Kwon O.D., Shin N.S., Shin T., Kwak D., 2008. Sarcoptic mange in wild raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Korea. *J. Zoo Wildl. Med.*, **39** (4): 671-673, doi: 10.1638/2008-0034.1
- Gérôme S., 2008. Analyse des impacts de la décharge de Mbeubeuss sur les élevages porcins environnants. Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 108 p.
- INSC (Institut National de la Statistique du Cameroun), 2015. Annuaire Statistique du Cameroun. Chapitre 15 : Élevage et Pêche. INSC, Yaoundé, Cameroun, [www.stat.cm/downloads/2016/annuaire2016/CHAPITRE15\\_PECHE\\_ELEVAGE.pdf](http://www.stat.cm/downloads/2016/annuaire2016/CHAPITRE15_PECHE_ELEVAGE.pdf) (consulté le 28/09/2019)
- Laha R., Das M., Bharti P.K., Kumar S., Sen A., Goswami A., 2014. Prevalence of *Sarcoptes scabiei* var. *suis* infestation in pigs of Meghalaya and its treatment. *Vet. World*, **7** (12): 1137-1139, doi: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.1137-1139>
- Martineau G.P., van Neste D., Charette R., 1987. Pathophysiology of sarcoptic mange in swine. *Comp. Contin. Educ. Pract. Vet.*, **9** (2), F51-F58
- Météo Mifi, 2019. Données disponibles sur [planificateur.a-contresens.net/afrique/cameroun/ouest/mifi/9085341.html](http://planificateur.a-contresens.net/afrique/cameroun/ouest/mifi/9085341.html) (consulté le 29/06/2019)
- OIE, 2008. Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres (mammifères, oiseaux et abeilles). Chapitre 2.9.8. Gales, 1373-1386, <https://studylibfr.com/doc/6456813/organisation-mondiale-de-la-sante-animale> (consulté le 19/07/2019)
- Ravel A., Chamberlin J., Cloutier S., 2002. La gale dans les troupeaux de truies au Québec. *Porcs Québec*, 5p. <http://www.agrireseau.net/porc/Documents/recherche-gale-m.pdf> (consulté le 05/09/2019)
- Schwartz D., 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, 4<sup>ème</sup> Ed. Flammarion, Paris, France, 315 p.
- Walton S.F., Currie B.J., 2007. Problems in diagnosing scabies, a global disease in human and animal populations. *Clin. Microbiol. Rev.*, **20** (2): 268-279, doi: h10.1128/CMR.00042-06

### Resumen

**Kouam Simo A., Djuikwo-Teukeng F.F., Kombou Fangye C., Martineau G.-P., Gharbi M., Dorchie P.** Prevalencia de la sarna sarcoptica en cerdos en el departamento de Mifi (Camerún del Oeste)

La sarna porcina, causada por *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, es una de las principales dermatitis en cerdos y se encuentra frecuentemente en las fincas de cerdos. Provoca importantes pérdidas económicas en varios países y su erradicación incluye mejoramiento de las condiciones higiénicas. En vista de la ausencia de datos recientes sobre la prevalencia de esta infestación en Camerún, se llevó a cabo una búsqueda de parásitos mediante raspados de piel en 52 fincas, en la región Oeste (departamento de Mifi). Entre abril-agosto 2015, y luego abril-agosto 2016, 359 raspados en 103 hembras, 39 machos y 217 lechones destetados permitieron la identificación de *S. scabiei* var. *suis* en 23,1% de las fincas (12/52; 40 fincas estuvieron libres de sarna). La prevalencia promedio fue de 19,5% (70/359) sin diferencia con respecto al sexo o la edad. Las porquerizas con mayor infestación fueron aquellas con la menor higiene. Programas de educación sanitaria deben implementarse para sensibilizar a los finqueros sobre la importancia del respeto de la higiene, con el fin de controlar la sarna porcina.

**Palabras clave:** porcino, *Sarcoptes scabiei* var. *suis*, Sarna, Camerún



# Méthodes comparées de dépistage de *Fasciola gigantica* chez les bovins dans un abattoir de l'Ouest Cameroun

Alain Kouam Simo <sup>1\*</sup> Marie-Madeleine Tetda <sup>1</sup>  
Mohamed Gharbi <sup>2</sup> Philippe Dorchies <sup>3</sup>

## Mots-clés

Bovin, *Fasciola gigantica*, abattoir, bile, diagnostic, Cameroun

Submitted: 9 September 2019

Accepted: 14 August 2020

Published: 25 January 2021

DOI: 10.19182/remvt.36311

## Résumé

Une enquête a été réalisée sur 330 bovins à l'abattoir de Bangangté (région Ouest, Cameroun) pour estimer la prévalence de la fasciolose bovine. Trois méthodes de dépistage ont été comparées : a) l'inspection vétérinaire *post mortem*, suivie de la dissection des principaux canaux biliaires destinée à mettre en évidence les adultes de *Fasciola gigantica* ; b) la coproscopie, utilisant la technique de sédimentation ; et c) la recherche des œufs dans la bile. Cette dernière méthode, considérée comme la technique de référence, a permis d'identifier 110 bovins (prévalence de 33 %) infestés. Des douves adultes ont été retrouvées dans le foie de 24 d'entre eux (prévalence de 7 %). Quant à la coproscopie, elle était positive chez 20 animaux (prévalence de 6 %). Tous les bovins positifs à la coproscopie ou lors de l'examen du foie avaient des œufs de *F. gigantica* dans les échantillons de bile. En revanche, parmi les 306 bovins chez lesquels aucune douve adulte n'a été retrouvée dans le foie, 10 avaient des œufs de *F. gigantica* dans leurs fèces et 86 éliminaient des œufs dans la bile. Comparées à la technique de référence, les sensibilités de la coproscopie et de la recherche des douves adultes dans les foies ont été respectivement de 18 % (20 coproscopies vs 110 animaux avec œufs dans la bile) et de 22 % (24 foies positifs vs 110). Ces résultats montrent que la fasciolose bovine est fréquente chez les animaux abattus à Bangangté, mais que l'examen du foie ou la coproscopie ne permettent pas d'identifier tous les animaux infestés.

■ Comment citer cet article : Kouam Simo A., Tetda M.-M., Gharbi M., Dorchies P., 2020. Comparative methods for the detection of *Fasciola gigantica* in cattle in a slaughterhouse of West Cameroon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 273-276, doi: 10.19182/remvt.36311

## ■ INTRODUCTION

Le cheptel bovin du Cameroun, estimé à 7,4 millions de têtes, est constitué principalement de zébus (*Bos indicus*), mais comprend aussi des taurins (*Bos taurus*) (INSC, 2017). Cet élevage bovin rencontre diverses contraintes liées à l'environnement, aux conditions climatiques, aux difficultés de transport vers les lieux de consommation et aux maladies. Au Cameroun, les bovins sont affectés par différents

parasites parmi lesquels les protozoaires (notamment les trypanosomes et les coccidies), les strongles, les cestodes et les trématodes (paramphistomes et douves). *Fasciola gigantica* est la seule douve présente au Cameroun. Elle est à l'origine d'importantes pertes financières (retard de croissance, infertilité relative et baisse de la production laitière) liées aux lésions hépatiques qu'elle provoque, aux troubles métaboliques induits et à l'immunodéficience observée consécutivement à la prédominance des réponses à l'infestation de type Th2 par rapport aux Th1 (O'Neill et al., 2000).

