

Sommaire / Contents

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

73-80 Typologie des fermes bovines dans les régions du nord du Cameroun. *Typology of cattle farms in the northern regions of Cameroon.* Kouamo J., Pa-ana P. (in English)

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

81-91 Production laitière à l'ouest du Burkina Faso dans un contexte d'émergence de laiteries : diversité des pratiques d'élevage et propositions d'amélioration. *Dairy production in Western Burkina Faso in a context of emergence of dairies: Diversity of breeding practices and proposals for improvement.* Sib O., Bougouma-Yamego V.M.C., Blanchard M., Gonzalez-Garcia E., Vall E. (en français)

93-97 Paramètres de reproduction et de dynamique de population de la chèvre locale de Mbanza-Ngungu en République démocratique du Congo. *Reproductive and population dynamics parameters of Mbanza-Ngungu's local goat in Democratic Republic of Congo.* Gasigwa Sabimana R., Baenyi Simon P., Kizungu Vumilia R. (en français)

RESSOURCES ALIMENTAIRES ET ALIMENTATION FEED RESOURCES AND FEEDING

99-103 Enrichissement en acides gras polyinsaturés oméga 3 du jaune d'œuf de cailles (*Coturnix coturnix japonica*) par les graines d'euphorbe (*Euphorbia heterophylla*). *Enrichment of quail (Coturnix coturnix japonica) egg yolks with omega-3 polyunsaturated fatty acids by euphorbia (Euphorbia heterophylla) seeds.* Kouakou N'G.D.V., Koffi K.F., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouassi G.F., Amoikon K.E., Kouba M. (en français)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

105-110 Piroplosmose bovines dans les provinces de Skikda et d'Oum El Bouaghi (nord-est de l'Algérie) : étude épidémiologique et estimation des pertes de production laitière. *Bovine piroplasmosis in the provinces of Skikda and Oum El Bouaghi (Northeastern Algeria): Epidemiological study and estimation of milk yield losses.* Benchikh Elfegoun M.C., Gharbi M., Merzekani Z., Kohil K. (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:*
Guillaume Duteurtre, Bernard Faye, Flavie Goutard,
Vincent Porphyre

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

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 Missouhou (SEN),
Harentsoaniana 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, mars 2018

Typology of cattle farms in the northern regions of Cameroon

Justin Kouamo^{1*} Paul Pa-ana¹

Keywords

Bos indicus, artificial insemination, typology, copulation, milk production, zebu, Cameroon

Submitted: 28 July 2017

Accepted: 4 January 2018

Published: 12 March 2018

DOI : 10.19182/remvt.31520

Summary

The aim of this study was to establish the typology of cattle farms in the northern regions of Cameroon in order to reveal structural and functional characteristics that could be selected for an artificial insemination program. A survey was carried out among 54 breeders. The results showed that the farmers were predominantly of the Fulani ethnic group (81.5%) with men prevailing (92.6%). Their levels of education were primary (31.5%), secondary (18.5%), and higher (25.9%). They were involved in full-time agricultural production activity (42.6%), cattle breeding and agropastoralism. Civil servants represented more than a third of the sample. The genetic structure of the herds was dominated by local breeds: 53.7% Gudali zebu, 44.4% Djafoun and 5.6% Akou. In addition, 44.4% of them bred cross-breeds and 16.7% Holsteins. A multiple correspondence analysis was performed to determine the typology of the farms studied. Based on the structural (herd size, forage area, dairy productivity per cow per day, and related infrastructure) and functional (feeding, herd management, technological choice) characteristics of the farms, three types were identified. Type I breeders (37%) practiced the extensive system, and type II breeders (18.5%) the semi-intensive system. They were present in the Adamawa region and preferred natural mating (56%) and artificial insemination (100%), respectively, as a reproductive means. Type III breeders (44.5%) practiced the semi-extensive system. They were only present in the North and Far North regions and preferred (98%) natural mating as a reproductive means. Type II farmers were located in Vina Division (Adamawa) and they offered the best potentialities with the practice of artificial insemination. They may be considered as pilot for the revival of the dairy sector in this part of Cameroon.

■ How to quote this article: Kouamo J., Pa-ana P., 2017. Typology of cattle farms in the northern regions of Cameroon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (3): 73-80, doi: 10.19182/remvt.31520

■ INTRODUCTION

In Cameroon, 35% of the rural population lives exclusively on livestock (MINEPIA, 2013). Thus, livestock is the sector that offers the largest number of opportunities to rural populations in the northern regions, both in the diversity of the types of livestock and in the multiplicity of activities that are developing in this sector such as fattening, milk production, dairy processing (ACDIC, 2006). Ensuring food security in milk and dairy products is a priority for public authorities implementing intensification strategies based on the production of local cattle breeds. With an estimated population of 5.8 million head of cattle (MINEPIA, 2015) and the natural conditions favorable to livestock in certain regions, the high demand for milk and milk products constitutes a potential opportunity. Milk production is carried out essentially in a traditional way. The modern part barely represents 2% of production. The milk sector, although having significant potential, remains

undeveloped. Total milk production is currently estimated at 174,000 tons over an average lactation period of about 180 days. Total consumption of milk and dairy products was around 260,000 tons in 2015 and will reach 310,000 tons in 2025. The consumption per inhabitant per year of 19.8 kilograms is much lower than the world average of 45 kilograms (MINEPIA, 2015). Thus, an intensive breeding program using artificial insemination (AI) was initiated by Cameroon Government in the northern regions (Far North, North and Adamawa) to improve the productivity of local breeds and increase national milk production. The Agricultural Productivity Improvement Program (APIP) / Support to Development of the Dairy Sector (SDDS) cofinanced by the European Union and Cameroon Government has been implemented. One of its objectives is to improve local dairy production through the use of AI, and thus to train, equip and structure the actors of the dairy sector to secure their incomes and improve their livelihoods. Despite numerous technical and economic support operations with the establishment of dairy projects and significant investments from breeders, the country remains largely dependent on imports which cost nearly 30 billion CFA francs in 2007 (MINEPIA, 2009). This dependence on imports is attributed to the lack of livestock management techniques, notably herd feeding, sanitary cover (Ebangi et al., 2011) and reproduction control (Bayemi et al., 2005a). However, the efforts made by the government also give rise to a controversial debate over past failures to intensify milk production. In order to guide the development of livestock programs, it is essential to

1. School of Veterinary Medicine and Sciences, University of Ngaoundere, PO Box 454, Ngaoundere, Cameroon.

* Corresponding author
Tel.: +237 675 37 69 54; Email: justinkouamo@yahoo.fr



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

understand beforehand the structure of the production units, the forms of organization and the strategies of production and reproduction. For this purpose, it is important to know breeders' characteristics as well as those of cattle farms and of herds benefiting from development programs to improve dairy productivity in Cameroon. This study was designed to establish a typology of cattle farms that could be selected for AI programs in the northern regions of Cameroon.

■ MATERIALS AND METHODS

Study area

This work was conducted from January to June 2017 in the northern regions of Cameroon (Far North, North and Adamawa). These regions were selected because they represent 83% of the national cattle population (Bouba, 2005) and reproductive biotechnologies are being popularized by the Cameroonian government.

The Far North region is located between 10° and 13° N, and 13° and 15° E; it covers an area of 34,262 km². It is characterized by a Sudano-Sahelian climate with two seasons: a short rainy season (June to September) and a long dry season (October to May). Average annual rainfall is 400–1100 mm, maximum temperatures reach 40°C in Maroua and 41°C in Kousseri between March and April, and minima 16–18°C between December and February.

The North region is located between 12° and 16° N, and 7° and 10° E; it covers an area of 66,090 km². The tropical climate is of the Sudanian type with two seasons: a rainy season (May to September) and a dry season (October to April). Average annual rainfall is 100–1300 mm, and minimum and maximum temperatures are 14°C in December and 40°C in April.

The Adamawa region is located between 6° and 8° N, and between 11° and 15° E; it covers an area of 72,000 km². It is characterized by a Sudano-Guinean climate with two seasons, a rainy and a dry season. Sometimes up to seven months of rainfall are recorded per year with rainfall exceeding 1500 mm. Minimum and maximum recorded temperatures are 15.2°C and 29°C, respectively.

Data collection

The questionnaires were developed from personal interviews with breeders. The designed questions were entered with Sphinx Plus² version 4.0 software. The interviews were carried out in *fulfuldé* (language spoken widely in the northern regions of Cameroon) directly with 54 breeders: 14 in the Far North, 10 in the North and 30 in Adamawa. The breeders were those retained in the previously mentioned program (APIP/SDDS). The questions concerned their location, ethnicity, age, level of education, main activity, and years of experience in the use of reproductive technologies in their farms. With regard to farms, the questions concerned the breeding system, presence of a cattle shed, fodder cultivation, practice of forage conservation, types of fodder conserved and supplements, grazing methods, sources of water and destination of products (milk or meat). With regard to herds, we collected information on the breeds, size of the herd, number of females/males, age of females/males, quantity of milk per day per cow in the rainy and dry seasons, and recurrent diseases.

Statistical analysis

Typological analysis is an aggregative method for grouping individuals into segments on the basis of similarities. It offers the advantage of simplifying the information while freeing the main features (Schwartz, 1963). For the statistical analysis, SPAD version 5.5 software was used. For the typological analysis, 27 variables were selected and coded, of which thirteen (region, ethnic group, main activity, breed, source of

water, pasture displacement, dip, sprayer, barn, forage, supplementation, milk and meat flow, preferred reproductive technology) were active nominal variables with two to five modalities. Ten were continuous illustrative variables (average age of animal, age of females and males, number of females and males, herd size, liters of milk in rainy and dry seasons, liters of milk per farm per year, number of hectares cultivated), and four were illustrative nominal variables (gender of the breeder, level of education, main diseases, supplements). These 14 illustrative variables did not contribute significantly to class formation.

We carried out the following analyses: multiple correspondence analysis (MCA), description of factorial axes, hierarchical ascending classification (HAC), tree break, class description and characterization of typology classes. The analysis of the histogram of the eigenvalues made possible the retainment of the first five factorial axes which collected at least 53.26% of all information. In order to form groups of farms with similar characteristics, the ascending hierarchical classification allowed to obtain a histogram of the index level and the analysis revealed two stall levels between levels 1–2 and 2–3. The cuts of the dendrogram were made at levels 2 and 3. The analysis allowed to identify two partitions with two and three classes, but that of the three classes was the most homogeneous according to the classification criteria used (Figure 1).

The Chi-square test was used to compare the modalities of the variable proportions for the three types to the significance threshold of 5%.

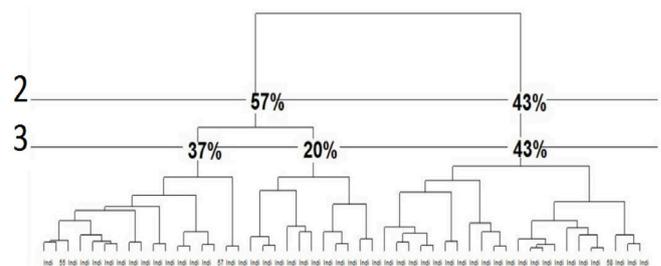


Figure 1: Hierarchical ascending classification dendrogram. Farms (Indi) were grouped together following their similarity to form a partition and the cuts of the dendrogram were made at levels 2 and 3.

■ RESULTS

Characteristics of the cattle farms

Socioprofessional characteristics of breeders

Farmers were predominantly Fulani (81.5%) and men (92.6%) (Table I). They were full-time agricultural producers (42.6%), including cattle breeders and agropastoralists. Civil servants also represented more than a third of the sample. In the Adamawa, breeders had significantly ($p < 0.05$) accumulated more years of experience (5.5 ± 3.7 years) in AI than breeders from the North and Far North.

Farm characteristics

The semi-extensive system, where animals grazed on pastureland during the day and received supplement in the morning and/or evening after returning from pastures, was the most common method of breeding in the farms surveyed (87%) (Table II). However, in the Adamawa, there were eight farms where animals did not go to natural pasture. The conservation of millet stems was significantly ($p < 0.05$) the prerogative of farmers in the Far North as well as supplementation with cereals (18.5%) and cotton hulls (11.1%). The majority of milk was self-consumed or sold by 48.1% of the breeders and pasture surfaces were larger in Adamawa farms.

Table I
 Socio-occupational characteristics of breeders in Northern Cameroon

Variables	Modalities	Adamawa (%)	North (%)	Far North (%)	Total (%)
Gender	Male	29 (53.7)	10 (18.5)	11 (20.4)	50 (92.6)
	Female	1 (1.9)	0 (0.0)	3 (5.6)	4 (7.4)
Ethnic group	Fulani	29 (53.7)	5 (9.3)	10 (18.5)	44 (81.5)
	Toupouri	1 (1.9)	2 (3.7)	1 (1.9)	4 (7.4)
	Mandara	0 (0.0)*	0 (0.0)*	3 (5.6)*	3 (5.6)
	Fali	0 (0.0)*	2 (3.7)*	0 (0.0)*	2 (3.7)
	Guidar	0 (0.0)*	1 (1.9)*	0 (0.0)*	1 (1.9)
Level of education	None	9 (16.7)	4 (7.4)	0 (0.0)	13 (24.1)
	Primary school	10 (18.5)	2 (3.7)	5 (9.3)	17 (31.5)
	Secondary school	5 (9.3)	1 (1.9)	4 (7.4)	10 (18.5)
	Higher education	6 (11.1)	3 (5.6)	5 (9.3)	14 (25.9)
Main activity	Cattle breeder	7 (13.0)	1 (1.9)	1 (1.9)	9 (16.7)
	Agropastoralist	10 (18.5)	2 (3.7)	2 (3.7)	14 (25.9)
	Civil servant	4 (7.4%)*	4 (7.4)*	11 (20.4)*	19 (35.2)
	Trader	9 (16.7)	3 (5.6)	0 (0.0)	12 (22.2)
Age (years)	Mean ± SD	45.30 ± 11.91	45.60 ± 12.29	53.86 ± 13.68	47.57 ± 12.77
Experience (years)	Mean ± SD	5.50 ± 3.68*	2.60 ± 1.26*	2.21 ± 0.58*	4.11 ± 3.20
Total		30 (55.6)	10 (18.5)	14 (25.9)	54 (100)

* Significant difference; SD: standard deviation

Table II
 Characteristics of farms according to the region in Northern Cameroon

Variables	Modalities	Adamawa (%)	North (%)	Far North (%)	Total (%)
Breeding system	Extensive	1 (1.9)	3 (5.6)	1 (1.9)	5 (9.3)
	Semi-extensive	27 (50.0)	7 (13.0)	13 (24.1)	47(87.0)
	Intensive	2 (3.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (3.7)
Source of water supply	Water tower	5 (9.3)	0 (0.0)	1 (1.9)	6 (11.1)
	Drilling	11 (20.4)	2 (3.7)	9 (16.7)	22 (40.7)
	River	19 (35.2)	7 (13.0)	6 (11.1)	32 (59.3)
	Well	0 (0.0)	1 (1.9)	0 (0.0)	1 (1.9)
Pasture use	Yes	22 (40.7)	10 (18.0)	14 (25.9)	46 (85.2)
	No	8 (14.8)*	0 (0.0)*	0 (0.0)*	8 (14.8)
Dip use	Yes	5 (9.3)	1 (1.9)	0 (0.0)	6 (11.1)
	No	25 (46.3)	9 (16.7)	14 (25.9)	48 (88.9)
Spray use	Yes	18 (33.3)	6 (11.1)	9 (16.7)	33 (61.1)
	No	12 (22.2)	4 (7.4)	5 (9.3)	21 (38.9)
Presence of cattle shed	Yes	10 (18.5)	2 (3.7)	2 (3.7)	14 (25.9)
	No	20 (37.0)	8 (14.8)	12 (22.2)	40 (74.1)
Type of fodder reserve	<i>Brachiaria</i> ssp.	26 (48.1)	7 (13.0)	8 (14.8)	41 (75.9)
	Millet stem	0 (0.0)*	0 (0.0)*	5 (9.3)*	5 (9.3)
No reserve		4 (7.4)	3 (5.6)	6 (11.1)	13 (24.1)
Type of supplement	Cake	26 (48.1)	10 (18.5)	14 (25.9)	50 (92.6)
	Concentrate	7 (13.0)	1 (1.9)	1 (1.9)	9 (16.7)
	Cereal bran	3 (5.6)*	6 (11.1)*	10 (18.5)*	19 (35.2)
	Cotton hull	0 (0.0)*	0 (0.0)*	6 (11.1)*	6 (11.1)
No supplement		2 (3.7)*	0 (0.0)*	0 (0.0)*	2 (3.7)
Product destination (milk)	Shepherd	9 (16.7)	0 (0.0)	1 (1.9)	10 (18.5)
	Consumption + shepherd	4 (7.4)	2 (3.7)	5 (9.3)	11 (20.4)
	Sale	6 (11.1)	1 (1.9)	0 (0.0)	7 (13.0)
	Consumption + sale	11 (20.4)	7 (13.0)	8 (14.8)	26 (48.1)
Pasture land (ha)	Mean ± SD	10.03 ± 12.76*	2.60 ± 4.1*	2.29 ± 4.12*	6.65 ± 10.53
Total		30 (55.6)	10 (18.5)	14 (25.9)	54 (100)

* Significant difference

Herd characteristics

The main breeds found in Adamawa were the Gudali zebu (53.7%), Gudali x Holstein crossbred (44.4%) and Holstein (16.7%). In the Far North and North the breeds encountered were the Djafoun (44.4%) and Akou zebu (5.6%) (Table III). Foot and mouth was the recurrent disease (96.3%), followed by trypanosomosis (77.8%).

Typology

The ascending hierarchical classification revealed three classes of cattle farms (Figure 2; Table IV).

Type I breeders

The type I breeders represented 37% of the breeders (n = 20). There was no infrastructure on the farms and the source of water remained generally the river (55.6%). On average, they consisted of 31 ± 25 head, 26 ± 20 females and 5 ± 8 males with a sex ratio of 0.18. They were characterized by a small grazing area of 4.9 ± 5 ha. Although forage was grown to feed the animals during the harsh season, milk production per day per cow in the rainy (1.8 ± 1.3 L) and dry (1.3 ± 1 L) seasons, and per year (682 ± 1327 L) was the lowest. The milk from these farms was mainly kept for home consumption and calves (80%). Gudali and crossbreds grazed during the day and were scarcely supplemented when returning from grazing. The preferred reproductive practice was natural mating (56%). These farms could be classified in the extensive system. They were only found in the Adamawa where breeders are Fulani, illiterate at 45%. The main activities of these farmers were livestock breeding and trade.

Type II breeders

The type II breeders represented 18.5% of the farms (n = 10) and were characterized by the size of their herd with 50 ± 26 head, which

consisted of 39 ± 23 females and 7 ± 9 males with a sex ratio of 0.18. They used the largest grazing areas (18 ± 18 ha) compared to the average of the total sample (6.6 ± 10 ha). Similarly, the dairy production per cow per day was higher in the rainy (4.4 ± 3.7 L) and dry (3 ± 3 L) seasons, and per herd per year (9493 ± 16371 L) than in types I and III. The milk produced was mainly for sale (63.7%). The animals bred were Holstein (45.4% of the breeders used them) and crossbreds (Gudali x Holstein) (72.7%). They preferred AI (100%) as a reproductive technology to improve the genetic material of their herd. The animals did not go to pasture but were fed in cattle sheds and supplemented with oilcakes (100%) and concentrate (36.4%), water came from water towers or drills. These farms could be qualified as semi-intensive and were only found in Vina Division (Adamawa). This system was owned by the Fulani. Some of them had a secondary (36.4%) or university (36.4%) level of education, many were civil servants (45.5%) or traders (27.3%).

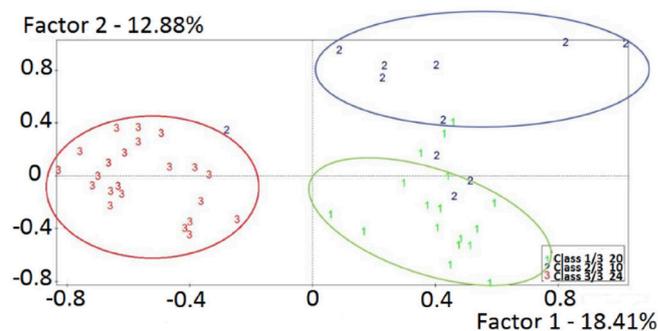


Figure 2: Projection of the farm classes on the factorial planes 1, 2.

Table III
Characteristics of cattle herds in Northern Cameroon

Variables	Modalities	Adamawa (%)	North (%)	Far North (%)	Total (%)
Breed	Djafoun	2 (3.7)*	9 (16.7)*	13 (24.1)*	24 (44.4)
	Akou	1 (1.9)*	2 (3.7)*	0 (0.0)*	3 (5.6)
	Gudali	29 (53.7)*	0 (0.0)*	0 (0.0)*	29 (53.7)
	Holstein	8 (14.8)*	1 (1.9)*	0 (0.0)*	9 (16.7)
	Crossbred	21 (38.9)	1 (1.9)	2 (3.7)	24 (44.4)
Recurrent disease	Abortion	16 (29.6)*	0 (0.0)*	0 (0.0)*	16 (29.6)
	Non-delivery	2 (3.7)*	0 (0.0)*	0 (0.0)*	2 (3.7)
	Trypanosomosis	28 (51.9)	5 (9.3)	9 (16.7)	42 (77.8)
	Foot and mouth	29 (53.7)	10 (18.5)	13 (24.1)	52 (96.3)
	CBPP	2 (3.7)*	3 (5.6)*	11 (20.4)*	16 (29.6)
	Dermatophylosis	6 (11.1)	0 (0.0)	1 (1.9)	7 (13.0)
Herd size	Mean ± SD	38.87 ± 26.85	48.10 ± 32.17	37.64 ± 24.85	40.26 ± 27.13
Number of females	Mean ± SD	31.50 ± 21.29	33.60 ± 21.33	25.86 ± 17.14	30.43 ± 20.14
Average age of females (years)	Mean ± SD	5.77 ± 1.19	4.60 ± 0.97	5.50 ± 2.14	5.48 ± 1.50
Number of males	Mean ± SD	5.63 ± 8.30	13.70 ± 12.76	11.00 ± 10.78	8.52 ± 10.26
Average age of males (years)	Mean ± SD	2.60 ± 1.98	4.00 ± 1.25	3.50 ± 1.40	3.09 ± 1.79
Milk/cow/day/rainy season (L)	Mean ± SD	3.03 ± 2.70	2.80 ± 1.55	2.57 ± 0.76	2.87 ± 2.14
Milk/cow/day/dry season (L)	Mean ± SD	1.77 ± 2.03	1.40 ± 1.43	1.57 ± 1.55	1.65 ± 1.79
Milk/year (L)	Mean ± SD	3 712.33 ± 10 585.18	2 317.50 ± 3 317.84	3 042.86 ± 7 742.86	3280.46 ± 8841.84
Total		30 (55.6)	10 (18.5)	14 (25.9)	54 (100)

* Significant difference; CBPP: contagious bovine peripneumonia

Table IV
Main characteristics of the three types of breeders in Northern Cameroon

Variables	Type I breeders (%)	Type II breeders (%)	Type III breeders (%)
	20 (37)	10 (18.5)	24 (44.5)
Region	Adamawa (100)	Vina (Adamawa): (100)	North (39.13) Far North (60.87)
Gender	Male (95) Female (5)	Male (100) Female (0.0)	Male (87) Female (13)
Ethnic group	Fulani (100)	Fulani (100)	Fulani (60.9) Other (34.7)
Level of education	None (45)	Higher education (36.4)	Higher education (30.4)
Main activity	Cattle breeder (35) Trader (35)	Civil servant (45.5) Trader (27.3)	Civil servant (65.2) Agropastoralist (17.4)
Breed	Gudali (100) Crossbred (100)	Holstein (45.45) Crossbred (72.7)	Djafoun (95.65) Akou (8.7)
Pasture use	Yes (100)	No (100)	Yes (100)
Type of supplement	Cake (5)	Cake (100) Concentrate (36.4)	Cake (95.7) Cereal bran (73.9) Cotton hull (26.09)
Source of water supply	River (55.6)	Water tower (54.5)	River (47.8%)
Presence of cattle shed	No (100)	Yes (100)	No (82.6%)
Herd size	31.25 ± 25.56	49.91 ± 26.36	43.26 ± 27.77
Number of females	26.20 ± 20.48	39.09 ± 23.02	31.04 ± 19.44
Number of males	4.85 ± 7.78	7.09 ± 8.92	11.70 ± 10.87
Sex ratio	0.18	0.18	0.37
Pasture land (ha)	4.90 ± 5.00	18.09 ± 17.81	2.52 ± 4.10
Milk/cow/day/rainy season (L)	1.80 ± 1.32	4.45 ± 3.72	2.39 ± 0.75
Milk/cow/day/dry season (L)	1.33 ± 0.98	3.05 ± 3.00	1.39 ± 1.30
Milk/year/herd (L)	682.25 ± 1326.93	9493.18 ± 16371.56	2546.74 ± 6255.05
Destination of products (milk)	Shepherd + consumption (80)	Sale (63.7)	Consumption + sale (52.2)
Reproductive technology preferred	Natural mating (56)	AI (100)	Natural mating (98)

AI: artificial insemination

Type III breeders

The type III breeders represented 44.5% of the farms (n = 24) with an average herd size of 43 ± 28 head, 31 ± 19 females and 12 ± 11 males with a sex ratio of 0.37. They used small grazing areas (2.5 ± 4.1 ha). Milk production per cow per day in the rainy and dry seasons, and per year was 2.4 ± 0.7 L, 1.4 ± 1.3 L, and 2546 ± 6255 L, respectively. Milk was mostly produced by the Djafoun (95.6%) and the Akou (8.7%). For 52.2% of the farmers, the milk produced was mainly for home consumption and for sale. The main reproductive practice was natural mating (98%). The animals were sent to the pasture in the morning and received supplements, which were mostly made up of cake (95.7%), cereal brand (73.9%) and cotton hulls (26.1%), in the morning or evening. The main sources of water were rivers and drills. The farms were semi-extensive and found in the North and Far North, where 60.9% of the farmers were Fulani and 38.1% belonged to other ethnic groups (Toupouri, Mandara, Fali and Guidar). The farmers were either civil servants or agropastoralists.

DISCUSSION

Characterization of breeders, farms and herds

The breeders surveyed were mostly Fulani (81.5%), which is in agreement with the ethnological data of Cameroon reported by Barbier (1983) who calls them 'populations of breeders'. Boukar et al. (2015) in the western highlands of Cameroon, and Somda et al. (2004) in Guinea also report 72.6% and 98.9% of Fulani herders, respectively. On the other hand, Kouamo et al. (2009) in the region of Thies in Senegal observe that only 10.3% of the breeders are Fulani. This difference is due to the fact that the Wolof (51%) and Serere (38.1%) are the majority in this region of Senegal. The male and female proportions were similar to a study conducted by Boukar et al. (2015), and Somda et al. (2004). Women's initiative in animal production shows the importance of dairy production in diversifying women's income as they seek financial empowerment. Dieng et al. (2014) note a hierarchy in the profession in which, due to cultural considerations of traditional African societies, women

are more involved in marketing and processing milk, whereas men are involved in production. This study showed that civil servants also represented more than a third of the sample. Currently, dairy production is a source of income for new investors who are increasingly involved in animal production and processing of their products (Dia-Sow et al., 2007). However, it should be noted that civil servants were accessed more easily than other categories of breeders in this study.

The semi-extensive system was the most widely used (87%). Studies carried out by Blama et al. (2016) in Far North Cameroon, and Asseu (2010) in Kaolack (Senegal) report that 66.6% and 87.2%, respectively, of the surveyed farmers practice the extensive system, i.e. natural pasture is the main source of feed. However, studies conducted by Kaouche et al. (2012) in Algeria, and Hiernaux et al. (2016) in Niger report that 92.8% and 88.1% of the farmers, respectively, practice supplementation and zero grazing. The restriction of grazing areas, the degradation of pastures and inadequate feeding are factors of failure of any reproductive technology, and may explain the transition from the extensive to the semi-extensive system in the present study. The study also showed that 96.3% of farmers gave supplements and 75.9% of them had forage reserves. These reserves consisted mainly of *Brachiaria* spp. and millet stems. This suggests that *Brachiaria* spp. and cereal straw are the staple feed for farms benefiting from dairy productivity enhancement in the study area. Supplementation was made of cereal meals and brand, whereas in suburban Dakar supplements consist mainly of brewery by-products (Ba Diao et al., 2006).

The main breeds used were local (Gudali) and crossed breeds (Gudali x Holstein) as reported by several authors (Kibwana et al., 2012; Mingoas et al., 2014; Kamga et al., 2001). For local breeds, milk production is estimated at 1.5 to 3 liters per day (Messine et al., 1995). In a semi-intensive or intensive system, Bayemi et al. (2005b) report that in the rainy season, the crossbred and the pure Holstein produce daily 8-15 L and 25 L, respectively. They note that despite their relatively difficult adaptation in Cameroon, exotic breeds have better dairy production and reproductive parameters (24 months for sexual maturity) than local breeds (36 months). Thus, artificial insemination is a good means to increase the milk production of local cows thanks to the genetic progress of selected bulls while preserving the natural adaptability of local breeds. The present study showed that the foot-and-mouth virus circulated in this part of Cameroon. Mingoas et al. (2014) report that foot and mouth (14.5%) is the main disease after trypanosomiasis (74.5%). This shows that animal health is not sufficiently under control in sub-Saharan Africa and Cameroon in particular. Consequently, it affects genetic progress and causes economic losses.

Classes of farms

Type I breeders practiced typical extensive animal production, i.e. they limited inputs making it necessary for them to move the herds over long distances to search for pasture. These characteristics are similar to those of the so-called familial system described by Uddin et al. (2013) in Bangladesh. The low production of milk per cow in both the rainy and dry seasons, despite the presence of crossbreds in the herds, is inherent to the extensive system applied. Lhoste (1991) reports that crossbreds from a cross between local and exotic breeds are not usable in an extensive regime. According to Bouyer (2006), it is hard to implement reproductive technologies in this system, particularly AI, because it is very difficult to keep the appointments for insemination since the breeder and his herd move with the seasons and available pasture and water. Moreover, the practice of AI is made tedious from the lack of basic infrastructure. Dairy production is mainly oriented toward home consumption, which can be explained by the low productivity of the animals and the lack of reliable information on the milk market. Odero-Waitituh (2017) and Dia-Sow et al. (2007) report that small-scale family farms face production and marketing constraints, including fluctuations

in the quantities offered, lack of storage, processing facilities, transportation, milk delivery in large shopping areas, and reduced access to AI service. According to farmers of this type, to sell more milk, they would have to obtain a daily production level of at least five liters per day per cow. This implies the improvement of the genetic material as well as of animal feeding.

Type II farm characteristics, described as semi-intensive systems, were similar to those of large dairy farms reported by Sraïri et al. (2003) in Morocco and Bir et al. (2014) in Algeria, where grazing areas and herd size are the most important, and feeding (hay and concentrate) combined with supplementation was highest. In order to intensify dairy farms, this type of breeders deserves particular attention for development programs because their success will convince skeptical farmers to use AI. Understanding the added value of innovation in animal production (e.g. AI, forage production, feeding to the barn), will be facilitated by a higher level of education. Dantas et al. (2016) in the Amazonian State in Brazil and Uddin et al. (2013) in Bangladesh report that in farms where the level of education is high, the adoption of new reproductive technologies, use of dietary supplements, herd management and reproductive management are enhanced and more widespread. Therefore, it appears to be the ideal type for the use of new reproductive technologies. These farms based in Vina Division offer potentialities for the development of reproductive technologies. Cameroon would benefit from investing in the organization of this type of farms and the development of basal infrastructures for the revival of the dairy sector. Several countries have made the move to meet the challenge of dairy sector productivity, e.g. China, which has undertaken important policies in this area through the 'New Hope Dairy Group' project (World Bank, 1995).

Type III corresponds to the semi-extensive system in which breeders are settled. Agricultural and industrial by-products (e.g. cotton hulls, cotton grains) are distributed to the animals after the return from pastures. This confirms the characteristics of the farms described by Kibwana et al. (2012), Blama et al. (2016), and Dia-sow et al. (2007). The share of land dedicated to forage production for animal feed is the lowest in the sample since breeding is not the only activity of these farmers; they also grow crops (17.4% agropastoralists). Pham Duy Khanh et al. (2016) report that family farms have the smallest forage areas because they leave a relatively large share to food crops. This type offers favorable conditions to improve milk production by the use of AI because of the availability of crop residues (e.g. cereal straw, millet stalk, cotton hulls). According to Bouyer (2006), this type seems to be better adapted than type I to the use of reproductive technologies since transhumance is not practiced and the animals are often better fed than in pastoral farming. However, industry by-products were either insufficient or too expensive and explained the undernourishment of the animals, which did not allow the externalization of the dairy potential of the genetic resources used. These constraints were similar to those reported by other authors (Dia-Sow, 2004; Dia-Sow et al., 2005). The domestic consumption and sale of milk in this type of farm can significantly contribute to meet the local demand for milk, especially if the existing genetic material is to be improved. Messine et al. (1995) report that crossbreeding local with exotic breeds resulted in products whose production performance almost doubled compared to that of local breeds.

Informal marketing and long distance from the market limit the demand and supply of domestically produced milk and dairy products in local markets. Breeders who are far from urban centers (types I and III) cannot easily sell their milk. Consequently, cows are milked once a day to sustain family needs. At farm level, there are no cooling or storage facilities for fresh milk, neither processing facilities nor technical know-how. Thus, traditional treatments are performed frequently by women to obtain the following local products: *pendidam* (fermented milk), *kindirmu* (local yogurt), *lebol* (butter), *nebam* (butter oil) and sour milk (Bayemi et al. 2005a). In suburban areas (Vina), there is no milk collection system for processing, and milk is mainly sold (63.7%) every day by

the farmer directly to the consumers of the city of Ngaoundere, the rest is self-consumed. It is necessary to set up a dairy sector in this area for the successful intensification of milk production.

CONCLUSION

This typology reveals that factors such as the environment and its resources seem to be determinant in the formation of breeders, and the choice of any reproductive technology depends on the system used. The type II farms in Vina Division offer potentials for the development of AI practices, dairy production, and breeders of these farms could be considered as pilots for the revival of the dairy sector in Cameroon. For a successful intensification of milk production, it is necessary to train farmers to manage a dairy herd, organize the milk market, and set up an efficient system of milk collection and a milk cold chain from the farmer to the consumer.

Acknowledgments

The authors are grateful to the regional and departmental delegations of animal husbandry, fisheries and animal industries in the northern regions for their considerable contribution to the provision of lists of breeders who have benefited from dairy productivity improvement projects in the area.

REFERENCES

- ACDIC., 2006. Filière laitière au Cameroun, 69 p. www.cfsi.asso.fr>20-etude-lait-cameroun (consulté 26 déc. 2017)
- Asseu K.C.A., 2010. Evaluation du degré d'acceptation de l'insémination artificielle bovine à Kaolack au Sénégal. Thèse Méd. Vét., Université de Dakar, Sénégal, 121 p.
- Ba Diao M., Dieng A., Seck M.M., Ngomibé R.C. 2006. Feeding practices and productivity of dairy cows in the suburban area of Dakar. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **59** (1-4): 43-49, doi : 10.19182/remvt.9953
- Barbier J.C., 1983. Les groupes ethniques et langue du Cameroun. In : L'Encyclopédie de la République unie du Cameroun. NEA, Douala, Cameroun, 239-260
- Bayemi P.H., Bryant M.J., Perera B.M.A.O., Mbanya J.N., Cavestany D., Webb E.C., 2005a. Milk production in Cameroon: A review. *Livest. Res. Rural Dev.*, **17** (6), www.lrrd.org/lrrd17/6/baye17060.htm
- Bayemi P.H., Bryant M.J., Pingpoh D., Imele H., Mbanya J., Tanya V., Cavestany D. et al., 2005b. Participatory rural appraisal of dairy farms in the North West province of Cameroon. *Livest. Res. Rural Dev.*, **17** (6), www.lrrd.org/lrrd17/6/baye17059.htm
- Bir A., Yakhlef H., Madani T., 2014. Diversité des exploitations agricoles laitières en zone semi-aride de Sétif (Algérie). *Livest. Res. Rural Dev.*, **26** (2), www.lrrd.org/lrrd26/2/bir26026.htm
- Blama Y., Ziebe R., Rigolot C., 2016. Typologie des élevages sédentaires en zone semi-aride : cas du Cameroun. *Livest. Res. Rural Dev.*, **28** (5), www.lrrd.org/lrrd28/5/blam28087.html
- Bouba M., 2005. Evolution et situation actuelle de l'élevage au Cameroun. Rapport de synthèse. Minepia, Cameroun, 42 p.
- Boukar O., Fotso Kenmogne P.R, Yaya M., Manjeli Y., 2015. Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'élevage bovin à viande dans le département du Noun, région de l'Ouest-Cameroun. *Livest. Res. Rural Dev.*, **27** (6), www.lrrd.org/lrrd27/6/fots27110.html
- Bouyer B., 2006. Bilan et analyse de l'utilisation de l'insémination artificielle dans les programmes d'amélioration génétique des races laitières en Afrique soudano-sahélienne. Thèse Méd. Vét., Université de Lyon, France
- Dantas V.V., Oaigen R.P., Santos M.A.S., Marques C.S.S., Silva F., 2016. Typology of dairy production systems in the Eastern Amazon, Pará, Brazil. *Livest. Res. Rural Dev.*, **28** (6), www.lrrd.org/lrrd28/6/dant28109.htm
- Dia-sow F., 2004. L'emboche paysanne, un exemple d'adaptation de l'élevage traditionnel à la nouvelle situation agricole dans le bassin arachidier au Sénégal. *Cah. Agric.*, **13** : 211-219
- Dia-sow F., Somda J., Kamuanga M., Diop M., Cissé W., Maal I., Ndiaye S., 2005. Caractérisation socio-économique de la filière laitière dans le Bassin arachidier du Sénégal : dotation en ressources productives et rentabilité économique comparative des bovins locaux et métis. ITC, Banjul, The Gambia, 50 p. (Socio-economic paper ; 5)
- Dia-sow F., Somda J., Kamuanga M., 2007. Dynamics of the dairy subsector in the Sahelian area: Milk supply and demand in the central agropastoral zone of Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4): 77-88, doi : 10.19182/remvt.9980
- Dieng K., Kalandi M., Sow A., Millogo V., Ouedraogo G.A., Sawadogo G.J., 2014. Profil socio-économique des acteurs de la chaîne de valeur lait local à Kaolack au Sénégal. *RASPA*, **12** (3-4) : 161-168
- Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L., Ndofor-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), www.lrrd.org/lrrd23/6/eban23139.htm
- Hiernaux P., Kalilou A., Zezza A., Augustine A., Ayantunde A.A., Giovanni F., 2016. Milk offtake of cows in smallholder farms of semiarid Sahel: low yields with high value! *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (4): 143-153, doi: 10.19182/remvt.31199
- Kamga P., Mbanya J.N., Awah N.R., Mbohoy Y., Manjeli Y., Nguemdjom A., Kamga Pamela B., et al., 2001. Effect of the calving season and zootechnical parameters on milk yield in the western highlands of Cameroon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **54** (1): 55-61, doi : 10.19182/remvt.9807
- Kaouche S., Boudina M., Ghezali S., 2012. Évaluation des contraintes zootechniques de développement de l'élevage bovin laitier en Algérie : cas de la wilaya de Médéa. *Rev. Nat. Tech.*, **6** : 85-92
- Kibwana D.K., Makumyaviri A.M., Hornick J.L., 2012. Extensive farming practices and cattle performances of the local breed or crossed with exotic dairy breeds in the Democratic Republic of Congo. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **65** (3-4): 67-74, doi : 10.19182/remvt.10125
- Kouamo J., Nkolo S., Leye A., Mouiche M., Ouedraogo G.A., Sawadogo G.J., 2009. Caractéristiques structurelles et fonctionnelles des élevages bovins pratiquant l'insémination artificielle en milieu villageois au Sénégal : cas de la région de Thiès. In : XVII^{es} journées médicales, pharmaceutiques, odontostomatologie et vétérinaires, Dakar, Sénégal 23-26 fév.
- Lhoste P., 1991. Cattle genetic resources of West Africa. In: Cattle genetic resources (Ed. Hickman C.G.). Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands, 73-89
- Messine O., Tanya V.N., Mbah D.A., Tawah C.L., 1995. Ressources génétiques animales du Cameroun. Passé, présent et avenir : Le cas des ruminants. *Anim. Genet. Resour. Inf.*, **16**: 51-69
- MINEPIA, 2009. Schéma directeur pour le développement des filières de l'élevage au Cameroun. Vol. II: Cartographie des filières. Yaoundé, Cameroun, 82 p.
- MINEPIA, 2013. Document de politique du ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries animales. Yaoundé, Cameroun, 29 p.
- MINEPIA, 2015. Elevage et pêche. Annuaire statistique du Cameroun. Yaoundé, Cameroun, 12 p.
- Mingoas K.J.P., Zoli P.A., Tchoumboue J., Nyongui E.J., Toukala J.P., 2014. Socio-economic characteristics and husbandry practices of cattle breeders in the Vina division, Cameroon. *Int. J. Livest. Prod.*, **5** (3): 36-46, doi: 10.5897/IJLP12.020
- Odero-Waitituh J.A., 2017. Smallholder dairy production in Kenya; a review. *Livest. Res. Rural Dev.*, **29** (7), www.lrrd.org/lrrd29/7/ativ29139.html
- Pham Duy Khanh K., Duteurtre G., Cournut S., Messad S., Dedieu B., Hostiou N., 2016. Characterizing dairy farm diversity and sustainability in Vietnam: Case study in suburban Hanoi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (4): 131-141, doi: 10.19182/remvt.31198
- Schwartz D., 1963. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes, 3^e éd. Flammarion, Paris, France, 340 p.
- Somda J., Keita K., Kamuanga M., Diallo M.B., 2004. Diagnostic des systèmes d'élevage péri-urbain en Moyenne Guinée : Analyse socio-économique des exploitations en production laitière dans la commune urbaine de Labé. Socio-economic working paper No 3. International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, 44 p.
- Sraïri M.T., Leblond J.M., Bourbouze A., 2003. Dairy and/or beef production: Diversity of y in Gharb irrigated area, Northern Morocco. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **56** (3-4): 177-186, doi : 10.19182/remvt.9862
- Uddin M.M., Sultana M.N., Peters K.J., 2013. Participatory rural appraisal to characterize dairy production systems in Bangladesh. *Livest. Res. Rural Dev.*, **25** (2), www.lrrd.org/lrrd25/2/uddi25029.htm
- World Bank, 1995. World development report 1995: workers in an integrating world. Oxford University Press, Oxford, UK, 265 p.

Résumé

Kouamo J., Pa-ana P. Typologie des fermes bovines dans les régions du nord du Cameroun

La présente étude, menée dans les élevages bovins des régions du nord du Cameroun, a eu pour objectif d'établir la typologie des exploitations afin de révéler les caractéristiques structurelles et fonctionnelles pouvant être sélectionnées dans un programme d'insémination artificielle. Une enquête a été réalisée auprès de 54 éleveurs. Les résultats ont montré qu'ils étaient majoritairement de l'ethnie peuhle (81,5 %) avec une prédominance d'hommes (92,6 %). Leur niveau d'éducation était le primaire (31,5 %), le secondaire (18,5 %) et le supérieur (25,9 %). Ils avaient une activité de production agricole à temps plein (42,6 %), élevage bovin et agropastoralisme. Les fonctionnaires représentaient plus du tiers de l'échantillon. La structure génétique des troupeaux était dominée par des races locales : 53,7 % de zébus Gudali, 44,4 % de Djafoun et 5,6 % d'Akou. De plus, 44,4 % élevaient des races croisées et 16,7 % des Holstein. Une analyse des correspondances multiples a été effectuée pour déterminer la typologie des exploitations étudiées. En fonction des caractéristiques structurelles (taille du troupeau, superficie fourragère, productivité laitière par vache et par jour, et infrastructure connexe) et fonctionnelles (alimentation, gestion du troupeau, choix technologique) des fermes, trois types ont été identifiés. Les éleveurs de type I (37 %) pratiquaient le système extensif et ceux de type II (18,5 %) le système semi-intensif. Ils étaient présents dans la région d'Adamawa et préféraient, respectivement, la saillie naturelle (56 %) et l'insémination artificielle (100 %) comme moyen de reproduction. Les éleveurs de type III (44,5 %) pratiquaient le système semi-extensif. Ils n'étaient présents que dans les régions du Nord et de l'Extrême-Nord et ils préféraient la saillie naturelle (98 %) comme moyen de reproduction. Les agriculteurs de type II étaient localisés dans la division de Vina (Adamawa) et présentaient les meilleures potentialités avec la pratique de l'insémination artificielle. Ces éleveurs peuvent être considérés comme des pilotes pour la relance de la filière laitière dans cette partie du Cameroun.

Mots-clés : *Bos indicus*, insémination artificielle, typologie, accouplement, production laitière, Cameroun

Resumen

Kouamo J., Pa-ana P. Tipología de fincas de ganado en las regiones norteñas de Camerún

El objetivo del presente estudio fue el de establecer la tipología de las fincas de ganado en las regiones norteñas de Camerún, con el fin de revelar las características estructurales y funcionales que podrían ser seleccionadas para un programa de inseminación artificial. Se llevó a cabo una encuesta entre 54 criadores. Los resultados mostraron que los finqueros fueron predominantemente del grupo étnico Fulani (81,5%), con predominancia de hombres (92,6%). Los niveles de educación fueron primaria (31,5%), secundaria (18,5%) y superior (25,9%). Tuvieron una productividad agrícola tiempo completo (42,6%), cría de ganado y agro pastoral. Los empleados públicos representaron más de un tercio de la muestra. La estructura genética de los hatos fue dominada por razas locales: 53,7% cebúes Gudali, 44,4% Djafoun y 5,6% Akou. Adicionalmente, 44,4% criaron razas mixtas y 16,7% Holsteins. Se llevó a cabo un análisis de correspondencia múltiple para determinar la tipología de las fincas estudiadas. En base a las características estructurales (tamaño del hato, área de pastoreo, productividad diaria por vaca por día e infraestructura correspondiente) y funcionales (alimento, manejo de hato, método tecnológico) de las fincas, se identificaron tres tipos. Criadores tipo I (37%) practicaron el sistema extensivo y los criadores tipo II (18,5%) el sistema semi intensivo. Estuvieron presentes en la región de Adamawa y como medio reproductivo dieron preferencia a la copulación natural (56%) e inseminación artificial (100%) respectivamente. Los criadores tipo III (44,5%) practicaron el sistema semi extensivo. Estuvieron presentes únicamente en las regiones Norte y Norte Lejano y prefirieron (98%) la copulación natural como medio de reproducción. Los finqueros tipo II estaban localizados en la División de Vina (Adamawa) y ofrecieron los mejores potenciales para la práctica de la inseminación artificial. Podrían ser considerados como pilotos para un renacer del sector lechero en esta parte de Camerún.

Palabras clave: *Bos indicus*, inseminación artificial, tipología, cópula, producción lechera, Camerún

Production laitière à l'ouest du Burkina Faso dans un contexte d'émergence de laiteries : diversité des pratiques d'élevage et propositions d'amélioration

Ollo Sib ^{1,2,3,4*} Valérie M.C. Bougouma-Yameogo ²
Mélodie Blanchard ^{3,4} Eliel Gonzalez-Garcia ⁴ Eric Vall ^{1,3,4}

Mots-clés

Bovin laitier, typologie, aptitude laitière, polyculture élevage, Burkina Faso

Submitted: 28 July 2017
Accepted: 14 February 2018
Published: 12 March 2018
DOI : 10.19182/remvt.31521

Résumé

Dans l'ouest du Burkina Faso, des laiteries se heurtent à un problème d'approvisionnement en lait local, car la production est faible, saisonnée, atomisée et coûteuse à collecter. Cette étude a eu pour objectif d'identifier des leviers pour augmenter la production et réduire la saisonnalité. Elle a été réalisée chez 18 polyculteurs-éleveurs de la région des Hauts-Bassins impliqués dans la production de lait. Une analyse multivariée basée sur des variables de structures, de fonctionnement et de performance des exploitations a permis d'identifier cinq types de polyculteurs-éleveurs impliqués dans cette production : « les allaitants » à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale à grands effectifs de vaches (T1), à effectifs moyens (T2) ; les allaitants à orientation agropastorale (T3) ; les laitiers spécialisés et à visée commerciale ayant peu recours aux fourrages verts (T4), ou à forte utilisation de fourrage vert (T5). Les types T1 et T2 se caractérisaient par une alimentation quasi exclusive au pâturage en toute saison, et un niveau de production de lait inférieur à deux litres par vache par jour au pic de lactation. Le lait issu de ces exploitations était faiblement commercialisé et rarement vendu aux laiteries. Les types T3 ont davantage eu recours aux fourrages secs et aux aliments, ce qui leur a permis d'améliorer leur production de lait commercialisée fréquemment en laiterie (≈ 2 L/vache/jour au pic de lactation). Les types T4 et T5 se caractérisaient par un recours à des races améliorées, et une utilisation importante de fourrages et d'aliments achetés toute l'année, leur assurant une production de lait plus élevée (5-13 L/vache/jour au pic de lactation). Ces exploitations vendaient leur lait en totalité à la laiterie. Nos résultats soulignent que la production était fortement pénalisée par une alimentation trop pauvre en aliments et en fourrages de qualité, et que la saisonnalité des mises bas aggravait la chute de production en fin de saison sèche.

■ Comment citer cet article : Sib O., Bougouma-Yameogo V.M.C., Blanchard M., Gonzalez-Garcia E., Vall E., 2017. Dairy production in Western Burkina Faso in a context of emergence of dairies: Diversity of breeding practices and proposals for improvement. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (3): 81-91, doi: 10.19182/remvt.31521

1. CIRDES, URPAN (Unité de recherche sur les productions animales), 01 BP 454 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.
2. Université Nazi Boni, IDR (Institut de développement rural), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
3. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.
4. SELMET, Univ Montpellier, INRA, CIRAD, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +226 62 77 19 37 ; email : ollo.sib@cirad.fr/sibollo84@yahoo.fr

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

■ INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, la demande en produits laitiers s'accroît significativement en raison de la croissance démographique soutenue et de l'émergence d'une classe moyenne (Nallet, 2015). Pour répondre à cette demande, de nombreux opérateurs mettent en place des laiteries de tailles variables (Corniaux et al., 2014). Ils se heurtent toutefois à un problème d'approvisionnement en lait local parce que la production est dispersée sur le territoire et que la productivité des vaches est très basse.