Les pertes de production dues à ce parasite sont grandes. Des résultats obtenus par Loyacano et al. (2002) en Louisiane montrent ainsi que les vaches traitées contre l'infestation par la douve ont un gain de poids de 6 % plus élevé que celles qui ne sont pas traitées. Selon Schweizer et al. (2005) et Mazeri et al. (2017), la fasciolose entraînerait une réduction de la croissance (un animal infesté mettrait en moyenne 10 jours de plus pour atteindre le même poids d'abattage qu'un animal sain), une baisse de la production laitière de 10 % et une

1. Université des Montagnes, Faculté des sciences de la santé, BP 208, Bangangté, Cameroun.

2. Laboratoire de parasitologie, Univ. Manouba, Ecole nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, 2002 Sidi Thabet, Tunisie.

3. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, 31076 Toulouse, France.

\* Auteur pour la correspondance

Email : alkouam2005@yahoo.fr



moindre capacité de travail (augmentation du temps nécessaire pour le labour d'une parcelle suite à la fatigue et à l'anémie qu'entraîne l'infestation). Une étude réalisée au Nigeria montre une prévalence annuelle de 2,5 %. Sur une population bovine de 10 millions d'animaux, dont 10 % sont abattus pour la consommation chaque année, les mortalités annuelles sont estimées à 1 % et la saisie des foies à 7 % (Ogunrinade et al., 1980).

Malgré ses effets néfastes sur la santé animale et les pertes économiques engendrées, peu d'informations concernant la fasciolose bovine sont disponibles dans la région Ouest. C'est la raison pour laquelle une enquête a été réalisée à l'abattoir de Bangangté. Il s'agissait en particulier de comparer trois méthodes de dépistage parasitologique : inspection sanitaire, examen coproscopique, et recherche des œufs dans la bile, cette dernière technique étant considérée comme la technique de référence (Rapsch et al., 2006).

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Région d'étude

L'étude a été réalisée de mars à août 2017 à l'abattoir municipal de Bangangté dans le département du Ndé (région de l'Ouest, Cameroun). Ce département a une superficie de 923 kilomètres carrés et une population de 100 000 habitants. Le climat est de type tropical, la température moyenne mensuelle est comprise entre 14 °C et 28 °C, et les précipitations annuelles moyennes varient entre 1400 et 2500 millimètres (Anonyme, 2019).

### Matériel

Durant la période d'étude, tous les bovins abattus à l'abattoir de Bangangté ont été examinés. Après abattage, 50 g de fèces et la totalité de la bile contenue dans la vésicule biliaire ont été collectés et placés dans des boîtes de prélèvements identifiés. Tous les foies ont été examinés par le vétérinaire inspecteur en charge de l'abattoir. Les lésions hépatiques et la présence de douves vivantes ou calcifiées ont été recherchées par deux ou trois sections réglementaires de la face viscérale du foie. L'origine des zébus n'était pas toujours connue. Les animaux provenaient souvent du département de Noun (communes de Founbam et de Fombot), également dans l'Ouest. De plus, certains animaux passaient par plusieurs intermédiaires qui ne communiquaient pas souvent l'origine des animaux.

### Recherche des œufs dans la bile

Au laboratoire, la bile a été placée dans un verre à pied. Après 15 min de sédimentation, le sédiment a été aspiré avec une pipette puis déposé dans une boîte de Petri sur une hauteur ne dépassant pas 1 mm. Afin de faciliter l'observation des œufs de douves, la solution a été colorée avec quelques gouttes de bleu de méthylène. La recherche des œufs de *F. gigantica* a été faite sous loupe binoculaire (grossissement x 100).

### Coproscopie

La méthode de sédimentation a été utilisée pour estimer la prévalence d'infestation par *F. gigantica*. Pour ce faire, 5 g de fèces ont été pesés et mélangés avec 70 ml d'eau de robinet. Le mélange a été placé dans un mortier, homogénéisé avec un pilon, puis filtré et sédimenté pendant 1 h. Une pipette a été utilisée pour prélever doucement le sédiment. La suspension a été colorée avec quelques gouttes de bleu de méthylène et observée sous loupe binoculaire (x 100).

### Analyses statistiques

Les prévalences d'infestation ont été comparées avec le test du khi carré au risque de 5 % (Schwartz, 1993). La sensibilité a été évaluée

par comparaison avec l'examen de la bile, considéré comme la technique de référence.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

L'objectif a été d'estimer la prévalence de *F. gigantica* parmi les bovins abattus à Bangangté. L'examen *post mortem* a révélé que 8 % (26/330) des foies présentaient des lésions de fasciolose (cholangite, hépatite parenchymateuse). Des douves adultes ont été retrouvées dans les canaux biliaires de 7,3 % (24/330) des animaux. Le nombre de *F. gigantica* trouvées a varié de 3 à 11 douves chez 10 des animaux infestés et a été supérieur à 12 douves chez les 14 autres. Des œufs de *F. gigantica* ont été identifiés dans la bile de 110 des 330 bovins examinés (33 %) et dans les fèces de 20 d'entre eux (6,1 %) ( $p = 0,0001$ ). L'inspection des foies et la coproscopie n'ont pas permis de détecter tous les animaux identifiés comme infestés par examen de la bile.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour estimer la prévalence de la grande douve mais leurs valeurs intrinsèques sont variables. Rapsch et al. (2006) ont comparé ces diverses méthodes de diagnostic sur 1331 bovins pour lesquels la prévalence de *F. hepatica* a été estimée à 18 % : la coproscopie, un test Elisa du commerce, la recherche des œufs dans la bile et le résultat de l'inspection sanitaire. C'est l'examen de la bile qui avait la meilleure sensibilité (93 %).