Cette faible productivité des vaches a plusieurs causes. Premièrement, les races locales ont un potentiel génétique laitier faible car il s'agit d'animaux rustiques adaptés aux conditions locales de pâturage et utilisés aussi pour la traction et la viande (Niango et al., 1996). Ensuite, leur alimentation pose problème en raison de la réduction des pâturages disponibles dans les zones de savanes cultivées (Botoni/Liehoun et al., 2006) et de l'augmentation du prix des aliments bétail (FAO, 2014). Les cultures fourragères restent encore aujourd'hui très peu adoptées par la majorité des éleveurs, même dans les zones les plus favorables (César et al., 2004). Les vaches présentent aussi de longs intervalles entre deux mises bas, allant jusqu'à deux années, ce qui réduit la production des troupeaux (Zongo et al., 2012 ; Hanzen et al., 2013).

La production de lait local étant faible, saisonnée, atomisée et coûteuse à collecter (Corniaux et al., 2007 ; Duteurtre et Corniaux, 2013), les laiteries ont massivement recours à la poudre de lait importée (Corniaux et al., 2012). La poudre de lait présente des avantages pour les laiteries locales car elle est souvent meilleur marché, accessible toute l'année et moins périssable (Corniaux et al., 2007). Les nombreuses initiatives des laiteries ayant fait le pari de la collecte locale sont ainsi fragilisées si cette collecte n'est pas sécurisée sur le plan quantitatif et qualitatif.

L'ouest du Burkina Faso est une région intéressante pour étudier cette problématique car depuis une vingtaine d'années elle est le théâtre d'une dynamique laitière qui touche un petit nombre de producteurs. En se basant sur un échantillon de 334 exploitations productrices de lait installées sur un rayon de 50 kilomètres à la périphérie de Bobo-Dioulasso, une enquête menée en 2003 a identifié deux grands groupes de producteurs (Hamadou et al., 2008). Le premier groupe, largement majoritaire (98,5 % des cas), était constitué d'éleveurs extensifs à bas niveau d'intrants, à faible niveau de production et commercialisant peu leur lait, au sein duquel on distinguait : a) les transhumants qui n'engageaient aucune dépense pour l'alimentation du bétail et b) les sédentaires, plus enclins à servir une complémentation alimentaire à leur bétail. Le second groupe, minoritaire (1,5 % des cas), était constitué d'élevages laitiers en voie de spécialisation et à visée commerciale. Chez les éleveurs à visée commerciale la production de lait était un objectif plus affirmé justifiant des efforts d'acquisition foncière pour assurer la durabilité de la production et la mise en œuvre de pratiques plus intensives (cultures fourragères, races améliorées, insémination artificielle), alors que chez les éleveurs traditionnels à bas niveau

d'intrants l'objectif principal était la production de viande selon un mode plutôt extensif.

Les conditions semblent cependant être en train de changer non seulement au Burkina Faso mais aussi dans les autres pays de la sous-région (Corniaux et al., 2014). Dans le contexte actuel d'émergence des laiteries et d'augmentation de la demande en lait, quelle est la diversité des systèmes de production ? Quelles pratiques mettent en œuvre les producteurs pour répondre à cette demande ? Quels sont leurs résultats économiques ? Enfin, quelles pourraient être les propositions d'amélioration des pratiques d'élevage pour lever ces freins à la production ?

Pour apporter des éléments de réponse, cet article propose d'analyser dans un premier temps la diversité des modes d'organisation de la production laitière dans les exploitations, et dans un second temps d'analyser plus finement les pratiques d'élevage des vaches au fil des saisons afin d'identifier précisément les problèmes et leurs causes. Des propositions de solutions sont ensuite discutées pour agir à l'échelle des pratiques d'élevage.

■ MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été réalisée à l'ouest du Burkina Faso dans la région des Hauts-Bassins caractérisée par un climat sud-soudanien avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1000 mm qui s'étend de mai à octobre. Dans cette région, la grande majorité des producteurs sont en réalité des polyculteurs-éleveurs et l'élevage bovin occupe une place souvent limitée à la traction animale (Vall et al., 2006). Cependant, dans cette population une proportion non négligeable de producteurs a une activité orientée principalement sur l'élevage bovin (autour de 15 % ; Vall et al., 2006), et certains y développent une activité laitière organisée autour d'un noyau de vaches exploitées pour leur lait (Hamadou et al., 2008 ; Delma et al., 2016a). C'est auprès de représentants de cette population de polyculteurs-éleveurs que l'étude a été conduite en distinguant deux cas de figure : a) des polyculteurs-éleveurs formellement connectés au marché d'une laiterie, et b) des polyculteurs-éleveurs écoulant occasionnellement leur lait à une laiterie et n'ayant pas les mêmes contraintes au pâturage.

L'étude a été menée auprès de trois groupes de polyculteurs-éleveurs (figure 1). Le premier groupe correspond à la communauté de Koumbia, petite ville rurale située à 67 kilomètres à l'est de Bobo-Dioulasso, où

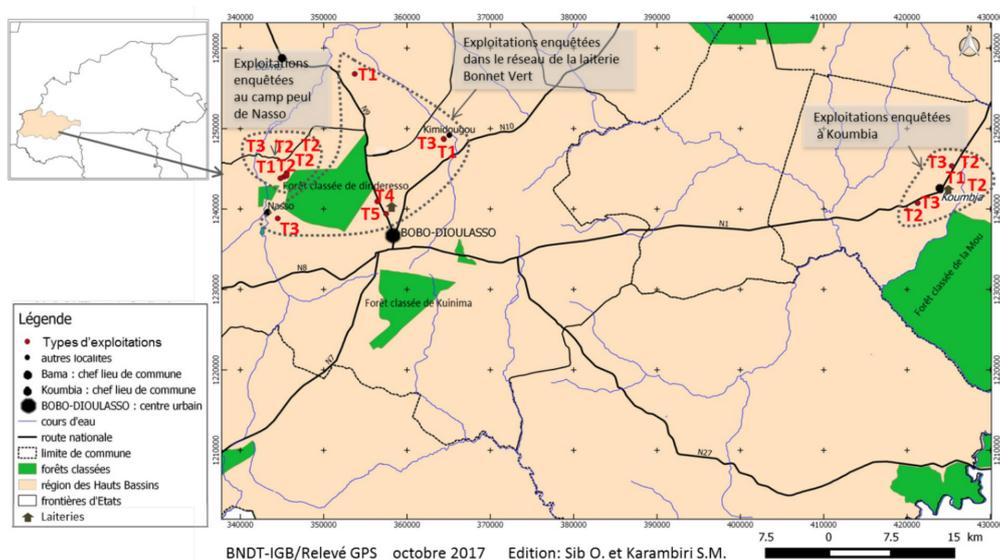


Figure 1 : localisation des exploitations enquêtées dans la région des Hauts-Bassins, ouest du Burkina Faso.

l'accès au pâturage naturel est un problème en raison de l'importance des surfaces mises en cultures (Vall, 2004 ; Koutou et al., 2016). Les polyculteurs-éleveurs enquêtés sont des migrants venus du nord du pays qui se sont installés dans cette zone à partir des années 1975, formant ainsi des petits campements autour de Koumbia dont certains ont été absorbés aujourd'hui par l'extension de la ville. L'accès au foncier de ces communautés est problématique. On note à Koumbia la présence d'une minilaiterie qui traite environ 200 litres de lait par jour.

Le deuxième groupe correspond au campement peuhl de Nasso, constitué d'une quinzaine de familles et situé à environ 20 kilomètres à l'ouest de Bobo-Dioulasso à la lisière de la forêt classée de Dinderesso (8500 hectares). L'accès au pâturage de la forêt classée est autorisé pendant la saison des pluies. Cette communauté peuhle s'est sédentarisée sur le site depuis 1922. Tous les polyculteurs-éleveurs enquêtés y sont natifs. Ils sont propriétaires des terres qu'ils cultivent autour de leur campement mais dépendent de la circonscription administrative du village de Nasso. Ils ne livrent à aucune laiterie, mais pratiquent un peu de vente directe de lait à Bobo-Dioulasso.

Enfin, le troisième groupe correspond à des polyculteurs-éleveurs de la périphérie de Bobo-Dioulasso livrant à la laiterie Bonnet Vert, qui traite environ 250 litres de lait par jour. Ils ont été choisis au hasard parmi les apporteurs de la minilaiterie, dans le quart nord-ouest des environs de Bobo-Dioulasso, de Nasso à Kimidougou. Il s'agit, pour une part, de polyculteurs-éleveurs installés en milieu urbain, utilisant des races améliorées, et orientés résolument vers la production de lait pour la vente, et, pour une autre part, de polyculteurs-éleveurs peuhls installés dans les villages environnants dont la distance varie d'une quinzaine à une trentaine de kilomètres de la ville de Bobo-Dioulasso (figure 1).

Le travail s'est focalisé sur un échantillon relativement limité de producteurs afin de caractériser finement le système de production, les pratiques d'alimentation, la conduite de la reproduction et les performances techniques et économiques en matière de production de lait. L'enquête a été réalisée auprès de 18 producteurs choisis au hasard au sein de chacun des trois groupes : six à Koumbia, six à Nasso et six qui approvisionnaient la laiterie Bonnet Vert. Les suivis ont été conduits de juillet à octobre 2015. Les données ont été collectées par enquête rétrospective sur une année, de mai 2014 à mai 2015. L'enquête s'est déroulée sur place dans les exploitations en deux passages : le premier a consisté à soumettre un questionnaire au chef d'exploitation ; le second a permis de compléter les réponses sur des points particuliers. Ce deuxième passage n'a pas été nécessaire pour toutes les exploitations enquêtées. Ces passages en exploitation ont aussi permis de réaliser des observations directes sur les animaux composant le noyau de vaches traites.

Dans cette enquête, nous avons privilégié l'échelle de l'exploitation pour analyser la diversité des systèmes de production, puis nous nous sommes focalisés sur le noyau de vaches laitières pour analyser les modes de conduite des vaches. Pour analyser la diversité des systèmes de production et pour déterminer des classes de pratiques homogènes, une analyse en composante principale (ACP) a été appliquée sur quatorze variables, suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) à l'aide du logiciel XLSTAT (www.xlstat.com/fr/ ; Addinsoft-Paris, France). Les quatorze variables collectées ont recouvert trois domaines :

- la structure de l'exploitation (surface cultivée, cheptel bovin total, actifs par hectare, valeur des équipements par hectare, pourcentage des vaches reproductrices dans le cheptel) ;
- les pratiques d'élevage des vaches (stock de fourrage par unité de bétail tropical [1 UBT = 1 bovin de 250 kg de poids vif], stock d'aliments bétail par UBT [nous utilisons le terme d'« aliments » ou d'« aliments bétail » pour désigner les aliments concentrés disponibles localement comme le tourteau de coton, la farine basse de riz, les sons et autres concentrés commerciaux], pourcentage de mises bas en saison des pluies, intervalle entre deux mises bas) ;

- les performances (production de lait par vache traitée par jour en saison des pluies et en saison sèche, nombre de veaux nés pendant l'année par vache reproductrice, part de lait autoconsommée).

Pour analyser les modes de conduites des vaches et cerner l'évolution des pratiques au fil du temps, nous nous sommes basés sur neuf variables qui ont été renseignées pour chacune des cinq saisons du calendrier des éleveurs de la région (Vall et Diallo, 2009) : début de saison des pluies (mai-juin) ; pleine saison des pluies (juillet à septembre) ; fin de saison des pluies (octobre) ; saison sèche froide (novembre à janvier) ; saison sèche chaude (février à avril). Les neuf variables collectées ont été les suivantes : le prix de vente du litre de lait ; la quantité de lait trait par vache et par jour ; les mises bas pendant la saison rapportées au total des mises bas annuelles ; la quantité d'aliments distribués par vache et par jour ; la quantité de fourrage de qualité (légumineuses) distribué par vache et par jour ; la quantité de fourrage grossier en matière brute (paille, balle, rafle, coque) distribué par vache et par jour ; l'estimation de la matière sèche volontairement ingérée au pâturage (MSVI) par vache et par jour ; la couverture des besoins alimentaires en unité fourragère (UF) par vache et par jour ; et la couverture des besoins en matière azotée digestible (MAD) par vache et par jour.

Ces variables ont été évaluées dans le cadre de l'enquête présentée ci-dessus, c'est-à-dire en se basant sur les déclarations des polyculteurs-éleveurs. A partir de ces valeurs déclaratives, la MSVI et la couverture des besoins en UF et MAD ont été estimées avec le logiciel Altrop mis au point par Delma et al. (2016b). Cet outil permet d'ajuster l'offre alimentaire (composée de pâturages, de fourrages et d'aliments) d'un lot d'animaux affectés à une production particulière (énergie agricole, production de viande ou de lait) aux besoins de ces derniers en énergie (UF), en matières azotées digestibles et en sels minéraux (Ca et P).

Pour présenter les modes de conduite des vaches dans chaque type d'exploitation, nous nous sommes appuyés sur les moyennes des variables par type d'exploitation afin de dégager les grandes tendances. En raison de la petite taille de l'échantillon, nous n'avons pas cherché à renseigner la validité statistique des différences de moyennes observées entre les cinq types d'exploitations.

Pour montrer les résultats économiques qui découlent de ces pratiques, nous avons réalisé une analyse économique pour chaque mode de conduite. Les variables suivantes ont été calculées à partir des données collectées : le prix moyen de vente du litre de lait en saison des pluies et en saison sèche ; le prix du kilogramme d'aliment distribué ; le prix du kilogramme de fourrage ; le coût annuel de l'alimentation (aliment + fourrage) par UBT (nous avons considéré l'accès au pâturage comme gratuit, ce qui est une approximation) ; le coût de production annuel hors main-d'œuvre familiale (santé + alimentation + fonctionnement) par UBT ; le coût de production d'un litre de lait hors main-d'œuvre familiale ; et le revenu annuel du lait par vache avant rémunération de la main-d'œuvre familiale.

■ RESULTATS

Typologies des exploitations de polyculture-élevage impliquées dans la production du lait : structures, pratiques et performances laitières

L'ACP a permis de préciser les groupes de variables discriminantes en s'appuyant sur l'interprétation du plan factoriel constitué de deux principaux axes. Le premier axe (42,06 % de la variabilité) correspondait à un axe d'intensification de la production principalement corrélé aux cinq variables suivantes : le stock de fourrage par UBT ($r = 0,9$) ; le stock d'aliments ($r = 1$) ; la production de lait par vache traitée par jour pendant la saison sèche ($r = 0,9$) ; la production de lait par vache traitée par jour pendant la saison des pluies ($r = 0,9$) ; et la part autoconsommée en fonction de la production dans l'année ($r = -0,8$). L'axe 2 (15,06 % de la variabilité) était

corrélé à trois variables de reproduction : le pourcentage des reproductrices dans le troupeau ($r = 0,8$) ; le pourcentage des mises bas en saison des pluies ($r = 0,7$) ; et le nombre de veaux par vache ($r = -0,7$).

La CAH a permis de regrouper les exploitations en cinq types (figures 2 et 3) que nous avons classés en trois grands groupes de polyculteurs-éleveurs (tableau I) :

- « allaitants » à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale (T1 et T2) ;
- allaitants à orientation agropastorale (T3) ;
- laitiers à visée commerciale (T4 et T5).

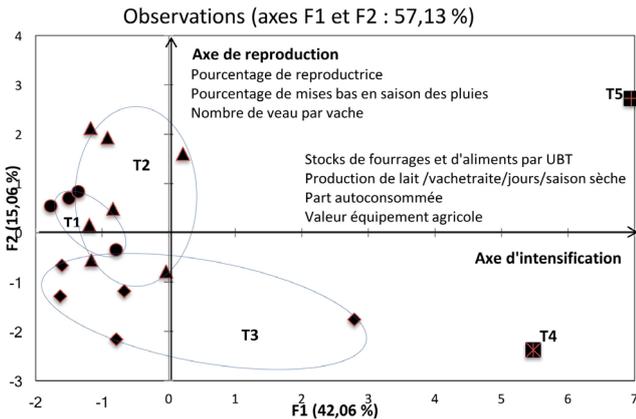


Figure 2 : typologie des exploitations de polycultures-élevages laitiers dans la région des Hauts-Bassins, ouest du Burkina Faso.

Polyculteurs-éleveurs allaitants à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale

Ces producteurs (T1 et T2) peuvent être qualifiés d'agropasteurs. Ils se caractérisaient principalement par un mode d'élevage extensif, un cheptel important de bovins de races locales, une forte mobilité, un faible recours aux intrants et un faible niveau de production de lait.

Au niveau de la structure du troupeau, les T1 étaient constitués d'élevages à grands effectifs et les T2 d'élevages à effectifs moyens. Ces deux types se caractérisaient par la présence d'une agriculture vivrière conduite sur de petites surfaces (2,1 à 4,6 ha) et consacrée principalement au maïs et au sorgho, et par une faible valeur des équipements agricoles. Chez ces deux types, le pourcentage des vaches reproductrices (64 % et 60 % respectivement chez les T1 et T2) était plus élevé que chez les T3 et T4 qui avaient tendance à garder les jeunes mâles soit pour le renouvellement des bœufs de trait soit pour l'emboûche. Mais la part des vaches reproductrices chez ces deux premiers types d'exploitations restait inférieure à celle de T5 (72%) constitué d'une exploitation laitière spécialisée (tableau I).

Au niveau des pratiques, les mises bas chez les T1 et T2 étaient fortement regroupées en fin de saison sèche et en début de saison des pluies : environ 20 % des mises bas avaient lieu en saison sèche chaude et 50 % en début de saison des pluies. Les intervalles entre mises bas étaient longs comparés aux autres types. Les stocks de fourrages et d'aliments étaient très faibles. La transhumance était plus fréquente chez les T1 que chez les autres types.

Au niveau des performances, la production de lait par vache était légèrement plus faible chez les T1 que chez les T2 : en saison des pluies, les productions par vache étaient respectivement de 1,2 et

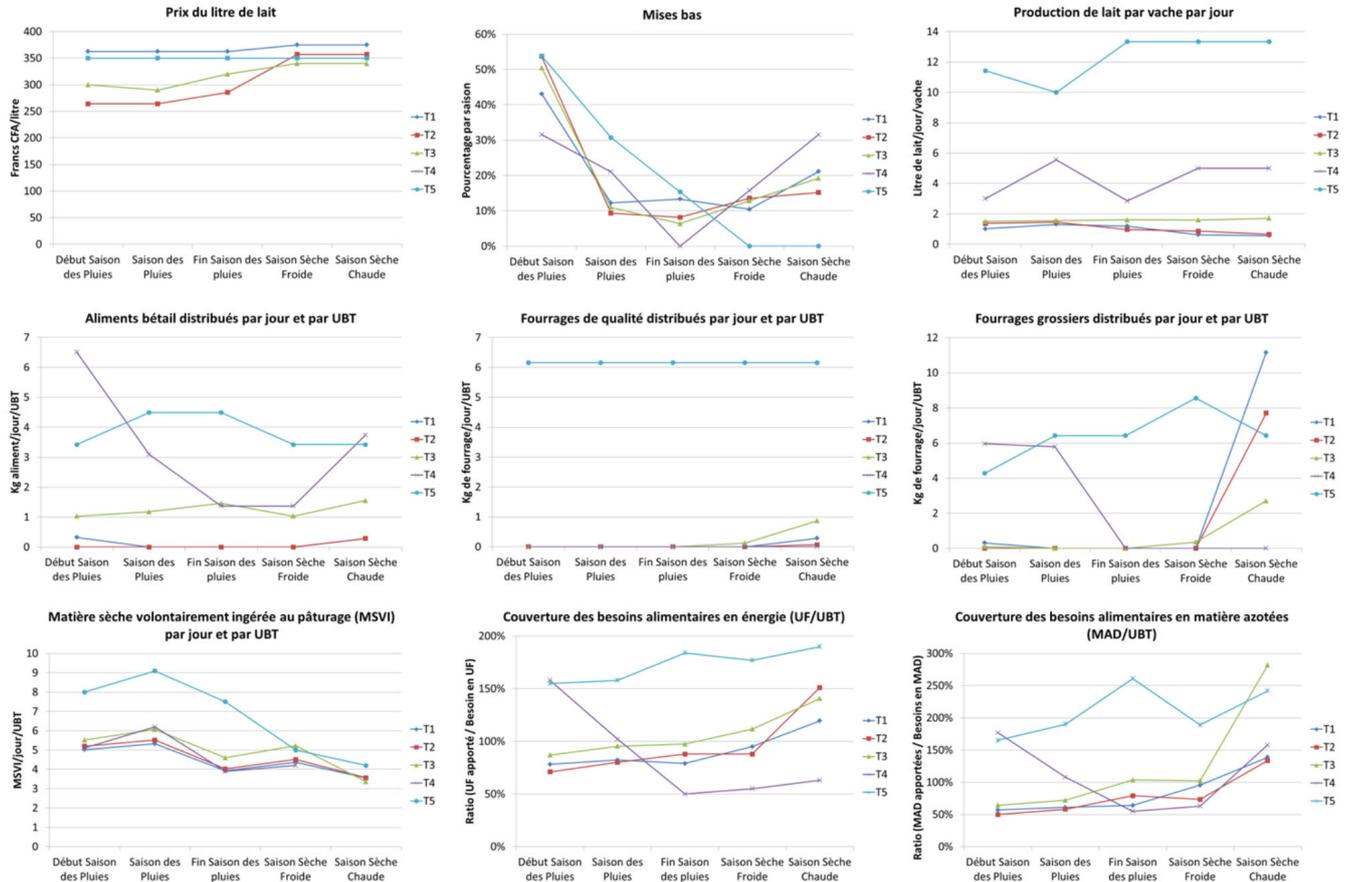


Figure 3 : modes de conduite des vaches en fonction de la saison et du type d'exploitation dans la région des Hauts-Bassins, ouest du Burkina Faso. MAD : matières azotées digestibles ; UF : unité fourragère ; UBT : unité de bovin tropical = 250 kg de poids vif.

1,3 L/vache/jour ; et en saison sèche, elles étaient de 0,6 et 0,8 L/vache/j. Le niveau de consommation du lait produit par la famille était plus élevé chez les T2 car les animaux étaient plus proches de la famille que chez les T1 où les animaux étaient souvent éloignés du territoire. Ces exploitations commercialisaient le lait de manière occasionnelle, ce qui représentait chaque année en moyenne 2,24 tonnes de lait. Une grande partie du lait produit sur l'exploitation était néanmoins autoconsommée (en moyenne 32 % chez les T1 et 42 % chez les T2).

Polyculteurs-éleveurs allaitants à orientation agropastorale

Ces producteurs (T3) regroupaient des agropasteurs et des agroéleveurs en voie d'intensification. Par rapport aux T1 et T2, ils se

caractérisaient principalement par une plus grande place accordée à l'agriculture et à son association avec les activités d'élevage. L'intensification de la production laitière était aussi plus prononcée dans ces exploitations, c'est-à-dire qu'elles avaient recours de manière plus marquée à l'achat d'intrants et à l'amélioration génétique.

Au niveau de la structure, la surface cultivée chez les T3 était plus importante (4,9 ha). Le troupeau était plus réduit que chez les T1 et T2, ce qui facilitait le contrôle de son déplacement au pâturage, limitant ainsi les risques de dégâts sur les champs des voisins et donc les risques de conflits avec eux. Par ailleurs, la petite taille du troupeau facilitait aussi l'intensification de la production à partir des résidus fourragers car, pour

Tableau I

Typologie des polyculteurs-éleveurs laitiers dans l'ouest du Burkina Faso

Variables	Polyculteurs-éleveurs « allaitants » à faible niveau d'intrants et orientation pastorale		Polyculteurs-éleveurs allaitants à orientation agropastorale	Polyculteurs-éleveurs laitiers à visée commerciale	
	A grand effectif (T1)	A effectif moyen (T2)	Recours modéré aux fourrage et aliments (T3)	Recours important aux aliments (T4)	Forte utilisation de fourrage vert (T5)
Nb. d'exploitations par type	4	7	5	1	1
Nb. moyen de vaches traites (noyau laitier)	8	8	6	7	9
Cheptel bovin : noyau laitier + autres bovins (UBT)	122	49	33	26	25
Reproductrice (%)	64	60	45	50	72
Race	Locale (100 %)	Locale 100 %	Locale (90 %)	Améliorée (90 %)	Améliorée (100 %)
Stabilité du noyau laitier (nb. mois/an au village)	3	3	12	12	12
Stock annuel de fourrage / UBT (UF)	25	91	284	846	2 102
Stock annuel d'aliment / UBT (UF)	7	3	200	1 538	1 458
Mise bas saison des pluies (%)	0,69	0,78	0,72	0,62	1
Intervalle mises bas (an)	1,9	1,8	1,6	1,2	1,2
Nb. de veaux/vache reproductrice/an	0,5	0,5	0,9	1	0,7
Production de lait/vache traite/jour en saison des pluies (L)	1,2	1,3	1,6	6	11,6
Production de lait/vache traite/jour en saison sèche (L)	0,6	0,8	1,7	5	13,3
Part autoconsommée en fonction de la production / an (%)	32	42	42	0	0
Production totale de lait/vache/an (L)	329,4	384,0	602,1	1 604,2	4 541,7
Production totale lait/exploitation/an (t)	3,3	3,8	4,8	14,4	36,3
Montant total vente lait/exploitation/an (t)	2,24	2,24	2,8	14,4	36,3
Surface (ha)	4,6	2,1	4,9	1	1
Actif par hectare	2	2,4	1,4	5	3
Valeur équipement/ha (FCFA)	175 507	303 015	342 339	4 000 000	940 000

UBT : unité de bovin tropical = 1 bovin de 250 kg ; UF : unité fourragère ; 1 € = 655,957 FCFA

une même quantité de résidus stockée, les portions disponibles par animal étaient plus élevées. La place de l'agriculture étant plus importante chez ce type que chez les T1 et T2, la valeur des équipements agricoles était aussi plus importante. Ce meilleur niveau d'équipement leur permettait de pallier le faible nombre d'actifs par hectare. Le pourcentage de reproductrices était aussi plus faible chez les T3 que chez les T1 et T2, une indication sur les autres fonctions possibles dans un élevage, comme la production laitière, la traction animale, l'emboche, l'épargne sur pieds. Les vaches étaient en majorité de races locales (zébus Peuhls, Mérés et les produits de croisements). Le métissage a commencé dans certaines exploitations sur des initiatives personnelles, ou en lien avec les actions publiques et des organisations non gouvernementales avec l'introduction de taureaux Azawak ou Goudali, et par voie d'insémination artificielle avec des semences notamment de Holstein, de Brunes des Alpes, de Montbéliarde, pour l'amélioration des vaches locales.

Au niveau des pratiques, les T3 disposaient d'une sole fourragère et stockaient davantage de fourrages (trois fois plus que les T2 et 10 fois plus que les T1). Les T3 avaient davantage recours aux aliments. L'écart entre deux mises bas était plus faible chez les T3 que chez les T1 et T2. Les animaux étaient conduits la plupart du temps au pâturage sur le territoire avec des parcs en rotation. Toutefois durant la saison sèche, une partie des vaches en lactation étaient isolées du troupeau et ne partaient plus aux pâturages quotidiens. La reproduction des vaches était caractérisée par un pic de mise bas principal en début de saison des pluies (51 %) amorcée dans la saison sèche chaude ($\approx 20\%$). Pour les autres saisons, le taux de mise bas variait entre 9 % et 12 %.

Au niveau des performances, la production de lait en saison des pluies des T3 (1,6 L/vache/j) était supérieure à celles des T1 et T2, et l'écart était encore plus élevé en saison sèche (1,7 L/vache/j chez les T3, soit environ le double des T1 et T2). Le nombre de veaux par vache reproductrice était pratiquement le double de celui des T1 et T2, alors que le taux de consommation de lait par la famille était le même que celui des T2. Ces performances soulignent que chez les T3, les femelles reproductrices étaient valorisées à la fois pour la production de lait et de veaux, ce qui était lié à l'orientation agropastorale de ces élevages allaitants. Certaines exploitations commercialisaient une partie de leur lait par des ventes directes de manière ponctuelle, ce qui représentait 2,8 tonnes par an. Toutefois une bonne partie du lait produit sur l'exploitation (42 %) était autoconsommée.

Polyculteurs-éleveurs laitiers à visée commerciale

Situés en milieu urbain ou périurbain caractérisé par la présence d'un débouché laitier en laiterie, ces producteurs (T4 et T5) se distinguaient nettement des autres groupes par une volonté d'orienter franchement la production bovine vers la vente du lait pour la laiterie. Cette orientation productive et commerciale se traduisait par un niveau de production de lait beaucoup plus élevé que chez les trois autres types. Ce niveau pouvait s'expliquer par le choix de races à potentiel laitier plus prononcé, par une alimentation des animaux plus suivie et par un équipement de meilleure qualité. Chacun de ces deux types était représenté par une seule exploitation. Dans l'exploitation T4, l'activité d'élevage laitier était une activité secondaire pour la famille (qui gérait la minilaiterie Bonnet Vert) et était mise en œuvre grâce à des salariés. Dans l'exploitation T5, au contraire, l'orientation laitière était directement mise en œuvre par la famille. Il s'agissait d'un ancien commerçant qui a fermé boutique et s'est lancé dans les années 1998–2000 dans l'élevage en optant pour les races à orientation laitière dans le but de vendre du lait. Le travail était assuré par le père et le fils, aidés par un berger.

Au niveau de la structure, les caractéristiques de T4 et T5 étaient une surface cultivée très limitée (consacrée à la production de maïs), un troupeau réduit mais constitué principalement de vaches de races améliorées (F1 ou F2 ; Holstein, Brune des Alpes, Montbéliarde et Goudali) et un équipement plus important (étable, magasin, fenil en dur, eau courante, mangeoires, abreuvoirs, matériel roulant, entre autres). Chez T5

toutes les vaches étaient des métisses issues de croisements avec des races laitières, alors que le troupeau de T4 comportait deux vaches de race locale. Ces vaches locales étaient par ailleurs inséminées avec des semences de race laitière importée.

Au niveau des pratiques, les T4 et T5 se distinguaient par des stocks de fourrages et d'aliments beaucoup plus importants que chez les autres types. T5 privilégiait en particulier le fourrage constitué de résidus de maraîchage (feuilles de chou) et de fourrages verts fauchés dans les bas-fonds et livrés par des commerçants. En revanche, T4 favorisait l'usage d'aliments concentrés associés à des fourrages grossiers (coque de coton et paille de céréales). Les intervalles entre mises bas étaient plus courts que chez les autres types. Chez T5, les mises bas étaient toutes regroupées en saison des pluies (54 % avaient lieu en début de saison des pluies, 31 % en saison des pluies et 15 % en fin de saison des pluies). Elles étaient plus étalées chez T4 (84 % avaient lieu de la fin de la saison sèche à la fin de la saison des pluies).

Au niveau des performances, ces producteurs présentaient des niveaux de production de lait beaucoup plus élevés en toute saison. La production de lait chez T5 a varié entre 10 et 13 litres par vache par jour selon les saisons. Ceci s'expliquait par une alimentation très riche en fourrages de qualité (notamment les feuilles de chou et les fanes) et par le recours à des races à meilleur potentiel laitier. Cependant, on observait une baisse relative de la production en saison des pluies lorsque la majorité des vaches étaient en début de lactation, ce qui était assez paradoxal. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions de logement des vaches beaucoup plus mauvaises que chez T4 à cette période de l'année (parc confiné et boueux). Chez T4, la production de lait a varié entre cinq et six litres par vache par jour, soit pratiquement trois fois plus que chez les T3, avec un pic de production en saison des pluies. Là aussi une alimentation renforcée et des races spécialisées ont permis ces performances laitières élevées. Le nombre de veaux nés dans l'année par vache a été plus élevé que chez les T1 et T2, mais il a été comparable à celui des T3. Tout le lait produit était destiné à la laiterie ; il n'y avait donc pas d'autoconsommation. Les quantités annuelles commercialisées par exploitation étaient de 14,4 tonnes pour T4 et de 36,4 tonnes pour T5.

Bilan alimentaire par type d'exploitation

Afin de porter un diagnostic plus précis sur ces élevages, nous présentons une analyse détaillée des bilans alimentaires pour chaque type. Ces bilans sont en effet essentiels pour porter un diagnostic sur les performances de ces différents types d'exploitations de polyculture-élevage. Ils se basent sur les données brutes collectées auprès des exploitants (figure 3).

Polyculteurs-éleveurs allaitants à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale

Chez les T1 et T2 l'alimentation des vaches était principalement basée sur le pâturage naturel. La matière sèche volontairement ingérée au pâturage était plus élevée en saison des pluies : autour de 5 kg MS/UBT/j contre 4 kg MS/UBT/j en saison sèche froide, voire 3,6 kg MS/UBT/j en saison sèche chaude quand l'herbe devenait rare. La distribution d'aliments bétail était très faible et limitée au début de la saison des pluies (300 g de matière brute [MB]/UBT/j). La distribution de fourrages de qualité (fanés de légumineuses chez T1, fanés de niébé chez T2) était également très faible et limitée à la saison sèche chaude (environ 100 g MB/UBT/j). Les fourrages grossiers (paille de maïs, coque de coton, paille de riz, etc.) étaient distribués en faibles quantités en début de saison des pluies (300 g MB/UBT/j) et en plus grandes quantités en saison sèche chaude (11,2 kg MB/UBT/j chez T1 et 7,7 kg MB/UBT/jour chez T2).

Dans ces élevages, la couverture des besoins alimentaires des animaux n'était pas bien assurée. La couverture totale des besoins en énergie n'était réalisée (> 100 %) qu'en saison sèche chaude quand les animaux étaient

complémentés. Le reste de l'année, elle restait inférieure à 100 %. La couverture des besoins en matières azotées augmentait régulièrement du début des pluies à la saison sèche froide, mais elle ne passait la barre des 100 % que durant la saison sèche chaude lorsque les animaux recevaient des aliments et des fourrages en compléments. La limitation des espaces pâturables en saison des pluies par l'extension des champs, obligeant les animaux à pâturer dans des espaces pauvres en fourrages, pouvait expliquer la faible couverture des besoins des vaches en production en saison des pluies.

Polyculteurs-éleveurs allaitants à orientation agropastorale

Chez les T3, le pâturage restait la base de l'alimentation, mais les apports d'aliments et de fourrages étaient plus élevés et plus continus que chez les T1 et T2. La MSVI au pâturage était légèrement plus élevée que chez les T1 et T2, sauf en saison sèche chaude (1,6 kg MS/UBT/j), diminution compensée par la distribution de fourrages et d'aliments. La distribution d'aliments était effectuée toute l'année avec des quantités minimales trois fois supérieures aux apports des types T1 et T2. La distribution de fourrages de qualité (fanes de niébé, fanes de mucuna, fanes d'arachide) était supérieure à celle pratiquée par les T1 et T2. Elle débutait en saison sèche froide avec environ 100 g MB/UBT/j et augmentait jusqu'à 900 g MB/UBT/j en fin de saison sèche chaude. La distribution de fourrages grossiers était faible par rapport aux autres types de producteurs (environ 100 g MB/UBT/j en début de la saison des pluies, 400 g MB/UBT/j en saison sèche froide et 2,7 kg MB/UBT/j en saison sèche chaude).

La couverture des besoins alimentaires était meilleure que chez les T1 et T2. Les besoins en énergie étaient couverts pour toutes les saisons (> 100 %), à l'exception du début de la saison des pluies. Concernant les besoins en matières azotées, ils étaient couverts de la fin de la saison des pluies à la fin de la saison sèche chaude.

Polyculteur-éleveur laitier à visée commerciale (T4)

Chez T4, la contribution des pâturages était en baisse dans l'alimentation. Du début de la saison des pluies à la fin de la saison sèche froide les animaux sortaient mais avec des heures de pâturage restreintes (≈ 3 h/j contre ≈ 11 h/j chez les T1, T2 et T3). En saison sèche chaude, les animaux étaient gardés et nourris exclusivement à l'étable. Le régime alimentaire était basé sur une distribution d'aliments (tourteau de coton, son de maïs ou de riz, farine basse de riz, entre autres.) mais avec des quantités très variables d'une saison à l'autre. Les deux pics d'apport étaient le début de la saison des pluies (6,5 kg MB/UBT/j) et la saison sèche chaude (3,7 kg MB/UBT/j). Les fourrages de qualité ne rentraient pas dans la ration alimentaire des animaux. En revanche, les fourrages grossiers étaient apportés en plus grande quantité, mais uniquement en début et en pleine saison des pluies (≈ 6 kg MB/UBT/j).

La couverture des besoins alimentaires des vaches n'était pas assurée toutes les saisons. Au cours de la saison des pluies, les besoins en énergie étaient largement couverts, mais ce n'était pas le cas en saison sèche parce que les distributions d'aliments et de fourrages n'étaient pas suffisantes pour compenser l'absence de pâturage. Pour les besoins en matières azotées, les besoins étaient couverts toute l'année, sauf en fin de saison des pluies et durant la saison sèche froide.

Polyculteur-éleveur laitier à visée commerciale (T5)

Chez T5 les animaux avaient un poids vif nettement supérieur à celui des autres types (≈ 480 kg, contre ≈ 470 kg chez T4 et ≈ 280 kg chez les T1, T2 et T3), ce qui expliquait la MSVI au pâturage significativement plus élevée. La MSVI au pâturage a été maximale durant la saison des pluies (7–9 kg MS/UBT/j), puis elle a diminué en saison sèche (5–6 kg MS/UBT/j). T5 s'est caractérisé par un apport constant d'aliments toute l'année (3,5–4,5 kg MB/UBT/j), avec des quantités plus élevées en saison des pluies. Les fourrages verts de qualité (feuilles de chou, graminées fraîches, légumineuses) étaient aussi distribués en abondance

toute l'année (≈ 6 kg MB/UBT/j). Le régime alimentaire était également constitué d'un apport régulier en fourrage grossier (coque de coton) toute l'année dont les quantités variaient de 4,3 kg MB/UBT/j au début de la saison des pluies à 6,4 kg MB/UBT/j en saison sèche chaude, en passant par un pic de 8,6 kg MB/UBT/j en saison sèche froide.

Chez ce type, les besoins alimentaires des vaches étaient couverts en toute saison. La couverture des besoins en énergie était très excédentaire toute l'année. A plus de 150 % au début de la saison des pluies, le taux de couverture a atteint 190 % en saison sèche chaude. La couverture des besoins en MAD a aussi été largement atteinte à plus de 150 % toute l'année avec des pics en fin des pluies (plus de 250 %) et en saison sèche chaude (240 %).

Résultats économiques

Polyculteurs-éleveurs allaitants à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale

Chez les T1 et T2 le prix du kilogramme d'aliment (mélange de tourteau de coton et de son de maïs) revenait à 96 francs CFA (1 € = 655,957 FCFA). Pour les résidus de récoltes (généralement constitués de fanes d'arachides) acquis hors exploitation, le prix moyen du kilogramme était de 37 FCFA. Les T2 dépensaient approximativement deux fois plus que les T1 pour produire un litre de lait en raison des charges plus élevées pour le stockage des fourrages et des aliments, et pour les soins de santé (25 FCFA chez les T2 contre 13 FCFA chez les T1).

Le prix de vente du lait chez les T1 était le plus élevé de tous les types (plus de 350 FCFA/L toute l'année), car le lait était généralement vendu au détail mais avec deux phases : du début à la fin de la saison des pluies avec un prix stable et légèrement au-dessus de 350 FCFA/L, et en saison sèche froide et chaude à un prix moyen stable de 375 FCFA/L (figure 3). Ces prix élevés s'expliquaient par le fait que ces producteurs vendaient au porte-à-porte et sur les marchés urbains. Chez les T2, les ventes avaient généralement lieu sur place (à la ferme) à des collecteurs ou à des personnes familières dans leur environnement immédiat. Le prix du litre de lait passait de 250 FCFA en saison des pluies à 300 FCFA en fin de saison des pluies, et il atteignait son niveau maximum en saison sèche (≈ 350 FCFA).

Les revenus laitiers étaient relativement modérés chez ces deux types, ce qui s'expliquait par l'orientation allaitante du troupeau et par la part importante des activités agricoles dans le revenu du ménage. Le revenu laitier brut (c'est-à-dire avant rémunération de la main-d'œuvre) était moins élevé chez les T2 (67 580 FCFA/vache/an soit 676 000 FCFA/exploitation/an) que chez les T1 (82 195 FCFA/vache/an soit 822 000 FCFA/exploitation/an) (tableau II).

Polyculteurs-éleveurs allaitants à orientation agropastorale

Chez les T3 le coût du kilogramme d'aliment était le même que chez les T1 et T2 avec un coût de production du litre de lait plus élevé (62 FCFA/L), environ 2,5 fois celui des T2 en raison de la plus grande quantité d'aliments et de fourrages achetés. Les T3 vendaient une grande partie de leur production soit à des laiteries à un prix négocié, soit à des particuliers à un prix qui variait de 300 FCFA en début de la saison des pluies à 350 FCFA en saison sèche froide et chaude. Le revenu généré par la vente de lait par vache par an était plus élevé que chez les T1 et T2 (112 416 FCFA/vache/an, soit 900 000 FCFA/exploitation/an) (tableau II).

Polyculteurs-éleveurs laitiers à visée commerciale

Chez les T4 et T5 le prix moyen du kilogramme d'aliment et de fourrage était le même, et il était plus élevé que celui des T1, T2 et T3 en raison principalement du coût élevé du son de maïs à Bobo-Dioulasso qui était le double du coût pratiqué dans les villages. T4 présentait un coût de production de lait plus élevé (134 FCFA/L) à cause de dépenses très élevées pour l'achat des aliments (tourteau de coton, son de maïs et

Tableau II

Evaluation économique des exploitations de polycultures-élevages laitiers dans l'ouest du Burkina Faso

Variables	Polyculteurs-éleveurs « allaitants » à faible niveau d'intrants et orientation pastorale		Polyculteurs-éleveurs d'allaitants à orientation agropastorale	Polyculteurs-éleveurs laitiers à visée commerciale	
	A grand effectif (T1)	A effectif moyen (T2)	Recours modéré aux fourrage et aliments (T3)	Recours important aux aliments (T4)	Forte utilisation de fourrage vert (T5)
Prix moyen de vente du lait en saison des pluies (FCFA/L)	363	271	303	350	350
Prix moyen de vente du lait en saison sèche (FCFA/L)	375	357	340	350	350
Prix de l'aliment bétail (FCFA/kg MB)	96	96	96	125	125
Prix moyen du fourrage grossier (paille) ou de qualité (fanés) acquis hors exploitation (FCFA/kg MB)	37	37	37	50	50
Coût annuel alimentation (aliment + fourrage) par UBT (FCFA)	1 597	3 655	29 708	234 550	287 350
Coût annuel total (santé + alimentation + fonctionnement) par UBT (FCFA)	4 132	9 733	37 406	269 550	324 550
Coût production d'un litre de lait (FCFA)	13	25	62	134	71
Revenu annuel du lait / vache avant rémunération de la main-d'œuvre (FCFA)	82 195	67 580	112 416	703 150	1 589 595
Revenu annuel du lait / exploitation avant rémunération de la main-d'œuvre (FCFA)	821 950	675 800	899 328	6 328 350	12 716 760

UBT : unité de bovin tropical = 1 bovin de 250 kg ; MB : matière brute ; 1 € = 655,957 FCFA

de riz, concentré Vitalac, farine basse de riz, farine de néré, sésame, ou coque de coton) alors que la production de lait n'était pas très importante. En revanche T5, qui était le système le plus productif en termes de production laitière, avait un coût de production relativement faible (71 FCFA/L), comparable à celui des T3 (62 FCFA/L) grâce à l'utilisation d'importantes quantités de fourrage vert de qualité et bon marché (feuilles de chou, herbes fraîches).

Les T4 et T5 livraient le lait à la laiterie au prix de 350 FCFA/L. Le revenu généré par la vente du lait beaucoup était plus élevé que chez les autres types. Il était deux fois plus élevé chez T5 (1 589 595 FCFA/vache/an, soit 12,7 millions de FCFA/exploitation/an) que chez T4 (703 150 FCFA/vache/an, soit 6,3 millions de FCFA/exploitation/an), ce qui souligne là aussi les bonnes performances de l'élevage T5 (tableau II).

■ DISCUSSION

Diversité des systèmes de production et pratiques de production du lait dans un contexte d'émergence des laiteries

Les résultats de la typologie ont permis de distinguer, en fonction des variables de structure, de fonctionnement et de performance, cinq types

d'exploitations de polycultures-élevages impliqués dans la production de lait. Hamadou et al. (2003) ont mis en évidence quatre types d'exploitations dans les élevages laitiers de la périphérie de Bobo-Dioulasso (ouest du Burkina Faso) à l'aide de la méthode des nuées dynamiques de K-means et l'analyse discriminante. La confrontation des typologies d'Hamadou et al. (2003) et de celles présentées dans cette étude met en évidence un type d'élevage non décrit en 2003 : les « Allaitants à orientation agropastorale (T3) ».

Ce type T3 était sans doute issu d'une évolution des éleveurs à faibles niveaux d'intrants de type sédentaire décrit par Hamadou et al. (2008), désireux de développer la production de lait en suivant une modalité d'intensification de la production à bas coût financier. Pour ces éleveurs, une stratégie d'intégration de l'agriculture et de l'élevage se dessinait pour accroître la production. Le stockage des résidus de cultures à destination fourragère était plus important que chez les T1 et T2, et une place était accordée à la production de fourrage de qualité (fanés de niébé fourrager, fanés de mucuna). L'alimentation des vaches était renforcée par des apports réguliers d'aliments dans le régime alimentaire des animaux durant toute l'année. Nous avons également observé un début de pratique du métissage des vaches avec des races laitières importées. Ces pratiques ne sont pas rapportées dans les études de Hamadou et al. (2003 ; 2008) et l'on peut ainsi parler de nouveauté. Sur le plan de la mise en marché, ces élevages semblent être influencés par l'augmentation de

la demande de lait en provenance des laiteries (Duteurtre, 2007) au-delà du périmètre périurbain de Bobo-Dioulasso et certains livrent à de petites laiteries qui s'installent en zone rurale. Cette dynamique pourrait s'amplifier avec la construction de plusieurs centres de collecte en milieu rural par des initiatives publiques.

Concernant les autres types de producteurs (T1, T2, T4 et T5), on retrouvait globalement les mêmes caractéristiques que celles décrites par Hamadou et al. (2003 ; 2008) avec parfois des adoptions de nouvelles stratégies d'alimentation (T5). Tout comme dans cette étude antérieure, notre travail a montré que dans les élevages extensifs à faible niveau d'intrants et à orientation pastorale (T1, T2) la vente de lait n'était pas au centre de l'objectif de production. Le maintien de la mobilité des troupeaux, les effectifs élevés, la faible propension à investir dans les équipements agricoles et d'élevage et à effectuer des dépenses élevées dans l'alimentation et dans la santé des animaux ont montré que ces élevages étaient restés principalement dans une logique d'élevage allaitant où la production de bétail sur pieds restait l'objectif économique principal (Hamadou et al., 2008 ; Alary et al., 2011). Cependant, la proportion de lait autoconsommé était inférieure à 50 % et relativement faible comparée à celle des éleveurs de la même catégorie rapportée par Hiernaux et al. (2016) en zone semi-aride du Niger (78 % à 84 %). Enfin, lorsque le cheptel est important, comme c'est le cas pour les T1, les éleveurs qui dépendent fortement des pâturages naturels rencontrent de réelles difficultés pour satisfaire les besoins de leurs animaux au pâturage dans des territoires fortement occupés par l'agriculture (réduction des zones de pâtures), dans un paysage fragmenté (difficulté de circulation) (Botoni/Liehou et al., 2006), et soumis à des règles d'accès au foncier défavorables aux éleveurs (Mathieu et al., 2003).

Chez les éleveurs à visée commerciale (T4 et T5), notre étude a montré que la connexion à une laiterie était forte et que cette dernière captait pratiquement tout le lait produit dans ces élevages. Dans ce type d'élevage, l'objectif de production laitière est clair, comme l'ont montré Hamadou et al. (2008), et se traduit par des investissements importants en équipements agricoles et d'élevage, l'utilisation de races à orientation laitière, et un recours important aux aliments bétail. Ces élevages qui disposent d'un débouché en laiterie et de capacités financières plus élevées que la moyenne produisent davantage de lait.

L'alimentation, clé de l'intensification de la production de lait

Pour accroître la production de lait, les éleveurs peuvent agir sur plusieurs leviers techniques comme l'alimentation (Coulialy et al., 2007), la gestion de la reproduction (Hanzen et al., 2013), la génétique (Nianogo et al., 1996 ; Zongo et al., 2012) et la santé (Traoré et al., 2004), si possible de façon simultanée pour créer des effets de synergie.

L'étude a montré que les producteurs qui s'engageaient dans une logique de production laitière à visée commerciale agissaient principalement sur le levier de l'alimentation. Ils avaient d'abord recours à la distribution d'aliments concentrés pour soutenir la production de lait au fil de l'année, en proportion de leurs moyens financiers (distribution moyenne chez les T3, élevée chez les T4 et T5). Toutefois, cette pratique n'est pas optimale pour des ruminants qui ont besoin d'une alimentation plus équilibrée en fibres (Kaasschieter et al., 1994). Or, seul T5 a eu recours à la distribution de fourrage de qualité et de fourrage grossier en grande quantité toute l'année, ce qui a réduit de moitié son coût de production comparé à T4. L'utilisation de ces fourrages disponibles à bas coût pourrait permettre à T4 d'accroître la production de lait et de réduire le coût de production.

Le choix de ces options pourrait s'expliquer par la place de l'activité d'élevage dans les revenus de la famille. L'élevage était l'activité principale de T5 qui consacrait beaucoup de temps à rechercher de meilleures stratégies pour produire plus à bas coût, alors que pour T4 il

s'agissait d'une activité secondaire techniquement gérée par une main-d'œuvre salariée moins qualifiée. Chez les autres types, la distribution de fourrage de qualité était minime et ne concernait que la fin de saison sèche. Les quantités importantes de fourrage grossier distribuées à cette période apportaient des fibres alimentaires indispensables au bon fonctionnement du rumen et au maintien de la rumination, mais ne permettaient pas de soutenir la production de lait. Des marges de progrès étaient donc possibles sur la conduite de l'alimentation et principalement sur l'utilisation de fourrages de qualité en sec ou en vert.

Cependant, l'efficacité de cette stratégie de soutien de la production de lait basée sur l'alimentation est limitée par la gestion de la reproduction (Hanzen et al., 2013). Dans les élevages, les naissances sont concentrées en début de saison des pluies, ce qui conduit naturellement à une forte production de lait durant la saison des pluies, suivie d'un déclin durant la saison sèche, allant vers le tarissement en fin de saison sèche chaude. Ce mode de conduite de la reproduction traduit bien sûr une adaptation à la disponibilité en fourrage naturel. Il permet de garantir un allaitement suffisant des jeunes animaux au cours de leurs premiers mois mais il ne permet pas de tirer profit du prix élevé du lait durant la saison sèche. Le dé-saisonnement d'une partie des naissances en saison sèche pourrait être une solution pour accroître la production de lait en saison sèche, à condition que des stocks alimentaires soient disponibles (en sec ou en vert). Les producteurs sont dès lors confrontés à nouveau aux problèmes d'alimentation et de gestion du calendrier fourrager qui peut être perturbé par les contraintes d'accès à l'eau en saison sèche.