Lors de l'étude présentée ici, le test Elisa n'a pas été mis en œuvre par manque de moyens financiers. Ceci ne peut toutefois avoir influencé profondément les résultats car la sensibilité des tests est un peu moindre que celle de la recherche d'œufs dans la bile (Rapsch et al., 2006). L'Elisa est un indicateur de la présence ou de la survenue antérieure d'un épisode d'infestation parasitaire. Il est toutefois possible aussi que la séropositivité témoigne d'un contact avec le parasite durant les mois qui précèdent mais que, à cause d'un nombre insuffisant de métacercaires (le stade parasitaire infestant) ingérées par les bovins, ces contacts n'aboutissent pas à une infestation, c'est-à-dire au développement de douves adultes dans les canaux biliaires. Il s'agit alors de faux positifs. En effet, compte tenu de la faible réceptivité des bovins, moins de 10 % des métacercaires achèvent leur évolution chez cette espèce alors que ce pourcentage est plus élevé (30–50 %) chez les ovins, espèce la plus réceptive (Mekroud et al. 2004). Malgré cela, la recherche des anticorps spécifiques, aussi bien dans le sang que dans le lait, est considérée comme un outil sensible et spécifique pour le dépistage de la grande douve (Chauvin et al., 1997).

La coproscopie est spécifique mais peu sensible pour le dépistage des cas de fasciolose à *F. gigantica*. L'examen d'un échantillon de 10 g de fèces a toutefois une sensibilité de plus de 60 %, mais une telle quantité de matières fécales n'est jamais examinée en routine car le temps nécessaire pour réaliser les coproscopies et le petit nombre d'œufs mis en évidence sont démotivants pour le manipulateur. En augmentant le poids de l'échantillon examiné, la sensibilité est améliorée de manière significative. Charlier et al. (2008) ont ainsi constaté un niveau de sensibilité variable selon la quantité de matières fécales examinée : pour 4 g la sensibilité est de 43 % mais elle atteint 64 % pour 10 g. Ces résultats concordent avec ceux de Rapsch et al. (2006).

Les conditions de l'enquête n'ont pas permis d'augmenter la taille des échantillons de matières fécales examinés. La prévalence estimée avec la coproscopie (6 %) était bien inférieure à celle estimée par examen de la bile (33 %) ; la sensibilité de la coproscopie était donc de 18 % par rapport à l'examen de la bile. Elle était cependant comparable à celles rapportées par Youssao et Assogba (2002) dans la vallée du fleuve Niger (prévalence de 11 %), et par Mingoas et al. (2006) à Ngaoundéré au Nord Cameroun (prévalence de 8 %).

La recherche des parasites dans le foie à l'abattoir était un peu plus sensible que la coproscopie (prévalence de 7 % et sensibilité de 22 %)

et était très spécifique. Les réglementations européennes 854/2004 et 1244/2007 ne recommandent qu'une inspection visuelle des viandes, c'est-à-dire sans les techniques de routine obligatoires de palpation et d'incision des carcasses ou des viscères mises en œuvre dans la présente étude. Dans ces conditions, un certain nombre de cas de fasciolose échapperait aux inspecteurs mais ce risque serait « négligeable à très faible » (Hill et al., 2014). Il faut cependant souligner que les lésions macroscopiques des canaux biliaires ainsi que la cirrhose hépatique sont moins importantes chez le zébu que chez les bovins européens infestés par *F. hepatica* (Yilma et Mesfin, 2000).

Les résultats montrent l'insuffisante sensibilité de l'inspection sanitaire et l'intérêt de la recherche des œufs dans la bile. Sur le plan pratique, la mise en œuvre de cette technique est très simple et permet d'obtenir un résultat fiable même lorsque les conditions du travail en laboratoire sont difficiles.

## ■ CONCLUSION

La présente étude avait pour but d'estimer la prévalence de *F. gigantica* à l'abattoir de Bangangté dans l'Ouest Cameroun et de comparer trois

méthodes de diagnostic expérimental. Elle a montré, par examen de la bile, la présence de la grande douve du foie chez un tiers des bovins tout-venant. Ceci doit motiver les différents acteurs à intensifier le dépistage et la lutte contre la fasciolose chez les bovins. L'inspecteur sanitaire devrait renforcer les moyens d'analyse du cinquième quartier (les abats). Enfin, les éleveurs doivent être sensibilisés sur les pertes économiques provoquées par la présence de ces parasites chez leurs animaux.

## Remerciements

Les auteurs remercient tous les bouchers et les responsables de l'abattoir qui les ont autorisés à prélever les foies.

## Déclaration des contributions des auteurs

PD et AKS ont conçu et planifié l'étude ; MMT et AKS ont recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit ; PD et MG ont révisé le manuscrit.

## Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

## REFERENCES

- Anon., 2019. Commune de Bangangté. Milieu biophysique : le climat. [www.communedebangangte.net/non-categorise/milieu-biophysique-le-climat/](http://www.communedebangangte.net/non-categorise/milieu-biophysique-le-climat/) (consulté le 16/08/2019)
- Charlier J., De Meulemeester L., Claerebout E., Williams D., Vercruysse J., 2008. Qualitative and quantitative evaluation of coprological and serological techniques for the diagnosis of fasciolosis in cattle. *Vet. Parasitol.*, **153** (1-2): 44-51, doi: 10.1016/j.vetpar.2008.01.035
- Chauvin A., Moreau E., Boulard C., 1997. Diagnostic de la fasciolose bovine par sérologie de mélange. Interprétation en conditions de terrain. *Vet. Res.*, **28** (1): 37-43
- Hill A.A., Horigan V., Clarke K.A., Dewé T.C.M., Stärk K.D.C., O'Brien S., Buncic S., 2014. A qualitative risk assessment for visual-only *post-mortem* meat inspection of cattle, sheep, goats and farmed/wild deer. *Food Control*, **38**: 96-103, doi: 10.1016/j.foodcont.2013.10.002
- INSC (Institut National de la Statistique du Cameroun), 2017. Annuaire Statistique du Cameroun. Chapitre 15 : Élevage et Pêche. INSC, Yaoundé, Cameroun, <http://onsp.minsante.cm/sites/default/files/publications/237/Annuaire%20Statistique%202017.pdf> (consulté le 20/08/2020)
- Loyacano A.F., Williams J.C., Gurie J., DeRosa A.A., 2002. Effect of gastrointestinal nematode and liver fluke infections on weight gain and reproductive performance of beef heifers. *Vet. Parasitol.*, **107** (3): 227-234, doi: 10.1016/S0304-4017(02)00130-9
- Mazeri S., Rydevik G., Handel I., Bronsvort B.M.D., Sargison, N., 2017. Estimation of the impact of *Fasciola hepatica* infection on time taken for UK beef cattle to reach slaughter weight. *Sci. Rep.*, **7**(1): 7319, doi: 10.1038/s41598-017-07396-1
- Mekroud A., Benakhla A., Vignoles P., Rondelaud D., Dreyfuss G., 2004. Preliminary studies on the prevalences of natural fasciolosis in cattle, sheep, and the host snail (*Galba truncatula*) in north-eastern Algeria. *Parasitol. Res.*, **92** (6): 502-505, doi: 10.1007/s00436-004-1072-1
- Mingoas K.J.P., Gambo H., Ottou J.F.B., Ebangi A.L., Domwa M., 2006. Structure des troupeaux et conduite de l'élevage bovin périurbain de Ngaoundéré au Cameroun. *Bull. Anim. Health Prod. Africa*, **54** (1): 53-65, doi: 10.4314/bahpa.v54i1.32730
- O'Neill S.M., Brady M.T., Callanan J.J., Mulcahy G., Joyce P., Mills K.H.G., Dalton J.P., 2000. *Fasciola hepatica* infection downregulates Th1 responses in mice. *Parasite Immunol.*, **22** (3): 147-155, doi: 10.1046/j.1365-3024.2000.00290.x
- Ogunrinade A., Ogunrinade B.I., 1980. Economic importance of bovine fascioliasis in Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, **12** (3): 155-160, doi: 10.1007/bf02242647
- Rapsch C., Schweizer G., Grimm F., Kohler L., Bauer C., Deplazes P., Braun U., et al., 2006. Estimating the true prevalence of *Fasciola hepatica* in cattle slaughtered in Switzerland in the absence of absolute diagnostic test. *Int. J. Parasitol.*, **36** (10-11): 1153-1158, doi: 10.1016/j.ijpara.2006.06.001
- Schwartz D., 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, 4<sup>e</sup> Ed. Flammarion, Paris, France, 315 p.
- Schweizer G., Braun U., Deplazes P., Torgerson P.R., 2005. Estimating the financial losses due to bovine fasciolosis in Switzerland. *Vet. Rec.*, **157** (7): 188-193, doi: 10.1136/vr.157.7.188
- Yilma J.M., Mesfin Y., 2000. Dry season bovine fasciolosis in Northwestern part of Ethiopia. *Rev. Méd. Vét.*, **151** (6): 493-500
- Youssao A.K.I., Assogba M.N., 2002. Prevalence of cattle fasciolosis in the Niger River valley of Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **55** (2): 105-108, doi: 10.19182/remvt.9830