Le recours à des animaux de races laitières améliorées (Zongo et al., 2012) constitue un levier d'accroissement de la production du lait mis en œuvre par des producteurs qui ont davantage de moyens financiers (T4 et T5). Un tel investissement en génétique, pour être convenablement valorisé, nécessite la mise en œuvre d'une conduite alimentaire et sanitaire adaptée, de bonnes conditions de logement à l'étable et en particulier des aliments et des fourrages de qualité disponibles en quantité. Le niveau technique de l'éleveur doit être élevé. En conclusion, on peut dire que l'alimentation est bien un facteur clé de l'intensification de la production laitière dans les élevages.

Actuellement, les éleveurs préfèrent mettre en œuvre des pratiques d'alimentation basées sur les concentrés achetés, ou sur les résidus de cultures qui ont des avantages mais aussi des limites. Les aliments bétail (tourteau de coton, farine basse de riz, sons et autres concentrés) ne sont pas toujours accessibles. De plus, le prix d'achat sur le marché du sac de 50 kg de tourteau qui varie de 7500 à 8500 FCFA, et du sac de 60 kg de son de céréales qui varie de 2500 à 6000 FCFA, est souvent considéré trop élevé par les petits producteurs (FAO, 2014), ce qui conduit les éleveurs à mettre en œuvre une conduite alimentaire inadaptee (Coulialy et al., 2007).

Les techniques de fauches sont bien connues mais la mauvaise conservation du foin affecte sa qualité. Des techniques innovantes recommandées depuis des années sont encore peu adoptées par les producteurs. Parmi celles-ci l'ensilage permet de conserver la qualité des fourrages récoltés mais la fabrication demande beaucoup de moyens et de savoir-faire. Les cultures fourragères annuelles et pérennes de légumineuses et de graminées peuvent être introduites sous différentes formes : en amélioration des parcours naturels, en cultures pures ou associées (César et al., 2004 ; Klein et al., 2014 ; Bayala et al., 2014). Les facteurs limitant l'adoption des cultures fourragères dans les élevages sont : le coût du travail, le manque de disponibilité foncière, le coût de la protection des parcelles, la non-disponibilité des semences fourragères (Hamadou et al., 2005 ; Toutain et al., 2009).

Pour compléter les solutions aux problèmes d'alimentation des vaches, nous proposons un modèle de production de fourrage innovant, les banques fourragères arbustives pour produire du fourrage en vert toute l'année pour compléter les vaches notamment en saison sèche. Les banques fourragères arbustives sont des systèmes de production

qui utilisent les arbres fourragers à hautes valeurs nutritives, plantés à haute densité, de 10 000 à 80 000 plants par hectare (Gonzalez-García et Martín Martín, 2016). L'exploitation de ces banques se fait selon le mode « couper et emporter » (trois à quatre fois dans l'année), ou de stockage sous forme de feuilles séchées ou de farine pour la période de disette. En Amérique latine les banques fourragères arbustives sont couramment utilisées par les éleveurs, mais en Afrique ces banques ont été testées en station de recherche par l'Icraf (Bayala et al., 2014) et non pas en milieu réel. Nous proposons d'introduire ces banques chez les éleveurs en nous appuyant sur une démarche en partenariat impliquant les producteurs et les acteurs de leur environnement. Cela permettrait de prendre en compte les problèmes d'accès au foncier, de compétition de ces cultures avec les cultures destinées à l'alimentation humaine, et le coût en travail.

■ CONCLUSION

Cette étude met en exergue de nouvelles pratiques dans les systèmes d'élevage face à la croissance rapide du marché du lait, malgré le contexte général dominé par des systèmes extensifs peu productifs sur le plan laitier. Les évolutions détectées dans les modes de conduites des animaux seraient influencées par la raréfaction des ressources pastorales (restriction des parcours), l'aptitude à investir en capital, l'orientation générale de l'exploitation et l'émergence de minilaiteries privées qui se déploient au-delà du périmètre urbain. En réponse à ces influences, les polyculteurs-éleveurs impliqués dans la production de lait optent pour l'utilisation accrue des aliments (éleveurs laitiers), pas toujours accessibles et qui augmentent le coût de production, la continuation de la mobilité, et l'utilisation de fourrage grossier (chez les extensifs) qui contribue peu à la couverture des besoins de production de lait qui pourtant génère des revenus de plus en plus importants. En outre les fourrages de qualité (notamment les légumineuses) sont très peu ou ne sont pas utilisés dans la ration alimentaire des vaches laitières dans l'ensemble. Pourtant leur forte utilisation donne des résultats satisfaisants chez les éleveurs laitiers en voie d'intensification, spécialisés et à visée commerciale (T5), permet de soutenir la production chez les éleveurs allaitants à orientation agropastorale (T3 ; utilisation modérée) et pourrait accroître la productivité et réduire le coût de production du système de production (T4).

Ces résultats mènent à plusieurs réflexions : les cultures fourragères (par exemple mucuna, niébé) pourraient constituer une bonne alternative au fourrage grossier pour accroître l'offre alimentaire de bonne qualité aux animaux tout en maîtrisant les dépenses pour l'achat des aliments. Les polyculteurs-éleveurs laitiers disposant de foncier pourraient aussi opter pour les banques fourragères pérennes à base d'arbres riches en protéines qui pourraient fournir du fourrage de très haute valeur nutritive toute l'année et notamment en saison sèche. Toutefois, les éleveurs ont parfois besoin de références avant d'adopter des innovations. Des expérimentations à petites échelles seront conduites en milieu réel chez des éleveurs afin d'adapter les itinéraires techniques et les modes de gestion des cultures fourragères et de banques fourragères. De plus, des simulations d'introduction de ces fourrages dans les rations des vaches seront effectuées pour évaluer leurs effets sur les performances des vaches à partir de la connaissance de la valeur nutritive des fourrages produits et des paramètres zootechniques des vaches. Le coût/bénéfice de ces expérimentations sera évalué pour justifier son adoption à grande échelle.

Remerciements

Les auteurs remercient Agropolis Fondation à travers le projet « System approach for the TRAnstition to bio-DIVersified agroecosystems » (Stradiv) qui leur a permis de mener à bien les expérimentations et dont ce travail en est la porte d'entrée. De même, ils remercient les responsables du programme AIRD doctorant du Sud (IRD-Cirad) pour la prise

en charge de la bourse et la mobilité. Enfin ils remercient le dispositif de recherche et d'enseignement en partenariat sur les systèmes agrosylvopastoraux de l'Afrique de l'Ouest (DP ASAP) pour son appui par la mise à disposition des outils de recherche, et le Centre international de recherche-développement sur l'élevage en zone subhumide (Cirades) pour son accueil.

REFERENCES

- Addinsoft. Paris, France, www.xlstat.com/fr/ (consulté en 2017)
- Alary V., Duteurtre G., Faye B., 2011. Elevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. *Prod. Anim.*, **24** (1) : 145-156.
- Bayala J., Ky-Dembele C., Kalinganire A., Olivier A., Nantoumé H., 2014. A review of pasture and fodder production and productivity for small ruminants in the Sahel. ICRAF Occasional Papers No 21. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya
- Botoni/Liehoun E., Daget P., César J., 2006. Activities of pasture, biodiversity and pastoral vegetation in the Western zone of Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **59** (1-4) : 31-38, doi : 10.19182/remvt.9951
- César J., Houinsou M., Gouro A., 2004. Production fourragère en zone tropicale et conseils aux éleveurs. Cirades, Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso, Inrab, Cotonou, Bénin, Cirad, Montpellier, France
- Corniaux C., Bonfoh B., Diallo A., Pocard-Chapuis R., Vias G., 2007. Collection and distribution network of milk in African Sudano-Sahelian cities. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4) : 21-28, doi : 10.19182/remvt.9973
- Corniaux C., Duteurtre G., Broutin C., 2014. Filières laitières et développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest. L'essor des minilaiteries. Karthala, Paris, France, 252 p. (Coll. Hommes et sociétés)
- Corniaux C., Vatin F., Ancey V., 2012. Lait en poudre importé versus production locale en Afrique de l'Ouest : vers un nouveau modèle industriel ? *Cah. Agric.*, **20** : 18-24
- Coulialy D., Moulin C.H., Pocard-Chappuis R., Morin G., Sidibé S.I., Corniaux C., 2007. Evolution of feeding strategies of livestock farming in the milk supply basin of the town of Sikasso in Mali. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4) : 103-111, doi: 10.19182/remvt.9961
- Delma B.J., Bougouma-Yameogo V., Nacro H.B., Vall E., 2016a. Fragilité des projets d'élevage familiaux dans les exploitations de polyculture-élevage au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, **25** : 35005, doi : 10.1051/cagri/2016019
- Delma B.J., Bougouma-Yameogo V., Nacro H.B., Vall E., 2016b. Altrop, un calculateur des rations des bovins pour l'accompagnement des projets d'élevage familiaux. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10** (3) : 966-982, doi : 10.4314/ijbcs.v10i3.5
- Duteurtre G., 2007. Trade and development of dairy breeding in West Africa: a review. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4) : 209-223, doi : 10.19182/remvt.9972
- Duteurtre G., Corniaux C., 2013. Etude relative à la formulation du programme d'actions détaillé de développement de la filière lait en zone Uemoa. Rapport. Uemoa /Cirad, Montpellier, France, 75 p.
- FAO, 2014. Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest. Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. FAO, Rome, Italie, 49 p.
- González-García E., Martín Martín G., 2016. Biomass yield and nutrient content of a tropical mulberry forage bank: effects of season, harvest frequency and fertilization rate. *Grass Forage Sci.*, doi: 10.1111/gfs.12227
- Hamadou S., Kamuanga M., Abdoulaye A.T., Lowenberg-Deboer J., 2005. Facteurs affectant l'adoption des cultures fourragères dans les élevages laitiers périurbains de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Tropicicultura*, **23** (1) : 29-35
- Hamadou S., Marichatou H., Kamuanga M., Kanwé A.B., Sidibé A.G., 2003. Diagnostic des élevages laitiers périurbains : Typologie des exploitations de la périphérie de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *J. Agric. Environ. Int. Dev.*, **97** : 69-92
- Hamadou S., Tou Z., Toe P., 2008. Le lait, produit de diversification en zone périurbaine à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cah. Agric.*, **17** (5) : 473-478
- Hanzen C., Rao A.-S., Theron L., 2013. Gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins laitiers. *Rev. Afr. Sante Prod. Anim.*, **11** (suppl.) : 91-105

- Hiernaux P., Adamou K., Zezza A., Ayantunde A.A., Federighi G., 2016. Milk offtake of cows in smallholder farms of semiarid Sahel: low yields with high value! *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **69** (4): 143-153, doi: 10.19182/remvt.31199
- Kaasschieter G.A., Coulibaly Y., Kané M., 1994. Supplémentation de la paille de mil (*Pennisetum thyphoides*) avec le tourteau de coton : effets sur l'ingestion, la digestibilité et la sélection. Rapport du projet « Production soudano-sahélienne » n° 4. AB-DLO, Wageningen, les Pays-Bas, 17 p.
- Klein H.-D., Rippstein G., Huguenin J., Toutain B., Guerin H., Louppe D., 2014. Les cultures fourragères. Quae, Versailles, France, 264 p. (Coll. Agriculures tropicales en poche ; 12)
- Koutou M., Sangaré M., Havard M., Toillier A., Sanogo L., Thombiano T., Vodouhe D.S., 2016. Sources de revenus et besoins d'accompagnement des exploitations agricoles familiales en zone cotonnière ouest du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **20** (1) : 42-56
- Mathieu P., Lavigne Delville P., Paré L., Zongo M., Ouédraogo H., Baud J., Bologo E., et al., 2003. Sécuriser les transactions foncières dans l'ouest du Burkina Faso. IIED (dossier n° 117), 36 p., <http://pubs.iied.org>
- Nallet C., 2015. Identifier les classes moyennes africaines : diversité, spécificités et pratiques de consommation sous contrainte. Ifri, Paris, France, 45 p.
- Nianogo A.J., Sanfo R., Kondombo S.D., Neya S.B., 1996. Le point sur les ressources génétiques en matière d'élevage au Burkina Faso. *Anim. Genet. Resour. Inf. Bull.*, 13-31
- Toutain B., Klein H.-D., Lhoste P., Duteurtre G., 2009. Histoire et avenir des cultures fourragères en Afrique tropicale. *Fourrages*, **200** : 511-523
- Traoré A., Tamboura H.H., Bayala B., Rouamba D.W., Yaméogo N., Sanou M., 2004. Prévalence globale des pathologies majeures liées à la production laitière bovine en système d'élevage intra-urbain à Hamdallaye (Ouagadougou). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **8** (1) : 3-8
- Vall E., 2004. Proposition de zonages agropastoraux de l'Ouest du Burkina Faso et de la province de Houet. Cirades-Urpan, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
- Vall E., Diallo M.A., 2009. Savoirs techniques locaux et pratiques : la conduite des troupeaux aux pâturages (ouest du Burkina Faso). *Nat. Sci. Soc.*, **17** : 122-135, doi : 10.1051/nss/2009024
- Vall E., Dugue P., Blanchard M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton. *Cah. Agric.*, **15** : 72-79
- Zongo M., Bayala B., Pitala W., Meyer C., Boly H., Sawadogo L., 2012. Induction d'œstrus et insémination artificielle chez les zébus Azawak et zébus Goudali au Burkina Faso. Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. *Tropicicultura*, **32** (1) : 54-61

Summary

Sib O., Bougouma-Yameogo V.M.C., Blanchard M., Gonzalez-Garcia E., Vall E. Dairy production in Western Burkina Faso in a context of emergence of dairies: Diversity of breeding practices and proposals for improvement

In Western Burkina Faso, dairies are facing a local milk supply problem because production is low, seasonal, fragmented and expensive to collect. This study aimed to identify levers to increase production and reduce seasonality. It was carried out at 18 multicultivator-breeder farms of the Hauts-Bassins region involved in milk production. A multivariate analysis based on variables of farm structure, operation and performance identified five types of polyculture-livestock farms involved in this production: Low-input, pasture-oriented suckling cows with a large number of cows (T1), with a medium number of cows (T2); agropastoral-oriented suckling cows (T3); commercially-oriented, specialized dairy farms with little use of green fodder (T4), or with high use of green fodder (T5). T1 and T2 were characterized by grazing almost exclusively in all seasons and milk production levels of less than two liters per cow per day at lactation peak. Milk from these farms was poorly marketed and seldom sold to dairies. T3 made greater use of dry fodder and feed, allowing to improve milk production, which was frequently marketed in dairies (≈ 2 L/cow/d at lactation peak). T4 and T5 were characterized by the use of improved breeds, and the extensive use of forage and feed purchased year-round, ensuring higher milk yields (5–13 L/cow/d at lactation peak). These farms sold all of their milk to dairies. Our results highlight the fact that production was severely penalized by a diet that was too poor in quality feed and fodder, and that the seasonality of calving worsened the drop in production at the end of the dry season.

Keywords: dairy cattle, typology, milk performance, mixed farming, Burkina Faso

Resumen

Sib O., Bougouma-Yameogo V.M.C., Blanchard M., Gonzalez-Garcia E., Vall E. Producción lechera en el oeste de Burkina Faso en el contexto del surgimiento de lecherías: diversidad de prácticas y propuestas de mejoramiento

En el oeste de Burkina Faso, las lecherías están enfrentando un problema de oferta lechera, porque la producción es baja, estacional, fragmentada y la colecta onerosa. Este estudio pretendió identificar factores para aumentar la producción y reducir la estacionalidad. Se llevó a cabo en 18 fincas multi cultivadoras-criadoras involucradas con producción de leche en la región de las Altas Mesetas. Un análisis multivariado basado en variables estructurales de las fincas, operación y rendimiento, identificó cinco tipos de finqueros poli cultivadores-criadores involucrados en esta producción: bajos insumos, vacas lactantes en pastoreo con un gran número de vacas (T1), con un número intermedio de vacas (T2); vacas lactantes en agropastoreo (T3); orientación comercial, fincas lecheras especializadas con poco uso de forraje verde (T4), o con alto uso de forraje verde (T5). T1 y T2 se caracterizaron por pastoreo casi exclusivo durante todas las estaciones y niveles de producción láctea de menos de dos litros por día por vaca en el pico de lactación. La leche de estas fincas fue poco comercializada y rara vez vendida a lecherías. T3 utilizó más forraje seco y alimento, permitiendo un mejoramiento de la producción láctea, la cual fue a menudo vendida a lecherías (≈ 2 L/vaca/d en el pico de lactación). T4 y T5 se caracterizaron por el uso de razas mejoradas y el uso extensivo de forraje y alimento comercial todo el año, asegurando mayores rendimientos lácteos (5–13 L/vaca/d al pico de lactación). Estas fincas vendieron toda la producción lechera a lecherías. Nuestros resultados subrayan el hecho que la producción fue severamente penalizada por una dieta demasiado pobre en calidad de alimento y forraje, y que la estacionalidad de partos empeoró la caída en la producción al final de la estación seca.

Palabras clave: ganado de leche, tipología, aptitud lechera, explotación agrícola combinada, Burkina Faso

Paramètres de reproduction et de dynamique de population de la chèvre locale de Mbanza-Ngungu en République démocratique du Congo

Richard Gasigwa Sabimana^{1*} Patrick Baenyi Simon²
Roger Kizungu Vumilia³

Mots-clés

Caprin, petit ruminant, reproduction, dynamique des populations, République démocratique du Congo

Submitted: 28 July 2017

Accepted: 4 January 2018

Published: 12 March 2018

DOI : 10.19182/remvt.31522

Résumé

Les perspectives de développement de l'élevage caprin semblent favorables en République démocratique du Congo. La connaissance des caractéristiques de l'élevage de la chèvre locale par les éleveurs est un facteur très important pour maîtriser sa production et la favoriser. L'objectif de cette étude a été d'améliorer la productivité de la chèvre locale de Mbanza-Ngungu en accroissant la connaissance de ses performances reproductives. Pour atteindre cet objectif, les données ont été collectées par observation directe des chèvres. Ces données ont permis de calculer par simulation les paramètres de reproduction et de dynamique de la population sur une période de cinq ans. L'étude a montré la pertinence du modèle pour simuler les caractères de reproduction de la chèvre de Mbanza-Ngungu et qu'il est inutile de garder les chèvres plus de cinq ans.

■ Comment citer cet article : Gasigwa Sabimana R., Baenyi Simon P., Kizungu Vumilia R., 2017. Reproductive and population dynamics parameters of Mbanza-Ngungu's local goat in Democratic Republic of Congo. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (3): 93-97, doi: 10.19182/remvt.31522

■ INTRODUCTION

Les productions animales en zone tropicale, à l'instar de l'ensemble des productions agricoles, sont confrontées aux grands enjeux de la durabilité (Dedieu et al., 2011). Le développement de la population de chèvres allaitantes et laitières accompagne l'accroissement de la population humaine dans les zones tropicale et intertropicale. Du fait de leur grande adaptabilité, les caprins y sont élevés dans une gamme étendue de conditions agro-environnementales et selon un large éventail de systèmes de production, souvent traditionnels et peu artificialisés (Alexandre et al., 2012). Grâce à leur capacité d'adaptation élevée (Silanikove, 2000) et leur bon niveau de condition corporelle (Alexandre et

Mandonnet, 2005 ; Browning et al., 2006), l'élevage des petits ruminants est considéré comme une source de revenu saisonnier pour les besoins de l'activité agricole et des ménages des fermiers en République démocratique du Congo. Cependant, les animaux sont souvent abandonnés à la divagation en milieu rural et leur productivité est très faible, 15 % seulement sont exploités en élevage moderne de type intensif (Galvmed, 2014). L'avantage est que les perspectives de développement de l'élevage caprin semblent favorables dans le pays (Ahuya et al., 2009).

En milieu tropical les caractéristiques de l'élevage caprin connaissent d'énormes fluctuations saisonnières et interannuelles : une mortalité élevée et une réduction des performances laitières et reproductives surviennent en saison sèche. Une meilleure connaissance des performances de la chèvre locale permettrait de les améliorer. L'objectif de cette étude a ainsi été de d'évaluer les paramètres de reproduction et la dynamique d'une population de cette chèvre locale. Spécifiquement, il s'agissait :

- de présenter les différents paramètres de reproduction de la chèvre locale de Mbanza-Ngungu en RDC ;
- d'utiliser ces paramètres pour évaluer les performances de reproduction d'une chèvre de Mbanza-Ngungu laissée à la lutte pendant cinq ans avant de la réformer et évaluer l'évolution du nombre de têtes dans un cheptel lorsque l'élevage démarre avec une chèvre, deux chèvres... 100 chèvres mises à la lutte pendant cinq ans ;
- de généraliser les résultats pour n individus à la lutte.

1. Université de Kinshasa, Faculté des sciences, Département math-info, Institut national de recherche agronomique (INERA), avenue des cliniques n° 13, Kinshasa Gombé, République démocratique du Congo.

2. Université évangélique en Afrique, Bukavu, République démocratique du Congo.

3. Faculté des sciences agronomiques UNIKIN RDC, Direction de l'expérimentation agricole, INERA, Kinshasa Gombé, République démocratique du Congo.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +243 814 34 99 30 ; +243 899 47 92 19

E-mail : richardsabimana@gmail.com



■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude a été menée à M'vuazi, dans la province du Kongo-Central, district des cataractes, territoire de la Mbaza-Ngungu, à environ 100 kilomètres au sud-ouest de Kinshasa. La température moyenne est de 24 °C, la pluviométrie moyenne annuelle est de 1472 millimètres et la saison sèche dure quatre à cinq mois (de mai à octobre).

Echantillonnage

Les données ont été collectées par observation d'un échantillon de 473 chèvres adultes (221 femelles et 252 mâles) sélectionnées par des chercheurs de l'INERA au cours du projet d'amélioration de la chèvre locale de 1986 à 1992. Nous avons utilisé des données secondaires issues du projet cité précédemment.

Collecte des données

Les paramètres suivants ont été collectés : l'identifiant, la souche, le lieu de mise bas, le rang de mise bas, le nombre de chevreaux par portée, l'âge de la mère, la date de la mise bas, la saison de la mise bas, le poids à la naissance, à 30 jours, 90 jours (au sevrage), 120 jours, 180 jours et à un an. Ces paramètres ont permis de calculer avec le logiciel R (version R i386 2.15.0) la date de la première saillie, la durée de gravidité, la proportion de gravidité gémellaire, l'intervalle entre mises bas, l'année de parturition, le nombre de mises bas, l'indice de fertilité, l'indice ou taux de fécondité, la productivité numérique, la période de réforme des bêtes, le nombre d'animaux dans le cheptel, le nombre de femelles et de mâles adultes, le nombre de chevreaux nés, le nombre d'immatures, le nombre de chevreaux sevrés, et la mortalité.

Modélisation du système de reproduction

Les expériences ont été menées dans un laboratoire informatique de l'INERA à Kinshasa. Il s'agissait d'évaluer les paramètres de reproduction de la chèvre locale de Mbanza-Ngungu (Mundondo), mise à la lutte pour une durée de cinq ans avant de la réformer, et de déduire la durée maximale de la période de reproduction garantissant une croissance positive du cheptel. Le modèle numérique a été décrit avec les hypothèses suivantes : une chèvre est mise à la lutte à l'âge moyen de 12 mois et la première mise bas intervient à l'âge moyen de 17 mois. Les algorithmes décrivant le modèle numérique émanant du système de reproduction de la chèvre sont détaillés ci-après :

Algorithme de détermination du nombre de mise bas

Posons $i \in \{\text{mise bas simple, mise bas double, mise bas triple}\}$, nfl : le nombre de femelles mises à la lutte.

nb. de mises bas [i] = (nfl x pourcentage de mises bas [i])/100

nb. de mises bas simples = (nfl x pourcentage mises bas simples)/100

nb. de mises bas doubles = (nfl x pourcentage mises bas doubles)/100

nb. de mises bas triples = (nfl x pourcentage mises bas triples)/100

nb. de mises bas = nb. de mises bas simples + nb. de mises bas doubles + nb. de mises bas triples

Algorithme de détermination du nombre de petits nés

nb. de petits nés d'une mise bas simple = nb. de mises bas simples

nb. de petits nés d'une mise bas double = nb. de mises bas doubles x 2

nb. de petits nés d'une mise bas triple = nb. de mises bas triples x 3

nb. total de petits nés = nb. de petits nés d'une mise bas simple + nb. de petits nés d'une mise bas double + nb. de petits nés d'une mise bas triple.

Algorithme de détermination du nombre de femelles mises à la lutte au temps i

nfl [1] = nfl

nfl [i+1] = nfl [i] + (nb. total de petits nés [i])/2

où nfl désigne le nombre de femelles à la lutte et

nfl [i] le nombre de femelles mises à la lutte au temps $i = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Algorithme de détermination du nombre d'années par mise bas au temps t

AnParRate = (365/IMB)

NS = AnParRate x 2

FNAPB = fonction(t) (2/NS) x t

NAPB = FNAPB (t)

où NS désigne une variable quelconque ; AnParRate (annual parturition rate) le nombre de parturitions par an ; IMB l'intervalle de parturition ; FNAPB désigne une fonction du nombre d'années par mise bas ; NAPB une fonction calculant le nombre d'années par mise bas au temps t.

Algorithme du calcul de l'âge de la mère à la mise bas au temps t

ANt = fonction(t) As1 + dg + (t-1) x IMB

AMj = ANt(t)

AMm = ANt(t)/30

où As1 = 360 jours désigne l'âge de la mise en saillie de la chèvre ; ANt une variable contenant une fonction calculant l'âge de la mère ; dg = 150 jours, la durée de gravidité ; AMj l'âge de la mère en jours ; AMm l'âge de la mère en mois.

■ RESULTATS

Croissance et reproduction

Dans la chèvrerie de M'vuazi à Mbaza-Ngungu, la chèvre atteint généralement son poids maximal à un an, âge de la première saillie (figure 1). Les jeunes boucs sont pubères vers cinq à six mois. La gravidité dure environ 145 à 150 jours et l'intervalle entre mises bas en moyenne 240 jours. En deux ans la chèvre a mis bas trois fois (tableau I).

La mise bas gémellaire dépend du rang de la portée (tableau II). Parmi les chèvres 36,2 % ont mis bas deux petits lors de leur deuxième mise bas, et trois petits lors de leur sixième mise bas avec une probabilité de 6,8 % (tableau III). Selon les analyses effectuées, 18,2 % des jumeaux ont été produits par des primipares et 81,8 % par des pluripares. En regroupant les chèvres par le nombre de portées, 36,8 % des pluripares ont mis bas des jumeaux, et 45 % des triplés. Chez les primipares, 13 % ont mis bas des jumeaux et 5,2 % des triplés.

L'allaitement des chevreaux a duré entre 60 et 90 jours. Il est supposé qu'à l'âge de trois mois un chevreau peut se nourrir entièrement de fourrage de très haute qualité. De ce fait, séparer les chevreaux de leur mère à cet âge ne leur causera aucun préjudice et favorisera la reproduction dans le troupeau. Le poids moyen d'un chevreau a été de 1,6 kg à la naissance, il a atteint 7 kg au sevrage et 17,3 kg à la maturité (figure 2).

Durée d'utilisation optimale par les reproducteurs

Les chèvres étaient réformées à six ou sept ans, alors que les boucs l'étaient à quatre ou cinq ans. A 57 mois (soit 4 ans et 9 mois), la chèvre avait en général mis bas six fois. L'effectif total des chevreaux produits par celle-ci était environ de six petits (tableau I). La performance d'une chèvre mise à la lutte pendant cinq ans a été mesurée par le nombre de petits nés par mise bas. Le nombre total de petits nés par mise bas a diminué selon le rang de la mise bas ; il a été respectivement de 1,4 ; 1,2 ; 1,0 ; 1,1 ; 0,9 et 0,2 de la première à la sixième mise bas (figure 3). Cette diminution du nombre de petits nés par mise bas a continué jusqu'à déclarer la chèvre improductive, et à la classer dans le groupe des caprins à viande. Une chèvre était réformée après six à sept ans de service. En six ans, elle mettait bas en général 7,6 fois et avait 7,6 petits, et en sept ans elle mettait bas 8,8 fois et avait 8,8 petits.

La productivité numérique était excellente à la première mise bas (1,42) mais elle a chuté bien en dessous de 1 (0,2 ; tableau I) à la sixième mise bas. Par conséquent la chèvre locale de Mbanza-Ngungu peut être déclarée improductive après six mises bas (figure 3).

Dynamique de la population sur une période de cinq ans

En laissant une chèvre à la lutte pendant cinq ans, le nombre de femelles dans la chèvrerie a augmenté progressivement. De 1,7 femelle à partir de la deuxième mise bas, le nombre de futures

femelles reproductives a atteint respectivement 2,3 ; 2,8 ; 3,4 et 3,9 (figure 4) de la troisième à la sixième année de lutte. Le taux de naissance des femelles a été de 45,5 %, celui des mâles de 54,5 %. Le taux de survie avant sevrage a été de 19,1 % chez les femelles et de 27,5 % chez les mâles. Le taux de mortalité après sevrage a été de 7,6 % chez les femelles et de 10,8 % chez les mâles. Parmi les chevreaux nés 28 % ont atteint l'âge pré-adulte, avec 11,5 % de pré-adultes femelles et 16,7 % de pré-adultes mâles. Le taux de mortalité à un an pour les mâles et les femelles a été de 5 %. L'indice de fertilité, de fécondité et la productivité numérique ont été respectivement de 95,6 ; 1,4 et 1,2.

Tableau I

Performances des chèvres de Mbanza-Ngungu en RDC sur une période de cinq ans

Rang de mise bas	Age de la mère (jours)	Age de la mère (mois)	Nb. d'années par mise bas	Nb. de mises bas simples	Nb. de mises bas doubles	Nb. de mises bas triples	Nb. total de mises bas	Nb. de petits nés mise bas simple	Nb. de petits nés mise bas double	Nb. de petits nés mise bas triple	Nb. total de petits nés	Productivité numérique (PN)
Un	510	17	0,658	0,595	0,258	0,103	0,956	0,595	0,516	0,309	1,42	1,42
Deux	750	25	1,315	0,258	0,362	0,07	0,69	0,258	0,724	0,21	1,192	1,192
Trois	990	33	1,973	0,086	0,21	0,172	0,468	0,086	0,42	0,516	1,022	1,022
Quatre	1230	41	2,630	0,03	0,094	0,31	0,434	0,03	0,188	0,93	1,148	1,148
Cinq	1470	49	3,288	0,018	0,053	0,275	0,346	0,018	0,106	0,825	0,949	0,949
Six	1710	57	3,945	0,011	0,012	0,068	0,091	0,011	0,024	0,204	0,239	0,239
Total				0,998	0,989	0,998	2,985	0,998	1,978	2,994	5,97	



Figure 1 : chèvres de Mbanza-Ngungu, République démocratique du Congo.

Tableau II

Taille de la portée des chèvres de Mbanza-Ngungu en RDC

Mise bas Simple (%)	Mise bas double (%)	Mise bas triple (%)	Mise bas quadruple (%)
37,02	49,62	12,60	0,76

Tableau III

Mises bas chez les chèvres de Mbanza-Ngungu à en RDC

Rang de mise bas %	Mise bas simple						Mise bas double						Mise bas triple					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	59,5	25,8	8,6	3	1,8	1,1	25,8	36,2	21	9,4	5,3	1,2	10,3	7	17,2	31	27,5	6,8

Si le fermier commence une chèvrerie avec 100 chèvres à la lutte, à la deuxième lutte il aura 171 femelles, ensuite respectivement 230, 281, 339, 386 femelles, de la troisième à la sixième lutte. Par conséquent l'indice de fertilité, l'indice de fécondité et la productivité numérique ne changent pas après cinq ans quel que soit le nombre de chèvres à mettre à la lutte pour cette race locale.

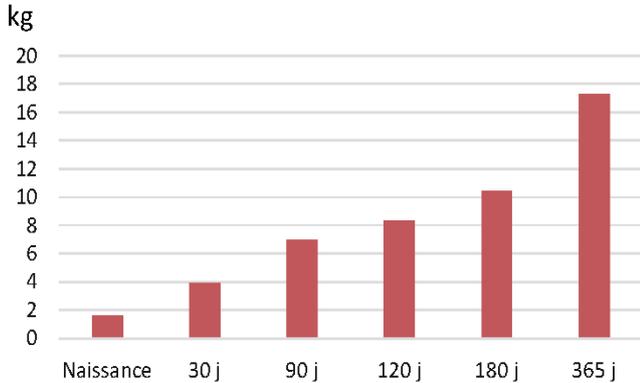


Figure 2 : poids moyen en fonction de l'âge des chèvres de Mbanza-Ngungu, République démocratique du Congo.

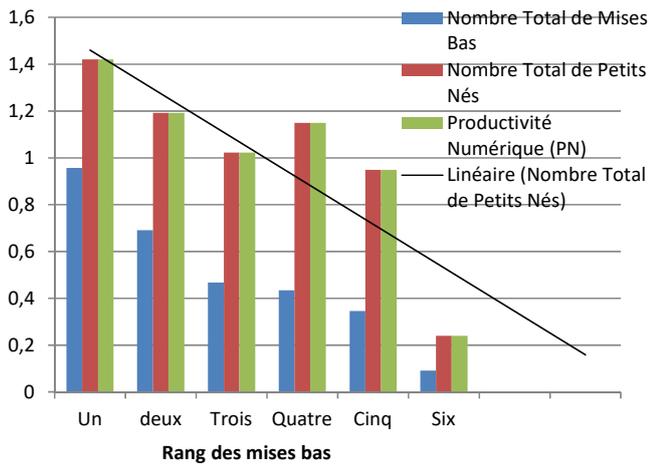


Figure 3 : évaluation de la performance en fonction du rang de mise bas des chèvres de Mbanza-Ngungu, République démocratique du Congo.

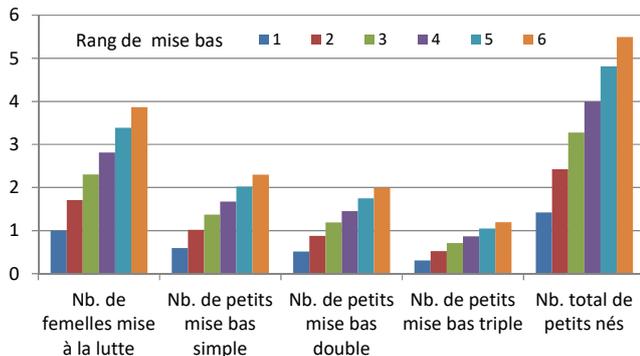


Figure 4 : dynamique de la population de chèvres de Mbanza-Ngungu en RDC suivant le rang de mise bas répartie selon la portée.

■ DISCUSSION

En dépit de quelques divergences, les valeurs des paramètres de la reproduction de la chèvre simulées par le modèle ont été dans l'ensemble en accord avec les valeurs mesurées. La simulation par modèle a abouti à un accord plausible avec les données expérimentales, malgré la complexité du scénario de simulation et les propriétés de la reproduction de la chèvre.

Ces résultats sont similaires à ceux de Jansen et Van den Burg (2004) qui montrent que la puberté d'une chèvre est fortement liée à son poids, au mois de naissance et à sa race. Ils sont par ailleurs similaires à ceux de Malher et al. (1999) qui montrent que la réforme d'une fraction du troupeau a un coût qui doit être réduit pour pouvoir assurer la rentabilité de l'exploitation : pour améliorer la production, il est préférable de laisser une chèvre fertile à la lutte dans un troupeau pendant cinq ans au maximum. La première mise en saillie est effectuée à l'âge d'un an. Pour avoir un bon taux de fécondation, les femelles sont sélectionnées et l'alimentation est bien surveillée (Browning et al., 2006), avec une proportion mâle/femelle de 1 pour 30 (Huart, 1987). Une bonne alimentation augmente le taux de gravidité gémellaire (Huart, 1987). Plus la chèvre est grande et en bonne santé, plus grande est la probabilité qu'elle fasse une gravidité gémellaire. Cela s'explique par le fait que la croissance d'une jeune chèvre mature se poursuit en parallèle avec les mises bas et le poids de la mère gravide entre en jeu pour assurer le partage des ressources avec ses petits. A M'vuazi l'intervalle entre mises bas moyen a été de 240 jours. Il est bon selon Huart (1987), il serait mauvais à 180 jours et excellent à 360 jours. Après une période d'un an, la chèvre met bas environ 1,5 fois par an, c'est à dire trois mises bas en deux ans.

La durée de lactation pour la chèvre de Mbanza-Ngungu a été comprise entre 60 et 90 jours. D'autres auteurs, comme Williams (1990), Ahuya et al. (2009), Browning et al. (2006), mentionnent 60 à 120 jours. Ce trait est important pour une production améliorée, il est plus long pour les chèvres laitières (Gaddour et al., 2008) mais la chèvre locale de Mbanza-Ngungu n'est pas une chèvre laitière, c'est une chèvre à viande.

La mortalité a été très élevée dans le troupeau ; une amélioration de l'élevage est nécessaire. Plusieurs facteurs étaient à l'origine de la mortalité des chevreaux avant sevrage, notamment les maladies (Richard, 2007), l'alimentation, le logement, le climat (Chemineau, 1985). Selon Williams (1990), une mortalité avant sevrage de 15 à 25 % est acceptable, elle est excessive si le taux atteint 40 %. Selon cet auteur, le taux de passage de l'étape sevrage est excellent à 85 %, il est bon à 75 % et mauvais à 60 %. Beaucoup de chevreaux sont morts très jeunes parce que les chèvres à M'vuazi vivent en liberté et ainsi le rendement a été faible au moment du sevrage. Ces résultats sont similaires à ceux de Chemineau (1985) : dans une chèvrerie évoluant dans les conditions de vagabondage, on note en particulier un taux de mortalité avant sevrage très élevé (plus de 50 %) ayant en général pour cause divers accidents comme la noyade, l'empoisonnement ou se faire écraser par un véhicule.

■ CONCLUSION

Les résultats, en particulier la mise en évidence d'une forte mortalité, devraient ouvrir la voie à des recherches visant l'amélioration de la production de la chèvre locale en République démocratique du Congo. Pour améliorer les résultats de cet élevage où la mortalité est très élevée, il faut réformer le système d'élevage des caprins en RDC et encourager la recherche sur les chèvres élevées dans cette zone. Les résultats obtenus montrent la pertinence du modèle pour simuler les performances de la reproduction d'une chèvre laissée à la lutte pendant cinq ans. Les algorithmes utilisés pour évaluer le nombre de bêtes dans la chèvrerie sont inefficaces au-delà de cinq ans mais leur utilisation montre qu'il faut éviter de garder inutilement une chèvre improductive dans un cheptel de production.

REFERENCES

- Ahuya C.O., Ojango J.M.K., Mosi R.O., Peacock C.P., Okeyo A.M., 2009. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. *Small Rum. Res.*, **83**: 7-13, doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.11.012
- Alexandre G., Arquet R., Fleury J., Boval M., Archimède H., Mahieu M., Mandonnet N., et al., 2012. Systèmes d'élevage caprins en zone tropicale : analyse des fonctions et des performances. *Prod. Anim.*, **25** (3) : 305-316
- Alexandre G., Mandonnet N., 2005. Goat meat production in harsh environments. *Small Rumin. Res.*, **60**: 53-66, doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.06.005
- Browning R., Payton T., Donnelly B., Leite-Browning M.L., Pandya P., Hendrixson W., Byars M., 2006. Evaluation of three meat goat breeds for doe fitness and reproductive performance in the Southeastern United States. In: 8th World Congr. Genetics Applied to Livestock Production, 13-18 Aug. 2006, Belo Horizonte (Minas Gerais), Brazil
- Chemineau P., Grude A., Varo H., 1985. Mortalité, poids à la naissance et croissance de chevreaux créoles nés en élevage semi-intensif. *Ann. Zootech.*, **35** (2) : 193-204, doi : 10.1051/animres:19850205
- Dedieu B., Aubin J., Duteurtre G., Alexandre G., Vayssières J., Bommel P., Faye B., et al., 2011. Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes à l'échelle de l'exploitation. *Prod. Anim.*, **24** (n° spécial) : 113-128
- Gaddour A., Najari S., Ouni M., 2008. Improving goat dairy production by grading up in an oasis of South Tunisia. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (1) : 57-62, doi : 10.19182/remvt.10014
- Galvmed, 2014. La chèvre, l'élevage de choix pour le paysan en RDC. www.ecocongo.cd (consulté 26 déc. 2014)
- Huart A., 1987. La chèvre au Zaïre, guide pour l'éleveur. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo, 75 p.
- Jansen C., Van den Burg K., 2004. L'élevage de chèvres dans les zones tropicales. Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas
- Malher X., Beaudeau F., Poupin B., Falaise G., Losdat J., 1999. Réforme et renouvellement dans les grands troupeaux laitiers caprins de l'ouest de la France. *Prod. Anim.*, **12** (2) : 123-133
- Richard C., 2007. Les maladies du chevreau. www.alliance-elevage.com/f134_Maladies_du_chevreau_lire_la_suite.pdf
- Silanikove N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rum. Res.*, **35**: 181-193, doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.005
- Williams T.O., 1990. Scope for improvement of small ruminant production in the Sahel. In: Social science research for agricultural technology development spatial and temporal dimensions (Ed. Dvorak K.A.). International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

Summary

Gasigwa Sabimana R., Baenyi Simon P., Kizungu Vumilia R. Reproductive and population dynamics parameters of Mbanza-Ngungu's local goat in Democratic Republic of Congo

Prospects for the development of goat breeding in the Democratic Republic of Congo seem favorable. Knowledge of the characteristics of local goat farming by breeders is a very important factor to control and promote goat production. The objective of this study was to improve the productivity of Mbanza-Ngungu's local goat by increasing the knowledge of its reproductive performance. To achieve this objective, data were collected by direct observation of the goats. These data were used to simulate reproductive and population dynamics parameters over a five-year period. The study showed the relevance of the model to simulate the reproduction traits of Mbanza-Ngungu's goats and that it is useless to keep them beyond five years.

Keywords: goat, small ruminant, reproduction, population dynamics, Democratic Republic of Congo

Resumen

Gasigwa Sabimana R., Baenyi Simon P., Kizungu Vumilia R. Parámetros reproductivos y de dinámicas de población de la raza local de cabra de Mbanza-Ngungu en la República Democrática del Congo

Los prospectos para el desarrollo de la cría de cabras en la República Democrática del Congo parecen favorables. El conocimiento de las características de la cría local de cabras que utilizan los criadores es un factor importante para controlar y promover la producción. El objetivo del presente estudio fue de mejorar la productividad de la cabra local de Mbanza-Ngungu, mediante un aumento del conocimiento de sus rendimientos reproductivos. Para lograr este objetivo, se colectaron datos mediante observación directa de las cabras. Estos datos fueron utilizados para simular los parámetros reproductivos y de dinámica de la población durante un periodo de cinco años. Este estudio mostró la aptitud del modelo para simular los trazos de reproducción de la cabra de Mbanza-Ngungu y que es inservible mantener cabras por más de cinco años.

Palabras clave: caprino, pequeño rumiante, reproducción, dinámica de poblaciones, República democrática del Congo

Enrichissement en acides gras polyinsaturés oméga 3 du jaune d'œuf de cailles (*Coturnix coturnix japonica*) par les graines d'euphorbe (*Euphorbia heterophylla*)

N'Goran David Vincent Kouakou^{1*} Kouadio Frédéric Koffi²
Cho Euphrasie Monique Angbo-Kouakou^{1,3}
Gningnini Alain Koné¹ Gouha Firmin Kouassi¹
Kouakou Ernest Amoikon² Maryline Kouba⁴

Mots-clés

Caille, œuf, acide gras, alimentation des animaux, *Euphorbia heterophylla*, Côte d'Ivoire

Submitted: 21 August 2017
Accepted: 19 January 2018
Published: 12 March 2018
DOI : 10.19182/remvt.31523

Résumé

L'alimentation des cailles (*Coturnix coturnix japonica*) dans les fermes ivoiriennes est basée principalement sur les aliments commerciaux de poules pondeuses. Cependant, cette pratique pourrait nuire à la qualité nutritionnelle des œufs. L'objectif de cette étude était de déterminer l'impact de cet aliment (régime témoin) ou de sa supplémentation avec 5 % de graines d'euphorbe (*Euphorbia heterophylla*) (régime R5) sur le profil en acides gras des jaunes d'œufs de 30 cailles de 172 ± 2 g durant 15 jours. Les résultats ont montré que le régime R5 ne modifiait pas les teneurs en acides gras saturés, en acides gras mono-insaturés et en acides gras polyinsaturés oméga 6 (AGPI n-6) ($p > 0,05$). Cependant, il a induit une amélioration de la teneur en acides gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3) ($p < 0,05$) qui était cinq fois plus élevée que celle du régime témoin. Les proportions des acides gras C18:3 n-3, C20:5 n-3 et C22:6 n-3 des jaunes d'œufs issus de R5 ont été multipliées respectivement par 17, 11 et 3. Par ailleurs, le rapport AGPI n-6 / AGPI n-3 était inférieur à 4. Ainsi, l'incorporation de 5 % de graines d'euphorbe dans l'aliment commercial de poules pondeuses a permis d'améliorer la qualité nutritionnelle des œufs de cailles.

■ Comment citer cet article : Kouakou N'G.D.V., Koffi K.F., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouassi G.F., Amoikon K.E., Kouba M., 2018. Enrichment of quail (*Coturnix coturnix japonica*) egg yolks with omega-3 polyunsaturated fatty acids by euphorbia (*Euphorbia heterophylla*) seeds. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (3): 99-103, doi: 10.19182/remvt.31523

■ INTRODUCTION

Les maladies cardiovasculaires sont la première cause de mortalité (31 %) dans le monde (OMS, 2014). Elles tuent deux fois plus que le VIH / SIDA, le paludisme et la tuberculose réunis dans l'ensemble des pays en développement (Abegunde et al., 2007). Parmi les

mesures préventives figurent la consommation régulière d'acides gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3), soit l'acide α -linoléique (C18:3 n-3, ALA), l'acide eicosapentaénoïque (C20:5 n-3, EPA) et l'acide docosahexaénoïque (C22:6 n-3, DHA) (Rymer et al., 2010). L'acide α -linoléique est un acide gras essentiel car il n'est pas synthétisé par les animaux et les humains. Quant à l'acide eicosapentaénoïque et l'acide docosahexaénoïque, ils sont obtenus par la succession de désaturations et d'élongations alternées, et d'une β -oxydation de l'ALA. Malheureusement chez les humains le rendement de cette voie métabolique de transformation de l'ALA en ses dérivés AGPI à longue chaîne (AGPI-LC) est faible, contrairement à son rendement chez les poissons, les lapins et les volailles (Mourot, 2010). Aussi, l'enrichissement en AGPI n-3 des œufs de cailles est-il une stratégie alternative pour apporter les AGPI-LC aux humains et prévenir ainsi les maladies cardiovasculaires. A cet effet, la production de ce type d'œufs peut être réalisée en ajoutant des matières premières riches ou enrichies en AGPI n-3 (huile végétale, algues marines, graines de lin [*Linum usitatissimum*] ou graines d'euphorbe [*Euphorbia heterophylla*]) dans l'alimentation des cailles (Kazmierska et al., 2007).

1. Laboratoire de zootechnie et de productions animales, Département agriculture et ressources animales, Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

2. Laboratoire de nutrition et pharmacologie, Unité de formation et de recherche en biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

3. INNOVATION, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.

4. UMR Pegase, INRA, Saint-Gilles, Rennes, France.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : + 225 08 39 33 63 ; fax : + 225 30 64 04 06, kwayki@yahoo.fr



Originnaire d'Amérique tropicale et subtropicale, l'euphorbe est une mauvaise herbe présente en Afrique et en Asie. Dans certains pays d'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et Nigeria), elle peut se développer en peuplement monospécifique, se montrant particulièrement compétitive avec des cultures comme le soja, le niébé, l'arachide et le cotonnier (Ipou et al., 2004). Cependant, les feuilles et les graines de cette euphorbe, dont les teneurs en matière grasse sont respectivement de l'ordre de 7 % et 32 % de la matière sèche, se caractérisent par des teneurs élevées en ALA (plus de 50 % des acides gras totaux). Aussi chez les cobayes et les lapins qui en consomment couramment, cette euphorbe induit-elle une amélioration significative de la teneur en AGPI n-3 de leurs viandes (Kouakou et al., 2013 ; Ahongo et al., 2016). Par ailleurs, l'incorporation de ses graines dans l'alimentation des poules pondeuses conduit à un enrichissement significatif en AGPI n-3 des jaunes d'œufs (Kouakou et al., 2015).

Parmi les œufs de consommation issus des fermes ivoiriennes se trouvent ceux des cailles qui sont de plus en plus prisés par la population en raison de leurs supposées valeurs nutritives et thérapeutiques (Kanga, 2006). Malgré un poids d'œuf de 11 grammes environ, cinq fois plus léger que les œufs de poules pondeuses, les cailles pondeuses sont très appréciées par les éleveurs car elles sont nourries avec le même aliment commercial mais elles consomment trois fois moins que les poules pondeuses (35 g vs 120 g) pour un prix de vente de l'œuf (2000 francs CFA / 30 œufs ; 1 euro = 656 FCFA) et un taux de ponte identiques (Koffi et al., 2016). Cependant, au regard du rapport des acides gras polyinsaturés oméga 6 (AGPI n-6) et GPI n-3 du jaune d'œuf des poules pondeuses alimentées avec l'aliment commercial pendant 28 jours (Kouakou et al., 2015), il importe de déterminer l'impact de cet aliment ou de sa supplémentation en graines de *E. heterophylla* sur le profil en acides gras des jaunes d'œufs de cailles japonaises.

■ MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

L'étude a été réalisée au Laboratoire de zootechnie du Département agriculture et ressources animales de l'Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro (6,5° N ; 5,2° O). La température et l'humidité relative durant l'essai ont varié respectivement de 20 à 30 °C et de 80 à 85 %. La pluviométrie moyenne mensuelle a été de 1100 mm.

Dispositif expérimental et conduite de l'essai

Les cailles ont été élevées conformément aux normes de bonnes pratiques en expérimentation animale. Trente cailles pondeuses (*Coturnix coturnix japonica*), de six mois d'âge ayant un poids vif moyen de 172 ± 2 g, ont été acquises à la ferme de production de l'INP-HB. Les cailles ont été réparties de manière aléatoire en deux groupes de 15 cailles pondeuses. Un groupe a reçu l'aliment commercial de poules pondeuses à base de graines et de sous-produits de céréales, de produits et de sous-produits de graines oléagineuses, de poissons, de minéraux, d'huile, de lysine et de méthionine (100 %, régime témoin [RC]). Le second groupe a reçu un régime constitué de 95 % du régime témoin RC et de 5 % de graines d'euphorbe (R5) (tableau I). Les cailles de chaque groupe ont été élevées dans trois cages en bois de 0,125 m³ (0,5 m x 0,5 m x 0,5 m), à raison de cinq cailles par cage.