## Summary

**Kouam Simo A., Tetda M.-M., Gharbi M., Dorchie P.** Comparative methods for the detection of *Fasciola gigantica* in cattle in a slaughterhouse of West Cameroon

A survey was conducted on 330 cattle at Bangangté's slaughterhouse (West Region, Cameroon) to estimate the prevalence of bovine fasciolosis. Three screening methods were compared: i) postmortem veterinary inspection, followed by dissection of the main bile ducts to detect adults of *Fasciola gigantica*; ii) coproscopy with the sedimentation technique; and iii) the search for eggs in the bile. The latter method, considered as the gold standard, identified 110 infected cattle (33% prevalence). Adult flukes were found in the liver of 24 of them (7% prevalence). The coproscopy was positive in 20 animals (6% prevalence). All the cattle that were found positive by the coproscopy or liver examination had *F. gigantica* eggs in their bile samples. In contrast, of the 306 cattle in which no adult fluke was found in their livers, 10 had *F. gigantica* eggs in their feces and 86 eliminated eggs in the bile. Compared to the gold standard, the sensitivity of coproscopy and the search for adult flukes in livers were 18% (20 coproscopies vs 110 animals with eggs in bile) and 22% (24 positive livers vs 110), respectively. These results show that bovine fasciolosis is common in animals slaughtered in Bangangté, but that liver examination or coproscopy cannot identify all infected animals.

**Keywords:** cattle, *Fasciola gigantica*, abattoirs, bile, diagnosis, Cameroon

## Resumen

**Kouam Simo A., Tetda M.-M., Gharbi M., Dorchie P.** Métodos comparativos de detección de *Fasciola gigantica* en los bovinos de un matadero en Oeste Camerún

Se realizó una investigación post mortem en 330 bovinos en el matadero de Bangangté (región Oeste, Camerún), con el fin de estimar la prevalencia de la fasciolosis bovina. Se compararon tres métodos de detección: a) la inspección veterinaria *post mortem*, seguida de la disección de los principales canales biliares destinada a poner en evidencia los adultos de *Fasciola gigantica*; b) la coproscopía, utilizando la técnica de sedimentación; y c) la búsqueda de huevos en la bilis. Este último método, considerado como la técnica de referencia, permitió identificar 110 bovinos (prevalencia 33%) infestados. Trematodos adultos fueron encontrados en el hígado de 24 bovinos (prevalencia de 7%). En cuanto a la coproscopía, fue positiva en 20 animales (prevalencia de 6%). Todos los bovinos positivos por coproscopía o durante el examen del hígado presentaron huevos de *F. gigantica* en las muestras de bilis. Por otro lado, entre los 306 bovinos en los cuales no se encontró ningún trematodo adulto en el hígado, 10 tenían huevos de *F. gigantica* en las heces y 86 eliminaron huevos en la bilis. Comparados a la técnica de referencia, las sensibilidades de la coproscopía y de la búsqueda de trematodos adultos en el hígado fueron respectivamente de 18% (20 coproscopías vs 110 animales con huevos en la bilis) y de 22% (24 hígados positivos vs 110). Estos resultados muestran que la fasciolosis bovina es frecuente en los animales de matadero en Bangangté, pero que el examen del hígado o la coproscopía no permiten identificar todos los animales infestados.

**Palabras clave:** ganado bovino, *Fasciola gigantica*, mataderos, bilis, diagnóstico, Camerún

# *Taenia solium* cysticercosis survey at a slaughterhouse in Kampala, Uganda

Joseph Morison Kungu<sup>1\*</sup> Matthias Afayoa<sup>1</sup>  
Michel Mainack Dione<sup>2</sup>

## Keywords

Swine, *Taenia solium*, pork, meat inspection, abattoirs, zoonoses, Uganda

Submitted: 7 August 2019  
Accepted: 28 July 2020  
Published: 25 January 2021  
DOI: 10.19182/remvt.31944

## Summary

A survey was conducted at Wambizi slaughterhouse in Kampala City, Uganda, to ascertain the prevalence of *Taenia* species infection in pigs via serology, as well as the role of meat inspection in control of these parasitic conditions in carcasses of slaughtered pigs. A total of 620 pigs were sampled using simple random selection during three months. Individual pig data including sex, breed, district of origin, antemortem clinical signs and postmortem lesions were recorded. Blood samples were collected for serological assays. A questionnaire was used to capture perceptions of meat inspectors and pig traders on *T. solium* cysticercosis. Of the 620 pig inspected carcasses, only four were observed with *T. solium* cysts and none had *T. hydatigena* cysts. Up to 67 (10.8%) pigs tested positive by B158C11A10/B60H8A4 Ag-ELISA serology. Seroprevalences were significantly different between districts ( $\chi^2 = 45.98$ ;  $p < 0.001$ ) with pigs from the Eastern districts having the highest seroprevalence. The two meat inspectors at the slaughterhouse had knowledge of pork inspection protocol for *Taenia* spp. infections, although they did not follow it properly because of the high number of carcasses to be inspected daily. All the 15 traders interviewed had heard about porcine cysticercosis but only five had ever seen cystic pork. *T. solium* cysticercosis is still prevailing in pigs in Uganda. Meat inspection is not a reliable diagnostic tool for efficient detection of *T. solium* cysticercosis.