La conduite de l'élevage a duré 31 jours répartis en deux phases. La première a été la phase dite d'adaptation des cailles aux conditions d'élevage d'une durée de 15 jours, au cours de laquelle toutes les cailles ont été soumises à l'aliment commercial des poules pondeuses. La seconde phase dite expérimentale a duré 15 jours et a débuté par le réajustement pondéral des différents lots puis l'attribution aléatoire des deux régimes aux cages. Durant l'essai, les cailles par cage recevaient chaque jour 200 g d'aliment et de l'eau à volonté. Les aliments

ingérés ont été quantifiés. Les mesures de prophylaxie sanitaire ont été respectées afin de prévenir l'apparition d'éventuelles pathologies. Les œufs ont été collectés et pesés tous les jours. A la fin de l'essai, tous les animaux ont été pesés avant d'être abattus (Koffi et al., 2016). Les œufs recueillis au cours des trois derniers jours de l'essai ont été cassés et les jaunes ont été stockés à -8 °C jusqu'à l'analyse.

L'étude économique a été réalisée sur la base du coût de production lié à l'aliment d'un kilogramme d'œuf de caille. Le coût du kilogramme de graines d'euphorbe a été calculé sur la base du gain financier journalier d'un paysan qui est de 1,5 euro pour huit heures de travail. Un paysan récolte en moyenne cinq kilogrammes de graines en huit heures. Le coût du kilogramme de l'aliment commercial de poule pondeuse est de 0,4 euro environ.

Tableau I

Comparaison de régimes alimentaires avec ou sans l'apport de graines d'euphorbe distribués à des cailles

	Régime alimentaire	
	RC	R5
Composition chimique (en % de la matière sèche)		
Matière sèche (%)	91,5	94,32
Protéine brute (%)	18,9	19,2
Matière grasse (%)	1,9	3,4
Matière minérale (%)	12,8	12,7
Cellulose brute (%)	1,6	1,8
Calcium (%)	3,6	3,5
Phosphore (%)	1,8	1,8
Calcium/phosphore	2	2
Energie métabolisable (kcal/kg MS)*	3390,2	3458,1
Acides gras (mg/g de régimes)	11,9	20,4
Profil en acides gras (% des acides gras totaux)		
C14:0	0,3	0,2
C15:0	0,1	0,1
C16:0	18,5	16,1
C16:1 n-9	0,2	0,1
C16:1 n-7	0,5	0,5
C18:0	4,6	3,7
C18:1 n-9	29,4	20,3
C18:1 n-7	1,1	1,1
C18:2 n-6	42,1	32,1
C18:3 n-3	2,5	25,0
C20:0	0,5	0,5
C20:1 n-9	0,4	0,4
ΣAGS	24,0	20,6
ΣAGMI	31,5	22,4
ΣAGPI	44,5	57,0
C18:2 n-6	42,1	32,1
C18:3 n-3	2,5	25,0
C18:2 n-6 / C18:3 n-3	17,1	1,3

RC : régime témoin, 100 % aliment commercial pour poule pondeuse

R5 : 95 % du régime témoin associé à 5 % de graines de *Euphorbia heterophylla*

ΣAGS : somme des acides gras saturés ; ΣAGMI : somme des acides gras mono-insaturés ; ΣAGPI : somme des acides gras polyinsaturés

* Valeur calculée selon la formule de Sibbald (Kenfack et al., 2006)

Lipides totaux et profils en acides gras

Les teneurs en matières minérales, protéines brutes, matière grasse, cellulose brute, calcium et phosphore des différents régimes expérimentaux ont été déterminées selon les recommandations de l'AOAC (2011). Les lipides des jaunes d'œufs ont été extraits selon la technique de Delsal (1944). Les profils en acides gras des aliments expérimentaux et des jaunes d'œufs ont été déterminés selon la technique de Morrison et Smith (1964) par chromatographie en phase gazeuse au Laboratoire de biochimie-nutrition humaine d'Agrocampus Ouest à Rennes, France.

Analyses statistiques

Les différences entre les deux lots ont été testées par le test-t de Student. L'effet fixe était le régime. Le seuil de signification était de 5 %. Les tests ont été réalisés à l'aide du logiciel STATA/IC version 12.0.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Profils en acides gras des régimes alimentaires

La composition chimique des régimes alimentaires est présentée dans le tableau I. Leurs profils en acides gras étaient très différents. Les teneurs en acide palmitique (C16:0), en acide oléique (C18:1 n-9) et en acide linoléique (C18:2 n-6, LA) de l'aliment commercial de poules pondeuses ont été respectivement de 15,6 %, 44,8 % et 31,2 % plus élevées que celles du régime R5. A l'inverse, la teneur en ALA était 10 fois plus faible dans le régime R5. Aussi, le ratio LA/ALA du régime témoin (17,1) a été élevé par rapport aux normes qui sont de l'ordre de 2 ou 1,1 respectivement pour des aliments pour poules pondeuses modérément ou très enrichis en AGPI n-3 (Nain et al., 2012).

Ingestion alimentaire et production d'œufs

L'ingestion du régime R5 par les cailles n'a pas significativement modifié leurs poids vifs ni la consommation journalière ($p > 0,05$) (tableau II). De même le poids moyen des œufs et du jaune d'œuf n'a pas été affecté par l'ingestion du régime R5 ($p > 0,05$). L'absence de différence significative entre les régimes sur ces paramètres dans la présente étude est conforme aux résultats de nombreuses études (Augustyn et al., 2006 ; Rowghani et al., 2007). Par ailleurs, la chute de ponte (non significative), observée chez les animaux ayant reçu le régime R5, pourrait être due à la présence de facteurs antinutritionnels dans les graines d'euphorbe (Kouakou et al., 2015). Aussi, l'effet de la réduction des facteurs antinutritionnels des graines d'euphorbe par cuisson-extrusion à l'instar des graines de lin ou de soja en France, devrait être étudié (Skiba et al., 2002). L'étude économique a révélé que la supplémentation du régime témoin par 5 % de graine d'euphorbe induisait une augmentation de 16,2 % du coût de production lié à l'aliment d'un kilogramme d'œuf de caille, essentiellement due à la réduction non significative du taux de ponte (tableau II).

Lipides totaux et profils en acides gras du jaune d'œuf

Les teneurs en lipides totaux du jaune d'œuf n'ont pas été affectées par les régimes testés ($p > 0,05$). L'absence d'effet des régimes alimentaires sur la teneur en lipides totaux dans le jaune d'œuf de caille s'expliquerait par le fait que les enzymes de la lipogenèse ne sont pas affectés par la nature du régime alimentaire (Benatmane, 2012). Des résultats identiques ont été observés par Augustyn et al. (2006), et Kouakou et al. (2015) qui ont incorporé respectivement 15 % de graines de lin et d'euphorbe dans le régime de poules pondeuses.

Le régime R5 n'a pas modifié significativement les teneurs des acides gras saturés et des acides gras mono-insaturés ($p > 0,05$). Cependant, ce régime a induit une augmentation de la teneur en acides gras

Tableau II

Caractéristiques zooéconomiques des cailles, caractéristiques physiques et coût de production de leurs œufs avec ou sans apport de graines d'euphorbe dans le régime

	Régime alimentaire		Effet du régime
	RC (n = 15)	R5 (n = 15)	
Poids des cailles à 2 semaines (g)	199,3 ± 15,8	191,1 ± 17,0	0,28
Poids des cailles 4 semaines (g)	199,3 ± 15,9	191,9 ± 17,1	0,96
Consommation moyenne (g)	33,5 ± 2,7	33,7 ± 2,2	0,92
Taux de ponte (%)	98,0 ± 10,9	82,0 ± 4,5	0,18
Poids moyen des œufs (g)	10,0 ± 0,5	10,2 ± 0,9	0,42
Poids moyen du jaune (g)	4,0 ± 0,4	4,1 ± 0,5	0,97
Coût de production d'un kilogramme d'œufs lié à l'aliment			
	100% RC	95% RC	5% E. h.
Quantité d'aliments (kg)	1	0,95	0,05
Coût du kg (€)	0,4	0,38	0,015
Coût total aliment / kg (€)	0,4	0,395	
Indice de consommation	3,4	4,0	
Coût de production (€)	1,36	1,58	

RC : régime témoin, 100 % aliment commercial pour poule pondeuse

R5 : 95 % du régime témoin associé à 5 % de graines de *Euphorbia heterophylla* (E. h.)

Moyenne ± écart-type ; 1 euro = 656 F CFA

polyinsaturés ($p < 0,01$). La teneur des AGPI n-6 n'a pas été affectée par l'incorporation de 5 % de graines d'euphorbe, contrairement aux AGPI n-3 dont la teneur a été cinq fois plus importante que dans le régime RC ($p < 0,05$). Les teneurs en ALA, EPA et DHA du jaune d'œuf issu du régime R5 ont été multipliées respectivement par 17, 11 et 3. Une augmentation comparable des teneurs en EPA et DHA a été rapportée par Kouakou et al. (2015) chez les poules pondeuses.

Le régime R5 a conduit à une diminution du rapport Σ AGPI n-6 / Σ AGPI n-3 (14 pour le régime témoin contre 3 pour le régime R5) ($p < 0,05$) (tableau III). Ce ratio a été inférieur à celui de 4 rapporté par Kazmierska et al. (2007) qui ont utilisé comme source d'enrichissement en AGPI n-3 un mélange de 1 % d'huile de lin et de 0,5 % d'huile de poisson dans l'alimentation des cailles pendant trois mois. Ces résultats ont été en accord avec les recommandations nutritionnelles qui suggèrent un ratio Σ AGPI n-6 / Σ AGPI n-3 inférieur à 4 (ANSES, 2011). Ils confirment, par ailleurs, l'intérêt nutritionnel de la supplémentation en graines d'euphorbe du régime des cailles dans le but d'améliorer la qualité nutritionnelle de leurs œufs. Aussi, le prix de vente certainement plus élevé de ce type d'œuf permettra-t-il aux producteurs d'obtenir une marge financière satisfaisante, et ce, malgré l'augmentation constatée du coût de production lié à l'aliment.

■ CONCLUSION

Cette étude montre pour la première fois que l'incorporation de graines d'euphorbe (*Euphorbia heterophylla*) dans le régime alimentaire des cailles, basé essentiellement sur l'aliment commercial en Côte d'Ivoire, pourrait être une stratégie alternative pour apporter les AGPI-LC aux humains dans les régions du monde où cette plante est présente et non encore valorisée. Ainsi, les produits animaux pourraient contribuer à la prévention des maladies cardiovasculaires, une cause majeure de décès dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Toutefois, il importe que des études complémentaires de longue durée soient entreprises afin d'évaluer l'impact de cet apport en graines d'euphorbe sur un nombre plus important de cailles.

Remerciements

Les auteurs remercient Prof. Philippe Legrand et Dr Daniel Catheline pour leurs contributions techniques et la Direction générale de l'INP-HB pour sa contribution institutionnelle.

REFERENCES

- Abegunde D.O., Mathers C.D., Adam T., Ortegón M., Strong K., 2007. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*, **370**: 1929-1938, doi: 10.1016/S0140-6736(07)61696-1
- Ahongo Y.D., Kouakou N.D.V., Angbo C.E.M., Assidjo E.N., Kouba M., 2016. Effect of a diet supplemented with *Euphorbia heterophylla* on lipid parameters in the thighs of rabbits. In: Abstracts 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Belfast, UK, 29 Aug.-2 Sept. Wageningen Academic Publishers, Netherlands, doi: 10.3920/978-90-8686-830-8
- ANSES, 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. ANSES, Maisons-Alfort, France, 327 p.
- AOAC, 2011. Official methods of analysis of AOAC International, 18th Edn (Ed. Horowitz W.). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA
- Augustyn R., Barteczko J., Smulikowska S., 2006. The effect of feeding regular or low α -linolenic acid linseed on laying performance and total cholesterol content in eggs. *J. Anim. Feed Sci.*, **15** (suppl. 1): 103-106, doi: 10.22358/jafs/70153/2006
- Benatmane F., 2012. Impact des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes. Thèse Doct., Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 172 p.

Tableau III

Teneurs en lipides et profil en acides gras (AG) du jaune d'œuf de cailles avec ou sans apport de graines d'euphorbe dans le régime

	Régime alimentaire		Effet du régime
	RC	R5	
Matière sèche du jaune (%)	47,5 ± 12,8	41,2 ± 18,8	0,68
Lipides totaux (% MS)	25,0 ± 7,1	25,0 ± 7,1	0,56
AG (mg/g de jaune sec)	141,0 ± 17,2	149,8 ± 19,8	0,39
Acides gras, % des AG totaux			
C14:0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,28
C14:1 n-5	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,67
C15:0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,27
C16:0	25,1 ± 0,1	23,8 ± 1,0	0,23
C16:1 n-9	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,0	0,45
C16:1 n-7	3,5 ± 0,3	3,1 ± 0,2	0,22
C17:1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,39
C18:0	10,5 ± 0,2	11,3 ± 0,0	0,04
C18:1 trans	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,29
C18:1 n-9	41,8 ± 0,1	39,4 ± 1,2	0,11
C18:1 n-7	2,5 ± 0,1	2,1 ± 0,1	0,06
C18:2 n-6	11,2 ± 0,4	12,6 ± 0,6	0,09
C18:3 n-6	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,75
C18:3 n-3	0,1 ± 0,0	2,1 ± 0,7	0,06
C20:1 n-9	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,24
C20:3 n-3	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,01
C20:3 n-6	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,67
C20:4 n-6	2,1 ± 0,1	1,6 ± 0,2	0,12
C20:5 n-3	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,02
C22:4 n-6	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,00
C22:5 n-6	0,6 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,01
C22:5 n-3	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,02
C22:6 n-3	0,6 ± 0,1	2,0 ± 0,2	0,01
Σ AGS	36,1 ± 0,3	35,6 ± 1,1	0,56
Σ AGMI	48,9 ± 0,3	45,5 ± 1,1	0,06
Σ AGPI	12,8 ± 0,5	17,3 ± 0,3	0,01
Σ AGPI n-6	12,0 ± 0,4	12,9 ± 0,6	0,21
Σ AGPI n-3	0,9 ± 0,1	4,4 ± 0,9	0,03
Σ AGPI n-6 / Σ AGPI n-3	14,0 ± 1,5	3,0 ± 0,7	0,01

RC : régime témoin, 100 % aliment commercial pour poule pondeuse

R5 : 95 % du régime témoin associé à 5 % de graines de *Euphorbia heterophylla*

Σ AGS : somme des acides gras saturés (C14:0 + C15:0 + C16:0 + C18:0 + C20:0)

Σ AGMI : somme des acides gras mono-insaturés (C14:1 + C16:1 + C18:1 + C20:1)

Σ AGPI : somme des acides gras polyinsaturés (Σ AGPI n-3 + Σ AGPI n-6)

Σ AGPI n-3 : somme des acides gras polyinsaturés n-3 (C18:3 + C18:4 + C20:3 + C20:5 + C22:5 + C22:6)

Σ AGPI n-6 : somme des acides gras polyinsaturés n-6 (C18:2 + C18:3 + C20:2 + C20:4 + C22:4)

- Delsal L., 1944. A new procedure for extraction of serum lipids with methylal. Application to microdetermination of total cholesterol, phosphoaminolipids and proteins. *Bull. Soc. Chem. Biol.*, **26**: 99-105
- Ipou I.J., Marmotte P., Kadio G.A., Aké S., Touré Y., 2004. Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination de *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae). *Tropicicultura*, **22** (4): 176-179
- Kanga K., 2006. Aide d'urgence pour la détection rapide et la prévention de la grippe aviaire en Afrique de l'Ouest : Cas de la Côte d'Ivoire. In : Atelier de lancement Projet FAO/CILSS/UEMOA, Bamako, Mali, 23-26 janv. 2006
- Kazmierska M., Korzeniowska M., Trziszka T., Jarosz B., 2007. Effect of fodder enrichment with PUFAs on quail eggs. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **57** (4B): 281-284, doi: 10.2478/v10222-12-0059-3
- Kenfack A., Tchoumboué J., Kamtchouing P., Ngoula F., 2006. Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L) adulte. *Tropicicultura*, **24** (3): 143-146.
- Koffi K.F., Kouakou N.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Kouassi G.F., Koné G.A., Amoikon K.E., Kouba M., 2016. Effet d'un aliment commercial de poules pondeuses sur la teneur en cholestérol du jaune des œufs de cailles (*Coturnix coturnix japonica*) produits en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, 101: 9610-9617, doi : 10.4314/jab.v101i1.9
- Kouakou N.D.V., Grongnet J.-F., Assidjo E.N., Thys E., Marnet P.-G., Catheline D., Legrand P., Kouba M., 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Sci.*, **93** (4): 821-826, doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.036
- Kouakou N.D.V., Traoré G.C.M., Angbo C.E.M., Kouamé K.B., Adima A.A., Assidjo N.E., Grongnet J.-F., Kouba M., 2015. Essai préliminaire de production d'œufs des poules pondeuses (ISA Warren) enrichis en acides gras polyinsaturés oméga 3 avec les graines de *Euphorbia heterophylla* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **9** (4): 1902-1909, doi : 10.4314/ijbcs.v9i4.15
- Morrison W.R., Smith L.M., 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Lipid Res.*, **5** (4): 600-608
- Mourot J., 2010. Que peut-on attendre des pratiques d'élevage pour la viande de porcs et autres monogastriques ? *Ol. Corps Gras Lipides*, **17** (1): 37-42, doi : 10.1051/ocl.2010.0289
- Nain S., Renema R.A., Korver D.R., Zuidhof M.J., 2012. Characterization of the n-3 polyunsaturated fatty acid enrichment in laying hens fed an extruded flax enrichment source. *Poult. Sci.*, **91** (7): 1720-1732, doi: 10.3382/ps.2011-02048
- OMS, 2014. Cardiovascular diseases. Global status report on noncommunicable diseases, www.who.int/cardiovascular_diseases/fr/ (consulté 30-09-2015)
- Rowghani E., Arab M., Nafizi S., Bakhtiari Z., 2007. Effect of canola oil on cholesterol and fatty acid composition of egg-yolk of laying hens. *Int. J. Poult. Sci.* **6** (2): 111-114, doi: 10.3923/ijps.2007.111.114
- Rymer C., Gibbs R.A., Givens D.I., 2010. Comparison of algal and fish sources on the oxidative stability of poultry meat and its enrichment with omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci.*, **89** (1): 150-159, doi: 10.3382/ps.2009-00232
- Skiba F., Noblet J., Callu P., Evrard J., Melcion J.P., 2002. Influence du type de broyage et de la granulation sur la valeur énergétique de la graine de colza chez le porc en croissance. *Journ. Rech. Porc.*, **34** : 67-73

Summary

Kouakou N'G.D.V., Koffi K.F., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouassi G.F., Amoikon K.E., Kouba M. Enrichment of quail (*Coturnix coturnix japonica*) egg yolks with omega-3 polyunsaturated fatty acids by euphorbia (*Euphorbia heterophylla*) seeds

The feeding of quails (*Coturnix coturnix japonica*) in farms of Cote d'Ivoire is mainly based on the commercial feed for laying hens. However, this practice could affect the nutritional quality of eggs. The aim of this study was to determine the impact of this diet (used as control), or its supplementation with 5% euphorbia (*Euphorbia heterophylla*) seeds (D5 diet) on the fatty acid profile of egg yolks of 30 quails of 172 ± 2 g for 15 days. The results showed that the D5 diet did not affect saturated fatty acids, mono-unsaturated fatty acids, and omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFA n-6) ($p > 0.05$). However, it improved omega-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA n-3) contents ($p < 0.05$) which were five times higher than those of the control diet. The proportions of C18:3 n-3, C20:5 n-3 and C22:6 n-3 fatty acids in the yolks of D5 eggs were multiplied by 17, 11 and 3, respectively. In addition, the ratio of PUFA n-6 / PUFA n-3 was less than 4. Thus, the incorporation of 5% euphorbia seeds into the commercial feed of laying hens improved the nutritional quality of quail eggs.

Keywords: quail, egg, fatty acid, animal feeding, *Euphorbia heterophylla*, Cote d'Ivoire

Resumen

Kouakou N'G.D.V., Koffi K.F., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouassi G.F., Amoikon K.E., Kouba M. Enriquecimiento de yemas de huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) con ácidos grasos omega-3 poliinsaturados por semillas de euphorbia (*Euphorbia heterophylla*)

La alimentación de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) en fincas de Costa de Marfil se basa principalmente en alimento comercial para gallinas ponedoras. Sin embargo, esta práctica podría afectar la calidad nutricional de los huevos. El objetivo del presente estudio fue de determinar el impacto de esta dieta (utilizada como control), o su suplementación con 5% de semillas (dieta D5) de euphorbia (*Euphorbia heterophylla*), en el perfil de ácidos grasos de las yemas de 30 codornices, de 172 ± 2 g, durante 15 días. Los resultados muestran que la dieta D5 no afectó los ácidos grasos saturados, ácidos grasos mono insaturados (AGMI) y ácidos grasos omega-6 poliinsaturados (AGPI n-6) ($p > 0,05$). Sin embargo, mejoró el contenido de ácidos grasos omega-3 poliinsaturados (AGPI n-3) ($p < 0,05$), que fueron cinco veces más elevados que en la dieta control. Las proporciones de ácidos grasos C18:3 n-3, C20:5 n-3 y C22:6 n-3 en las yemas de los huevos de dieta D5 fueron multiplicados por 17, 11 y 3 respectivamente. Adicionalmente, la proporción de AGPI n-6 / AGPI n-3 fue menor de 4. Por lo tanto, la incorporación de 5% de semillas de euphorbia en el alimento comercial de gallinas ponedoras mejoró la calidad nutricional de los huevos de codorniz.

Palabras clave: codorniz, huevo, ácido graso, alimentación de los animales, *Euphorbia heterophylla*, Cote d'Ivoire

Bovine piroplasmosis in the provinces of Skikda and Oum El Bouaghi (Northeastern Algeria): Epidemiological study and estimation of milk yield losses

Mohamed Chérif Benchikh Elfegoun^{1*} Mohamed Gharbi²
Zehira Merzekani¹ Karima Kohil¹

Keywords

Cattle, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Theileria annulata*, piroplasmosis, Algeria

Submitted: 24 May 2016
Accepted: 12 January 2018
Published: 12 March 2018
DOI : 10.19182/remvt.31519

Summary

During a survey carried out in 88 farms located in two provinces of Northeastern Algeria – Oum El Bouaghi and Skikda –, 89 clinical cases of piroplasmosis (i.e. an 11.6% infection rate in the examined cattle) were reported between May and September 2011 in 86.4% of the visited farms. Three species of piroplasms were identified in the blood films stained with Giemsa: *Theileria annulata* (in 94.0% of the sick animals), *Babesia bovis* (33.7%) and *Babesia bigemina* (3.4%), with 31% of co-infections. No significant difference was observed in the prevalence between the two provinces, nor between cattle breeds. Tropical theileriosis caused a significant drop in milk production estimated at 319 liters per infected cow during the two months following the disease. Seven tick species were collected in the farms during the study period. The infestation peak was observed in July for *Hyalomma scupense* (syn. *H. detritum*), *H. lusitanicum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa* and *R. turanicus*, and in August for *H. marginatum* and *H. excavatum*. A positive correlation was observed between clinical cases of tropical theileriosis and *H. scupense* infestation on one hand, and clinical cases of babesiosis and *R. bursa* infestation on the other hand.

■ How to quote this article : Benchikh Elfegoun M.C., Gharbi M., Merzekani Z., Kohil K., 2017. Bovine piroplasmosis in the provinces of Skikda and Oum El Bouaghi (Northeastern Algeria): Epidemiological study and estimation of milk yield losses. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **70** (3): 105-110, doi: 10.19182/remvt.31519

■ INTRODUCTION

Piroplasmosis are tick-borne diseases due to protozoa belonging to two genera, *Babesia* and *Theileria*. These infections cause high losses in many countries (Minjauw and McLeod, 2003) and have an important impact, particularly since a high proportion occurs in

farms with limited resources. Moreover, the infections are frequently asymptomatic leading to low but persistent losses for many years. In North Africa, four species of piroplasms have been described, namely *Theileria annulata*, *Babesia bovis*, *B. bigemina* and *B. divergens*, of which the first three species cause high losses in cattle (Flach and Ouhelli, 1992; Flach et al., 1995; Gharbi et al., 2006; Darghouth, 2008; Gharbi et al., 2011). In Algeria, numerous epidemiological and parasitological studies have been carried out more than 70 years ago (Sergent et al., 1945) and led to the development of the first live attenuated vaccine, using the *Theileria annulata* strain 'Kouba'. This vaccine has been used to immunize thousands of animals in Morocco, Algeria and Tunisia.

Since this period, few studies have been performed in Algeria despite the probable high socio-economic impact of these infections and the high incidence of clinical cases. There is a gap in recent knowledge

1. Laboratoire de parasitologie, Institut des sciences vétérinaires, Université Mentouri, 25000 Constantine, Algeria.

2. Laboratoire de parasitologie, Université Manouba, Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricole, Ecole nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet, Sidi Thabet, Tunisie.

* Corresponding author

Tel.: +213 31 655 232; Email: blmc25@yahoo.fr



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

relative to the epidemiology of these infections and the biology of their vector ticks. Indeed, the implementation of a control program and the ranking of the different health problems require a deep knowledge of the local epidemiology of these diseases. The present study focused on the estimation of the prevalence of bovine piroplasmosis (babesiosis and tropical theileriosis) and on the characterization of tick species in two enzootic provinces of Algeria. Milk yield losses caused by *T. annulata* infection have also been estimated in a sample of the diseased cows.