How to quote this article: Kungu J.M., Afayoa M., Dione M.M., 2020. *Taenia solium* cysticercosis survey at a slaughterhouse in Kampala, Uganda. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 73 (4): 277-281, doi: 10.19182/remvt.31944

## ■ INTRODUCTION

Pigs play a key role in maintaining the transmission cycle of some zoonotic parasitic infections such as *Taenia solium* infection or cysticercosis (Thomas et al., 2016). The importance of cysticercosis led to its inclusion on the World Health Organisation roadmap for the control of neglected tropical diseases (Murrell et al., 2005). This condition has high public health and economic implications which have undermined growth of the pig industry where detection and strict condemnation of infected carcasses are implemented (Ngowi et al., 2010). The tremendous growth of the pig industry reportedly resulting from the increased demand for pork with consumption up to 3.4 kg/person/year in Uganda could therefore be threatened by the occurrence of *T. solium* cysticercosis (FAOSTAT, 2014).

Although no significant clinical signs may be exhibited in live pigs, evidence of porcine cysticercosis could suggest the occurrence of the infection in humans. Some of the risk factors of the disease to humans have been reported as ingestion of undercooked infected pork meat and free-range pig rearing. Such practices are common in the various smallholder pig-keeping communities of Uganda (Pondja et al., 2010; Waiswa et al., 2009; Willingham et al., 2010).

In order to obtain a countrywide baseline understanding of the *T. solium* cysticercosis burden in pigs in Uganda, a survey was conducted at Wambizi abattoir, an important marketing outlet of pigs reared in the country, to determine the prevalence of *Taenia* spp. infections via serology, and to assess the use of meat inspection as a detection tool. Located in Kampala, Uganda's capital and central business district, the abattoir is strategically positioned as a market hub for the urban consumers' high demand for pork (Dione et al., 2014; Ouma et al., 2014). Infection detection was carried out using gross meat inspection and serology (Winskill et al., 2017; Lightowers et al., 2016). The results of this study are expected to form a basis for in-depth epidemiological studies on the *T. solium* condition in the country and inform policy-makers and pig value chain actors on how to reduce best the burden of *Taenia* spp. infections on the agricultural economy and public health.

1. College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity, Makerere University, PO Box 7062, Kampala, Uganda.

2. International Livestock Research Institute, Kampala, Uganda.

\* Corresponding author

Email: kungu@live.com; JKungu@covab.mak.ac.ug



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## MATERIALS AND METHODS

The study received approval from the Research and Ethics Committee of the College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity of Makerere University (Ref. No.: VAB/REC/17/08). Prior to the study, formal consent was obtained from the Manager of Wambizi abattoir. Participants verbally consented after clear explanation of the purpose of the study.

### Study design

This survey was conducted at Wambizi abattoir from April to June 2017. The abattoir is located in Nalukolongo, Rubaga Division, Kampala District, and operates under ownership and management of the Wambizi Cooperative Society. It is the only gazetted pig slaughter place in Uganda. It was founded by pig farmers in 1971 to enable profitable marketing of their pigs and pig products. The pigs slaughtered at the abattoir are supplied by traders from various pig farming communities in the country. The pigs arrive in the evening and undergo slaughter process starting at 5.00 am the next day. Every carcass is then inspected for presence of lesions, especially those of zoonotic importance, and those without lesions are stamped to certify that they are safe for human consumption. The inspected pork is then traded through the formal and informal market outlets in urban and periurban Kampala and Wakiso districts. By-products such as offal, limbs, heads and fat are marketed by vendors on and off the premises.

### Sample size determination

The sample size for this study was calculated using the following formula for an infinite population (Dohoo et al., 2009):  $n = [Z^2 P(1-P)]/D^2$  where  $n$  is the required sample size,  $Z$  the multiplier from a standard normal distribution (1.96) at a probability level of 0.05,  $P$  the likely prevalence estimated to be 50% considering that there is no reliable abattoir prevalence data in the country for *Taenia* spp. infections, and  $D$  the desired precision for the estimate ( $\pm 5\%$ ). A minimum sample size of 384 pigs was calculated. However, a total of 620 pigs were sampled to increase precision.

### Sampling strategy

A minimum of 40 pigs were sampled by simple random selection on the most active two days of the week (Friday and Saturday when 70–100 pigs were slaughtered daily) for three months. Individual pig data on sex, breed, visible clinical signs and district of origin were recorded, and a blood sample was collected from the anterior vena cava using BD Vacutainer plain tubes (10 ml) during slaughter. Blood samples were kept standing in an icebox at about +4°C and taken to Makerere University, College of Veterinary Medicine, Animal Resources and Biosecurity (Mak-COVAB) where blood was centrifuged to separate the serum from blood clots. The serum was harvested into barcoded 2-ml vials that were stored at -20°C until serological analysis.

### Postmortem inspection of carcasses

Following antemortem examination and slaughter, each carcass of the bled pigs was examined by the researcher and the government resident meat inspector according to inspection guidelines including visual examination, palpation and incision of the head viscera and carcass (Murrell et al., 2005). Evidence of cysts of *T. solium*, *T. hydatigena* and other lesions were noted. Pictures of predilection sites with prospective lesions were used as aiding tools during the assessment.

Briefly, predilection sites which included tongue, masseter, muscles of the thigh, liver, lungs and heart were inspected. These sites are known

to be highly sensitive and specific for detection of *T. solium* cysts (Herenda et al., 2000). On the other hand, the entire pluck, abdominal viscera and peritoneal cavity were examined for “*T. hydatigena* cysts with emphasis on the omentum and the mesentery examined *ex situ*” (OIE, 2008). Cysts were to be considered of “*T. hydatigena* metacestodes if they were singular, transparent and filled with clear fluid, with a discrete white spot denoting a scolex” (Herenda et al., 2000). The number of cysts, size and anatomic location were recorded on a data sheet.

### Traders and meat inspectors' survey

Key informant interviews were conducted with 15 traders and two resident meat inspectors at the abattoir to assess their perceptions on *T. solium* infection. The following topics were addressed in the interview: knowledge about *T. solium* cysticercosis, transmission cycle and its control.

### Serological analysis

Serological analysis for *Taenia* spp. antigen was carried out at Mak-COVAB pathology laboratory with the commercially available B158C11A10/B60H8A4 Ag-ELISA (apDIA Cysticercosis) (sensitivity = 100%; specificity = 99.6%) following the manufacturer's instructions. This test detects the secretory and excretory products of viable cysticerci of endemic *Taenia* spp. (Cortez Alcobedes et al., 2010).

### Data analysis

Data collected was entered, cleaned and analyzed in Stata Statistical software (version 11.0, Stata Corp., 2020). Measure of associations between variables were determined by the Chi-square test. Logistic regression analysis was used to test for association between possible putative risk factors and seroprevalence of *T. solium* infection in pigs.

## RESULTS

### Pig biodata

In total 620 pigs were sampled at Wambizi abattoir with the majority (444) originating from the Central region. The slaughtered pigs were predominantly crossbred (97.3%), over 24 months of age (65.2%), and female (51.6%) (Table I).

### Clinical signs at antemortem

The main antemortem clinical signs included diarrhea, coughing, nasal discharges, skin bruises, mange, scabs, reddened skin around

**Table I:** Pig characteristics at the slaughterhouse by region of origin, Uganda // *Caractéristiques des porcs à l'abattoir selon la région d'origine, Ouganda*

Characteristic	Central	Eastern	Northern	Total
Breed type				
Local	11	1	5	17 (2.7)
Crossbreed	433	116	54	603 (97.3)
Age group				
8–24 months	177	39	0	216 (34.8)
> 24 months	267	78	59	404 (65.2)
Sex				
Female	224	37	59	320 (51.6)
Male	220	80	0	300 (48.4)

the ears and ventral abdomen. No cardinal clinical sign associated with *T. solium* cysticercosis was observed among the 620 pigs studied.

### *Taenia* spp. infection detection by Ag-ELISA

Out of the 620-pig serum samples, 67 tested positive for *Taenia* spp. antigen by B158C11A10/B60H8A4 Ag-ELISA (10.8%; 95% CI: 5.6–18.8%). The highest prevalence was recorded in pigs originating from Eastern Uganda. The seroprevalence significantly differed between districts ( $\chi^2 = 45.98$ ;  $p < 0.001$ ; Table II).

Demographic factors such as the breed type, sex, and age group of pigs were measured for potential association with the seroprevalence of *T. solium* cysticercosis using conditional logistic regression analysis with variables grouped by region (Table III). None of the factors explored were significantly associated with the infection in pigs.

### Meat inspection for detection of *Taenia* spp. infections

Out of the 620 pig carcasses inspected postmortem, only four were observed with *T. solium* cysts and none had *T. hydatigena* cysts. All the samples from pigs observed with cysts during meat inspection tested positive by serology. Comparison with the prevalence showed that the results were significantly different ( $\chi^2 = 33.23$ ;  $p < 0.001$ ). The point estimates of meat inspection as a diagnostic tool for *T. solium*, using serology as a reference test, are summarized in Table IV.

**Table II:** *Taenia solium* cysticercosis seroprevalence in pigs at the slaughterhouse by region of origin, Uganda // *Séroprévalence de la cysticercose à Taenia solium chez les porcs à l'abattoir selon la région d'origine, Ouganda*

Region	N	Seroprevalence (%)	$\chi^2$ , P
Central	444	25 (5.6)	45.98, $10^{-10}$
Eastern	117	31 (26.5)	
Northern	59	11 (18.6)	
Total	620	67 (10.8)	

**Table III:** Conditional logistic regression of pig characteristics and seroprevalence of *Taenia solium* cysticercosis, Uganda // *Régression logistique conditionnelle des caractéristiques des porcs et séroprévalence de la cysticercose à Taenia solium, Ouganda*

Variable	Z	P	95% Confidence interval
Breed type	0.65	0.51	1.40–2.79
Sex	1.85	0.06	1.82–0.06
Age group	0.46	0.25	1.01–0.78

**Table IV:** Point estimates of diagnostic characteristics following pork inspection for *Taenia solium* detection, Uganda // *Valeurs estimées des caractéristiques diagnostiques consécutives à l'inspection de viande de porc pour la détection de Taenia solium, Ouganda*

Diagnostic characteristics	Point estimate (95% confidence interval)
Sensitivity	0.06 (0.02–0.15)
Specificity	1.00 (0.99–1.00)
Positive predictive value	1.00 (0.40–1.00)
Negative predictive value	0.90 (0.87–0.92)

### Meat inspectors and traders' perceptions on *Taenia* spp. infections

The two meat inspectors interviewed regarding detection of *Taenia* spp. infections in pigs had been working in the abattoir for the past 18 years. They noted that cysticercosis infection was the most prioritized condition during the routine meat inspection process. They estimated porcine cysticercosis prevalence to be lower than 1%, with about 150 kilograms of pork condemned per year as a result.

The 15 pig traders interviewed were mostly men (12), 20–40 years of age (12) and 46% had attained secondary education. Although all 15 traders had heard about porcine cysticercosis and referred to it as *akacere* in local Luganda language, meaning pork with rice spots, only five had ever seen cystic pork. All the respondents noted that their pork had never been condemned because of cysticercosis.

### DISCUSSION

The overall seroprevalence of *T. solium* infection observed in this study (10.8%) was lower than that reported in other abattoir surveys (Braae et al., 2015; Porphyre et al., 2015). The seroprevalence of *T. solium* cysticercosis in slaughtered pigs varied significantly according to the district of origin, those from Eastern Uganda being most affected. According to a previous study in Soroti, Eastern Uganda, the high prevalence of porcine cysticercosis was attributed to poor sanitation and exposure of roaming pigs to human feces (Zirintunda and Ekou, 2015). The lower seroprevalences in the districts of the Central region could be due to improved systems of management whereby pigs are in most cases confined, as well as the high level of sanitation in the region, especially better covering of latrines compared to other regions of the country (Dione et al., 2014; Muhanguzi et al., 2012). Although previous studies have reported demographic factors such as breed, age and sex to be predictors of *T. solium* cysticercosis seroprevalence in pigs (Kungu et al., 2017), this was not the case in this study.

The antemortem findings in this study agree with other works in Masaka, Kamuli and Mukono which reported a trend of occurrence of conditions similar to the clinical signs observed in this study (Kungu et al., 2017). Diarrhea associated conditions, skin scabs (mange, swine erysipelas) have been perceived by farmers to be the commonest signs along with reddened ventral abdominal area and ears (Dione et al., 2014). However, these reported clinical signs are not cardinal in diagnosis of *T. solium* cysticercosis, which is usually characterized by abnormal behavior such as seizures, trembling, twisting and walking in circles (Trevisan et al., 2016).

Meat inspection is mandatory in gazetted abattoirs as stated in the Public Health Act of Uganda. This is to ensure proper inspection and certification of pork before sale to retail outlets (Anon., 1964). In this study, only a few pigs were detected with cysts by postmortem meat inspection which is attributed to the poor sensitivity of meat inspection (only 6%), as previously reported (Dermauw et al., 2016; Thomas et al., 2016). Since its sensitivity and objectivity are dependent on the expertise and vigilance of meat inspectors, there is a possibility that the sensitivity of inspection may drop even further when many pigs are slaughtered in a day.

Unlike the occurrence of *T. hydatigena* infection reported in pork inspection studies in Burkina Faso (8.8%) and Tanzania (6.6%) (Dermauw et al., 2016; Braae et al., 2015), none was observed in this study. This could still be attributed to the poor sensitivity of the meat inspection method.

The current study further noted that the two designated meat inspectors at Wambizi abattoir were well informed about porcine

cysticercosis. The inspectors indicated that porcine cysticercosis was among the most prioritized conditions for control in the country. However, we observed laxity among the inspectors when the number of slaughters was high, which could result in some of the carcasses being stamped and exiting the abattoir without proper inspection. Such a tendency has been reported in other abattoir studies. It was also observed that traders had heard about porcine cysticercosis with one-third (5/15) of respondents having seen cystic pork. This level of awareness could have been created by the fact that *T. solium* cysticercosis occurs in many parts of the country.

■ CONCLUSION

This study provides evidence that *Taenia solium* cysticercosis is endemic in Uganda. Differing seroprevalences in pigs originating from different regions may point to the need to control *T. solium* infection in Uganda through improved husbandry and sanitation practices. Although meat inspection has a role in minimizing the zoonotic risk of porcine cysticercosis to consumers, the method is not an efficient detection tool when used alone. This can also be aggravated by the fatigue of the few inspectors at Wambizi abattoir when there is a high number of pigs slaughtered in a day. Since no *T. hydatigena* cysts were observed in this study, it is likely that the seroprevalence estimates of *Taenia* spp. infections obtained in this study and in previous works in the country could be caused by *T. solium*. Based on the present findings, it is recommended that the abattoir should improve disease detection by using both gross inspection and laboratory diagnosis.

Author contributions statement

JMK conceived and designed the study, collected, analyzed and interpreted the data, drafted and critically reviewed the manuscript; MA analyzed and interpreted the data, drafted and critically reviewed the ms.; MMD designed the study, collected, analyzed and interpreted the data, drafted and critically reviewed the ms. All authors gave final approval for submission of the ms.

Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

The study was funded by the USAID through their linkage fund to the CGIAR Research Program on Livestock and Fish. We are grateful to Dr. Lian Thomas for final editing of this work. We thank the Smallholder Pig Value Chain Development (SPVCD) project funded by the International Fund for Agricultural Development (IFAD) to CGIAR Research Program on Livestock through the International Livestock Research Institute (ILRI). We also thank pig traders and meat inspectors of Wambizi Cooperative abattoir who willingly offered their valuable time to participate in this study.

REFERENCES

Anon., 1964. The Public Health Act of The Republic of Uganda, 1935 (Meat/Milk rules), revised edition, Volume VII. Laws of Uganda.  
 Braae U.C., Kabululu M., Nørmark M.E., Nejsum P., Ngowi H.A., Johansen M.V., 2015. *Taenia hydatigena* cysticercosis in slaughtered pigs, goats, and sheep in Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.*, **47** (8): 1523-1530, doi: 10.1007/s11250-015-0892-6  
 Cortez Alcobedes M.M., Boggio G., Guerra M. de L., Rodriguez de Gavidia M., Rojas Reyes G.C., Ferrer E., Lares M., et al., 2010. Evidence that active transmission of porcine cysticercosis occurs in Venezuela. *Trop. Anim. Health Prod.*, **42** (3): 531-537, doi: 10.1007/s11250-009-9456-y

Dermauw V., Ganaba R., Cissé A., Ouedraogo B., Millogo A., Tarnagda Z., Van Hul A., et al., 2016. *Taenia hydatigena* in pigs in Burkina Faso: a cross-sectional abattoir study. *Vet. Parasitol.*, **230** (1): 9-13, doi: 10.1016/j.vetpar.2016.10.022  
 Dione M.M., Ouma E.A., Roesel K., Kungu J., Lule P., Pezo D., 2014. Participatory assessment of animal health and husbandry practices in smallholder pig production systems in three high poverty districts in Uganda. *Prev. Vet. Med.*, **117** (3-4): 565-576, doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.10.012  
 Dohoo I., Martin W., Stryhn H., 2009. Veterinary Epidemiologic Research, 2nd edition. VER. Inc, Charlottetown, Canada, 799 p.  
 FAOSTAT, 2014. Food Balance Sheet. FAO, www.fao.org/faostat/en/#data (accessed 24 Feb. 2019)  
 Herenda D., Chambers P.G., Ettriqui A., Seneviratna P., da Silva, T.J.P., 2000. Manual on meat inspection for developing countries. FAO, www.fao.org/docrep/003/t0756e00 (accessed 24 Feb. 2019)  
 Kungu J.M., Dione M.M., Ejobi F., Ocaido M., Grace D., 2017. Risk factors, perceptions and practices associated with *Taenia solium* cysticercosis and its control in the smallholder pig production systems in Uganda: a cross-sectional survey. *BMC Infect. Dis.*, **17** (1), 1, doi: 10.1186/s12879-016-2122-x  
 Lightowlers M.W., Garcia H.H., Gauci C.G., Donadeu M., Abela-Ridder B., 2016. Monitoring the outcomes of interventions against *Taenia solium*: options and suggestions. *Parasite Immunol.*, **38** (3): 158-169, doi: 10.1111/pim.12291  
 Muhanguzi D., Lutwama V., Mwiine F.N., 2012. Factors that influence pig production in Central Uganda - Case study of Nangabo Sub-County, Wakiso district. *Vet. world*, **5** (6): 346-351, doi: 10.5455/vetworld.2012.346-351  
 Murrell K.D., Dorny P., Flisser A., Geerts S., Kyvsgaard N.C., McManus D., Nash T., et al., 2005. WHO/FAO/OIE Guidelines for the surveillance, prevention and control of taeniosis/cysticercosis. OIE, Paris, France, 139 p.  
 Ngowi H.A., Kassuku A.A., Carabin H., Mlangwa J.E.D., Mlozi M.R.S., Mbilinyi B.P., Willingham A.L. 3<sup>rd</sup>, 2010. Spatial clustering of porcine cysticercosis in Mbulu district, northern Tanzania. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **4** (4): e652, doi: 10.1371/journal.pntd.0000652  
 OIE, 2008. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. www.oie.int/en/standard-setting/terrestrial-manual/access-online/ (accessed 28 Nov. 2019)  
 Ouma E., Dione M., Lule P., Roesel K., Pezo D., 2014. Characterization of smallholder pig production systems in Uganda: constraints and opportunities for engaging with market systems. *Livest. Res. Rural Dev.*, **26** (3): 56  
 Pondja A., Neves L., Mlangwa J., Afonso S., Fafetine J., Willingham A.L. 3<sup>rd</sup>, Thamsborg S.M., et al., 2010. Prevalence and Risk Factors of Porcine Cysticercosis in Angónia District, Mozambique. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **4** (2): e594, doi: 10.1371/journal.pntd.0000594  
 Porphyre V., Rasamoelina-Andriamanivo H., Rakotoarimanana A., Rasamoelina O., Bernard C., Jambou R., Cardinale E., 2015. Spatio-temporal prevalence of porcine cysticercosis in Madagascar based on meat inspection. *Parasit. Vectors*, **8**: 391, doi: 10.1186/s13071-015-0975-2  
 Thomas L.F., Harrison L.J., Toye P., de Glanville W.A., Cook E.A.J., Wamae C.N., Fèvre E.M., 2016. Prevalence of *Taenia solium* cysticercosis in pigs entering the food chain in western Kenya. *Trop. Anim. Health Prod.*, **48** (1): 233-238, doi: 10.1007/s11250-015-0949-6  
 Trevisan C., Mkupasi E.M., Ngowi H.A., Forkman B., Johansen M.V., 2016. Severe seizures in pigs naturally infected with *Taenia solium* in Tanzania. *Vet. Parasitol.*, **220** (1): 67-71, doi: 10.1016/j.vetpar.2016.02.025  
 Waiswa C., Fèvre E.M., Nsadh Z., Sikasunge C.S., Willingham A.L. 3<sup>rd</sup>, 2009. Porcine cysticercosis in southeast Uganda: seroprevalence in kamuli and kaliro districts. *J. Parasitol. Res.*, **2009**: 375493, 5 p., doi: 10.1155/2009/375493  
 Willingham A.L. 3<sup>rd</sup>, Wu H.W., Conlan J., Satrija F., 2010. Combating *Taenia solium* cysticercosis in Southeast Asia: an opportunity for improving human health and livestock production. *Adv. Parasitol.*, **72**: 235-66, doi: 10.1016/S0065-308X(10)72009-1  
 Winskill P., Harrison W.E., French M.D., Dixon M.A., Abela-Ridder B., Basáñez M.G., 2017. Assessing the impact of intervention strategies against *Taenia solium* cysticercosis using the EPICYST transmission model. *Parasit. Vectors*, **10** (1), 73, doi: 10.1186/s13071-017-1988-9  
 Zirintunda G., Ekou J., 2015. Occurrence of porcine cysticercosis in free-ranging pigs delivered to slaughter points in Arapai, Soroti district, Uganda. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **82** (1): 888, doi: 10.4102/ojvr.v82i1.888

## Résumé

**Kungu J.M., Afayoa M., Dione M.M.** Enquête sur la cysticercose à *Taenia solium* dans un abattoir de Kampala en Ouganda

Une enquête a été menée à l'abattoir Wambizi dans la ville de Kampala, en Ouganda, afin de déterminer la prévalence sérologique des infections par les *Taenia* chez les porcs et l'efficacité de l'inspection sanitaire pour identifier ces infestations parasitaires dans les carcasses de porcs abattus. Au total, 620 porcs ont été échantillonnés aléatoirement pendant trois mois. Des données individuelles sur les porcs, notamment le sexe, la race, le district d'origine, les signes cliniques *ante mortem* et les lésions *post mortem* ont été enregistrées. Des échantillons sanguins ont été prélevés pour des tests sérologiques. Un questionnaire a permis de déterminer les connaissances des inspecteurs chargés de l'examen des viandes et des négociants qui la commercialisaient à propos de la cysticercose à *T. solium*. Sur les 620 carcasses de porcs inspectées, seules quatre avaient des kystes de *T. solium* et aucune n'avait de kystes de *T. hydatigena*. En revanche, 67 porcs (10,8 %) ont été positifs par la sérologie Ag-ELISA B158C11A10/B60H8A4. Les séroprévalences étaient significativement différentes entre les districts d'origine ( $\chi^2 = 45,98$  ;  $p < 0,001$ ), les porcs venus des districts de l'est du pays ayant eu la séroprévalence la plus élevée. Les deux inspecteurs sanitaires de l'abattoir ont affirmé connaître le protocole d'inspection des carcasses de porc pour les infections à *Taenia* spp., bien qu'ils n'aient pas pu le suivre correctement en raison du trop grand nombre de carcasses à inspecter quotidiennement. Les 15 commerçants interrogés avaient entendu parler de la cysticercose porcine, mais seuls cinq d'entre eux avaient déjà vu un porc kystique. La cysticercose à *T. solium* reste une pathologie répandue chez les porcs en Ouganda. Toutefois, l'inspection des viandes n'est pas un outil de diagnostic fiable pour la détection efficace de la cysticercose à *T. solium*.

**Mots-clés :** porcine, *Taenia solium*, viande porcine, inspection des viandes, abattoir, zoonose, Ouganda

## Resumen

**Kungu J.M., Afayoa M., Dione M.M.** Encuesta sobre la cisticercosis por *Taenia solium* en un matadero de Kampala, Uganda

Se llevó a cabo una encuesta en el matadero de Wambizi en la ciudad de Kampala, Uganda, para corroborar mediante serología la prevalencia de infecciones por especies de *Taenia* en cerdos, así como el papel de la inspección de carne en el control de esta condición parasitaria en carcacas de cerdos de matadero. Un total de 620 cerdos fueron muestreados utilizando una simple selección aleatoria durante tres meses. La información individual de los cerdos incluyó sexo, raza, distrito de origen, signos clínicos *ante mortem* y lesiones registradas *post mortem*. Se colectaron muestras de sangre para estudios serológicos. Se utilizó un cuestionario para capturar las percepciones de los inspectores de carne y de los comerciantes de cerdos sobre la cisticercosis por *T. solium*. De las 620 carcacas de cerdo inspeccionadas, solamente cuatro presentaron quistes de *T. solium* y ninguna presentó quistes de *T. hydatigena*. La serología de 67 (10,8%) de los cerdos fue positiva para B158C11A10/B60H8A4 Ag-ELISA. Las seroprevalencias fueron significativamente diferentes entre distritos ( $\chi^2 = 45,98$ ;  $p < 0,001$ ), con seroprevalencias más elevadas en los cerdos provenientes de los distritos de este. Los dos inspectores de carne en el matadero conocían los protocolos de inspección de cerdos para infecciones por *Taenia* spp., sin embargo, no los siguieron adecuadamente debido al gran número de carcacas a inspeccionar diariamente. Todos los 15 comerciantes entrevistados habían oído sobre la cisticercosis porcina, pero solo cinco habían visto un quiste en cerdos. La cisticercosis por *T. solium* es todavía prevalente en cerdos en Uganda. La inspección de carne no es una herramienta de diagnóstico fiable para la detección eficiente de infecciones por *T. solium*.

**Palabras clave:** cerdo, *Taenia solium*, carne de cerdo, inspección de la carne, mataderos, zoonosis, Uganda