MATERIALS AND METHODS

Study region

The study was carried out in two different bioclimatic regions of Northeastern Algeria, one semiarid (province of Oum El Bouaghi), the other subhumid (province of Skikda), between May and September 2011 (Figure 1; Table I).

Table I

Characteristics of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria

Characteristics	Oum El Bouaghi	Skikda
Location	From 35° 42' to 36° 16' N From 6° 19' to 7° 56' E	From 36° 40' to 37° 01' N From 6° 24' to 7° 56' E
Surface (km ²)	7638	4118
Altitude (m)	700–1700	0–300
Mean yearly rainfall (mm)	North: 350–400 South: 200–250	800–1200
Mean temperature (°C)	Summer: 32.6 Winter: 9.3	Summer: 27.0 Winter: 13.5
Mean monthly pluviometry (mm)	Summer: 11.3 Winter: 49.7	Summer: 2.7 Winter: 118.0

Source: Directions des services agricoles, Wilaya de Skikda, Wilaya d'Oum El Bouaghi; 2012

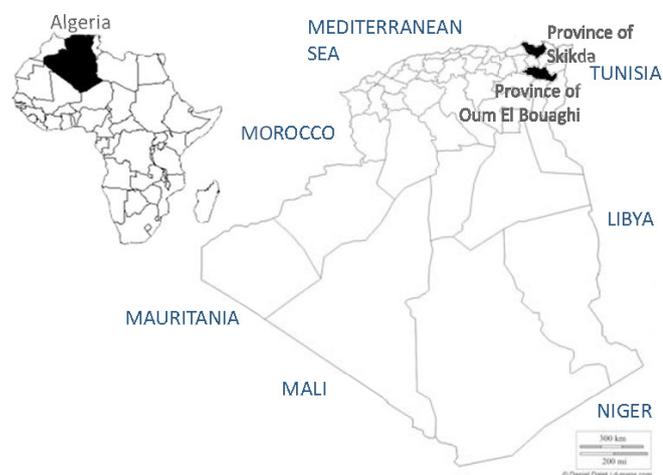


Figure 1: Geographical location of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

The province of Oum El Bouaghi is located west of Constantine plains. It consists of three topographic domains: the south Tell in the North, highlands, and Saharan Atlas in the South. The plains are large, including depressions forming endorheic basins (sebkha). Mountains (between 800 and 1700 m altitude) represent 25% of the province total area. The climate is continental: cold and wet in winter, hot and dry in summer. The forest is mainly constituted of reforestation trees, 'maquis', shrubland and oak. Cattle farms are predominantly semi-intensive. Animals pasture only during the spring (Direction des services agricoles, Wilaya d'Oum El Bouaghi, 2012).

The province of Skikda is located 70 meters above sea level on average. It is characterized in its western and eastern sides by rugged mountains carved by rivers. The climate is Mediterranean: temperate and rainy in winter, hot and dry in summer. The vegetation is varied. Forests cover 1984 square kilometers (48% of the total surface), consisting mainly of cork oak (*Quercus suber* L.), maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton), Algerian oak (*Quercus canariensis* Willd.) and eucalyptus (*Eucalyptus* spp.). Although cattle breeding is intensive, farms contain a limited number of cows (eight on average), mainly of exotic dairy breeds (Direction des services agricoles, Wilaya de Skikda, 2012).

Farms, piroplasms and ticks

Eighty-eight farms, randomly chosen from the list of farmers in the districts, were included in the present study. Sixty-nine were located in the province of Oum El Bouaghi (48 had exotic animal breeds and 21 local ones) and 19 in the province of Skikda (12 had exotic animal breeds and seven local ones), keeping in total 770 cattle head.

Each farm was visited once during our investigation. Thorough clinical examination of all the animals was performed. Clinical signs of piroplasmosis (pyrexia, anorexia, anemia and enlargement of lymph nodes) were recorded. Five milliliters of EDTA blood samples were collected from the jugular vein of the sick animals, and a Giemsa-stained blood smear was made for each sample at the Laboratory of Parasitology, Institute of Veterinary Sciences (University of Mentouri, Constantine, Algeria). Slides were examined for hemoparasites under microscope (x 100 objective).

Ticks infesting all the cattle of the farms were collected in tubes containing 70% ethanol and further identified at the laboratory according to Bouattour's keys (2002). For each province, parasitological indicators were estimated (Table II).

Table II

Epidemiological indicators determined in Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria

Epidemiological indicator	Formula
Infection prevalence (%)	100 x num. of infected animals / num. of examined animals
Infection frequency of piroplasm species (%)	100 x num. of infected animals by species / num. of infected animals
Tick infestation prevalence (%)	100 x num. infested animals / num. of examined animals
Tick intensity	Num. of collected ticks / num. of infested animals
Tick abundance	Num. of collected ticks / num. of examined animals

Estimation of milk yield losses caused by tropical theileriosis

All the diseased cows were treated against tropical theileriosis with buparvaquone at the conventional dose of 2.5 mg/kg intramuscularly. Fifteen milking cows with typical symptoms of tropical theileriosis and positive blood smears were randomly included in this part of the survey. Their milk yield production was assessed once a week by the National Inter-Professional Office Council of Milk who paid the farmer 42 Algerian dinars (AD) (1 AD ≈ 0.01 €) per liter of milk. Milk yield losses of these cows were quantified by estimating the variations in milk yields, considering the difference between the production for the week before the occurrence of the disease and the production for each week until day 56 (week 8) after the occurrence of clinical tropical theileriosis, when normal production was apparently restored. The loss for each day between two successive weekly production assessments was estimated linearly.

Statistical analyses

All the data were processed with Excel software. The comparison of different indicators was performed with a cut-off value of 0.05 (Schwartz, 1993) and the comparison of the percentages was carried out with the Chi-square test with EpiInfo 6 software. The correlation study was performed with Spearman test to compare the monthly prevalence of tropical theileriosis with *H. scupense* abundance or that of babesiosis with *R. bursa* abundance (see definition in Table II) in the farms visited during the same month.

■ **RESULTS**

Epidemiological data

Out of 770 examined cattle, 89 were clinically infected by piroplasmosis *sensu lato*, as confirmed by blood smears examination, i.e. an overall infection rate of 11.6%. Seventy-six of the farms (86.4%) were infected with piroplasms and only 12 were uninfected. There was no difference between the infection rates in the two provinces ($p > 0.05$) (Table III). Infection rates varied according to the period with a peak in July: 10.5%, 37.3%, 7.8% and 1.3% in June, July, August and September, respectively ($p < 0.001$).

Parasitological results

Examination of Giemsa-stained blood smears showed three piroplasm species, *T. annulata*, *B. bovis* and *B. bigemina*, as well as co-infections (Table IV, Figure 2). There was a significant difference between the infection rates by the various piroplasms ($p < 0.001$): *T. annulata* was by far more frequent (observed in 94.4% of the infected

Table III

Infection prevalence of cattle from Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria

	Num. of cases / total num. of examined animals	Prevalence (CI)
Oum El Bouaghi (semiarid)	70/609 ^a	11.5% (± 2.5%)
Skikda (humid)	19/161 ^a	11.8% (± 5.0%)
Total	89/770	11.6% (± 2.3%)

CI: confidence interval; ^a Lines with the same letter indicate the absence of a significant difference.

Table IV

Relative importance of the different piroplasmoses in Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria

Piroplasm species	Num. of cases / num. of infected animals	% Frequency (CI)
<i>Theileria annulata</i> only	57/89	64.0 (± 10.0%)
<i>Babesia bovis</i> only	3/89	3.4 (± 3.7%)
<i>B. bigemina</i> only	1/89	1.1 (± 2.2%)
<i>T. annulata</i> + <i>B. bovis</i>	26/89	29.2 (± 9.4%)
<i>T. annulata</i> + <i>B. bigemina</i>	1/89	1.1% (± 2.2%)
<i>B. bovis</i> + <i>B. bigemina</i>	1/89	1.1% (± 2.2%)

CI: confidence interval

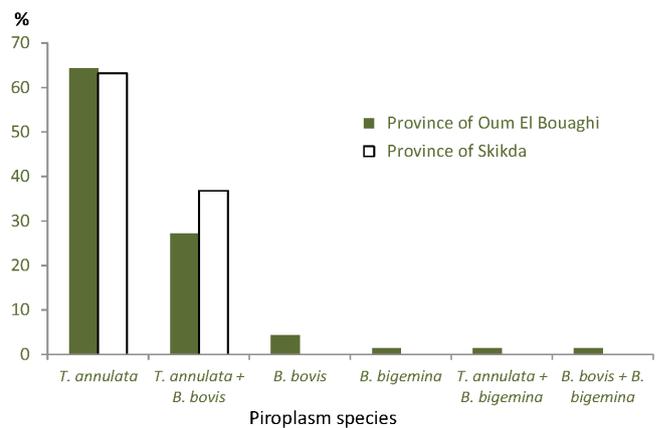


Figure 2: Relative importance of the different piroplasmoses in infected cattle of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

cattle) than *B. bovis* (33.7%) and *B. bigemina* (3.4%). Co-infections by *T. annulata* and *B. bovis* were frequent (29.2%) (Table IV). There was a significant positive correlation between prevalence and age. For young animals (< 2 years old), the infection rate was 25.0% (23/92), whereas it was lower for the other categories: 8.9% (35/393) for 2–4-year-old cattle, and 10.9% (31/285) for cattle older than 4 years ($p < 0.001$). The infection rate for the various cattle breeds were 12.6% (60/477) and 9.9% (29/293) for exotic breeds and local breeds, respectively ($p = 0.26$, not significant).

Tick infestation

In total 459 ticks belonging to the genera *Hyalomma* and *Rhipicephalus* were collected between May and September 2011. Seven species were identified. The three most frequent species were *H. scupense* (56.4%), *H. excavatum* (13.9%) and *H. lusitanicum* (10.9%). The other species (*H. marginatum*, *R. bursa*, *H. anaticum* and *R. turanicus*) were less frequent (Figure 3). *H. scupense* was the most frequent species in both regions: 56.6% of the collected ticks in Oum El Bouaghi and 52.9% in Skikda (Figure 3). Moreover, all the epidemiological indicators related to *H. scupense* were the highest (Figure 4). The distribution of the ticks was unimodal with a peak in July for *H. scupense*, *H. lusitanicum*, *H. anaticum* and *R. bursa* (Figure 5), and in August for *H. marginatum* and *H. excavatum* (Figure 6).

There was a significant correlation between the incidence of tropical theileriosis and *H. scupense* intensity ($R^2 = 0.91$; $p < 0.01$) (Figure 7). There was also a strong correlation between babesiosis incidence and *R. bursa* intensity ($R^2 = 0.99$; $p < 0.01$) (Figure 8).

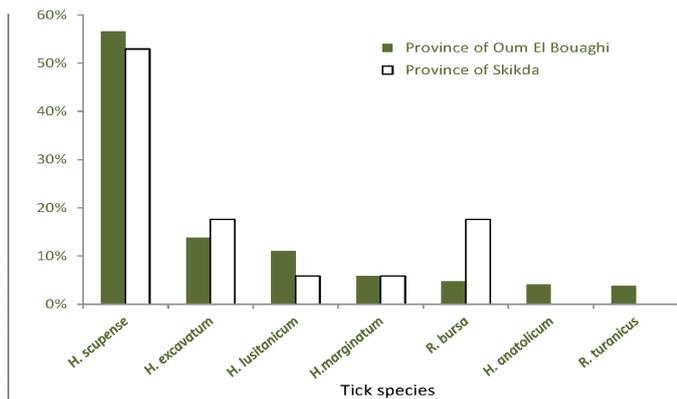


Figure 3: Relative importance of the different tick species in the studied farms of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

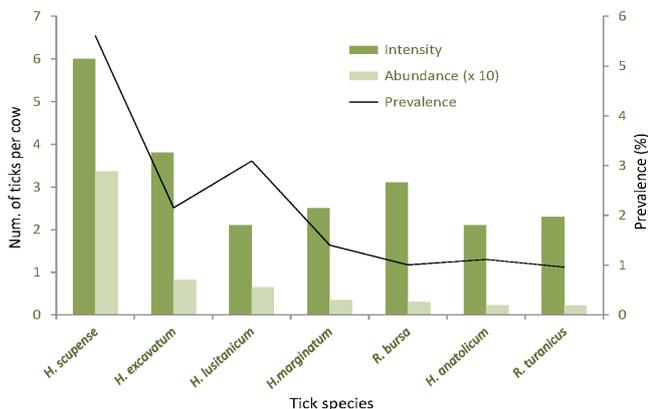


Figure 4: Epidemiological indicators of cattle tick burdens in Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria (see Table II for definition of indicators); the abundance was increased tenfold to observe better the differences.

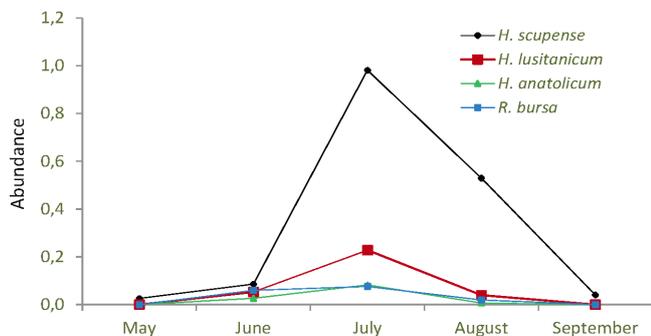


Figure 5: Monthly abundance of four species of adult ticks in the 88 visited farms of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

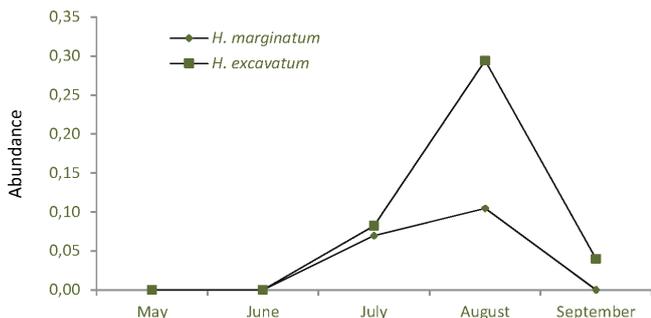


Figure 6: Monthly abundance of two species of adult ticks in the 88 visited farms of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

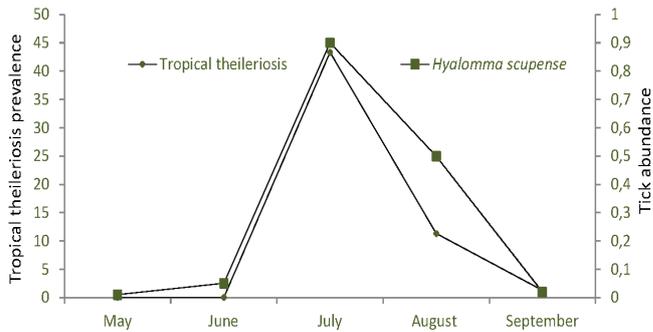


Figure 7: Prevalence of tropical theileriosis and infestation by *Hyalomma scupense* in the infected farms (n = 76) of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

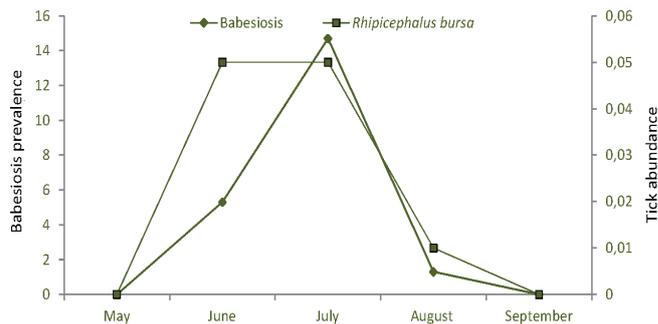


Figure 8: Prevalence of babesiosis and infestation by *Rhipicephalus bursa* in the infected farms (n = 76) of Oum El Bouaghi and Skikda provinces, Algeria.

Milk yield in diseased cows

There was a dramatic drop in milk yield in diseased cows with a maximum mean decrease of 15.5 L per animal at the first production assessment post-disease. The milk yield then slowly increased again and the losses were successively 11.8 L at day 14, 7.5 L at day 21, 6.8 L at day 28, etc. Reestablishment of the milk yield occurred between days 42 and 56 post-disease (Figure 9). The total milk yield loss per diseased cow was estimated at 319 L during the two months following the disease, corresponding to 13,398 AD (133.98 €).

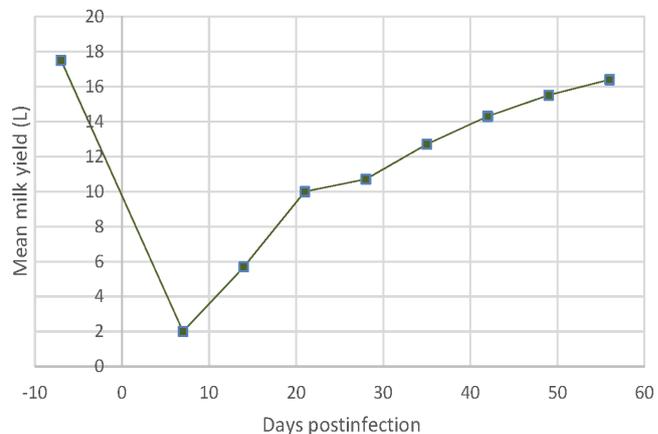


Figure 9: Average weekly assessment of individual milk yield for the 15 surveyed cows of Oum El Bouaghi, and Skikda provinces, Algeria, from one week before tropical theileriosis onset to eight weeks postinfection.

■ DISCUSSION

Bovine piroplasmoses are common tick-borne diseases in tropical and subtropical regions with a significant economic impact (Uilenberg, 1995). They represent a real constraint to the development and intensification of cattle breeding in several regions of the world, particularly in North Africa, although recent studies on these diseases are scarce in Algeria. The results of the present study, carried out to provide descriptive epidemiological data, showed that the regions of Oum El Boughi (semiarid region) and Skikda (subhumid region) were endemic for piroplasmosis, especially for bovine tropical theileriosis. Prevalence rates were very similar in the two provinces. In July, during the infection peak, more than one third of the examined cattle were affected by at least one of the piroplasms.

The study showed a high frequency of bovine tropical theileriosis, representing 94% of piroplasmosis cases. Such high infection rates have been reported in Algeria by Sergent et al. (1945) in a longitudinal study performed over 22 years, during which 2094 of 3875 cattle diagnosed with piroplasmosis (i.e. 54%) had been infected with *T. annulata*. More recently, Ziam and Benaouf (2004) have reported a high prevalence (53.7%) of tropical theileriosis in the regions of Annaba and El Tarf (Northeast Algeria, humid climate). The same predominance of tropical theileriosis has also been reported in dairy farms in Morocco: for example, the prevalence of *T. annulata* infection was 41% in the examined animals (vs 13% for *B. bigemina*) in Doukkala, 27% (vs 14% for *B. bigemina*) in Gharb, 66% (vs. 16% for *B. bigemina*) in Haouz (El Haj et al., 2002). A high co-infection prevalence rate was observed in the present survey, especially for the combination *T. annulata* and *B. bovis* (29%). Such high co-infection prevalence has also been reported in Algeria (20.3%; Ziam and Benaouf, 2004) and Tunisia (25%; M'Ghirbi and Bouattour, 2009).

Seven tick species were identified on the animals. *Hyalomma scupense*, the main vector of *T. annulata* in Algeria, was the most frequent species in both provinces with a higher intensity and abundance

than other tick species. The study showed a very high correlation between the incidence of piroplasms and cattle infestation by their vectors, *H. scupense* for *T. annulata* and *R. bursa* for *Babesia* spp.

Tropical theileriosis causes a milk yield drop and in some cases a dry-off. It is even the main symptom for consultation (with hyporexia-anorexia). Total milk yield losses have been estimated in the present survey at 319 liters per infected cow in the two months following the disease. Since all diseased animals during the present study were treated with buparvaquone, this loss assessment may be underestimated as the treatment prevented the occurrence of mortality in cattle. Moreover, losses were calculated only from the first milk production assessment after the infection was observed: the losses between disease onset and this first milk yield estimation were not taken into account, which is another cause of underestimation. On the other hand, it was not possible to take into account the usual evolution of milk production, which slowly and regularly decreased after the production peak occurred approximately on the second month. Losses may have thus been overestimated for some of the surveyed animals: this gap was known but the data needed to overcome it were lacking. This study, however, showed the high impact of milk yield losses in cows affected with tropical theileriosis in Algeria.

The cost of milk loss after two months of disease was estimated at 13,398 DA for each infected animal. If the treatment (5000 DA per diseased cow) was also included, losses due to *T. annulata* infection would be estimated at 18,398 DA (183.98 €) per infected cow. These high losses should motivate the implementation of a national control program against both ticks and tick-borne diseases in Algeria.

Acknowledgments

This study received financial support from the Laboratory of Parasitology, Institute of Veterinary Science, Constantine (Algeria). The authors would like to thank the students Miss Falek Bachtarzi and Miss Safa Boulahia who participated in tick and blood collection.

REFERENCES

- Bouattour A., 2002. Clé dichotomique et identification des tiques (Acari : Ixodidae) parasites du bétail au Maghreb. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, **79** (1-4) : 43-50
- Darghouth M.A., 2008. Review on the experience with live attenuated vaccines against tropical theileriosis in Tunisia: considerations for the present and implications for the future. *Vaccine*, **26** (Suppl 6): G4-G10, doi: 10.1016/j.vaccine.2008.09.065
- Direction des services agricoles, 2012. Wilaya de Skikda, rapport annuel, Algeria
- Direction des services agricoles, 2012. Wilaya d'Oum El Bouaghi, rapport annuel, Algeria
- El Haj N., Kachani M., Bouslikhane M., Ouhelli H., Ahami A.T., Katende J., Morzaria S.P., 2002. Séro-épidémiologie de la theilériose à *Theileria annulata* et de la babésiose à *Babesia bigemina* au Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, **153** (3) : 189-196
- Flach E.J., Ouhelli H., 1992. The epidemiology of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection in cattle) in an endemic area of Morocco. *Vet. Parasitol.*, **44** (1-2): 51-65, doi: 10.1016/0304-4017(92)90143-W
- Flach E.J., Ouhelli H., Waddington D., Oudich M., Spooner R.L., 1995. Factors influencing the transmission and incidence of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle) in Morocco. *Vet. Parasitol.*, **59** (3-4): 177-188, doi: 10.1016/0304-4017(94)00760-A
- Gharbi M., Sassi L., Dorchie P., Darghouth M.A., 2006. Infection of calves with *Theileria annulata* in Tunisia: Economic analysis and evaluation of the potential benefit of vaccination. *Vet. Parasitol.*, **137** (3-4): 231-241, doi : 10.1016/j.vetpar.2006.01.015
- Gharbi M., Touay A., Khayeche M., Laarif J., Jedidi M., Sassi L., Darghouth M.A., 2011. Ranking control options for tropical theileriosis in at-risk dairy cattle in Tunisia, using benefit-cost analysis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **30** (3): 763-778, doi: 10.20506/rst.30.3.2074
- M'Ghirbi Y., Bouattour A., 2009. Séroprévalences de *Babesia bovis* et de *Babesia bigemina* chez les bovins en Tunisie. *Rev. Méd. Vét.*, **160** (4) : 209-214
- Minjauw B., McLeod A., 2003. Tick-borne diseases and poverty: the impact of ticks and tick-borne diseases on the livelihoods of small-scale and marginal livestock owners in India and eastern and southern Africa. Department for International Development Animal Health Programme, Centre of Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Scotland, 116 p.
- Schwartz D., 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes, 3^e éd. Flammarion, Paris, France, 315 p.
- Sergent E., Donatien A., Parrot L., Lestoquard F., 1945. Etudes sur les piroplasmoses bovines. Inst. Pasteur Algérie, Alger, Algeria, 816 p.
- Uilenberg G., 1995. International collaborative research: significance of tick-borne hemoparasitic diseases to world animal health. *Vet. Parasitol.*, **57** (1-3): 19-41, doi: 10.1016/0304-4017(94)03107-8
- Ziam H., Benaouf H., 2004. Prevalence of blood parasites in cattle from wilayates of Annaba and El Tarf in East Algeria. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, **81** (1-4): 27-30

Résumé

Benchikh Elfegoun M.C., Gharbi M., Merzekani Z., Kohil K. Piroplasmoses bovines dans les provinces de Skikda et d'Oum El Bouaghi (nord-est de l'Algérie) : étude épidémiologique et estimation des pertes de production laitière

Au cours d'une enquête menée dans 88 fermes de deux provinces du nord-est de l'Algérie – Oum El Bouaghi et Skikda –, 89 cas cliniques de piroplasmoses, soit un taux d'infection de 11,6 % des bovins examinés, ont été enregistrés entre mai et septembre 2011 dans 86,4 % des fermes visitées. Trois espèces de piroplasmes ont été identifiées dans les étalements sanguins colorés au Giemsa : *Theileria annulata* (chez 94,0 % des bovins malades), *Babesia bovis* (33,7 %) et *Babesia bigemina* (3,4 %), avec 31 % de co-infections. Il n'y avait pas de différence significative de prévalence entre les deux provinces ni entre les races bovines. La theilériose tropicale a provoqué une baisse significative de la production laitière, estimée à 319 litres par vache infectée pendant les deux mois suivant la maladie. Sept espèces de tiques ont été collectées dans les fermes pendant l'étude. Le pic d'infestation a été observé en juillet pour *Hyalomma scupense* (syn. *H. detritum*), *H. lusitanicum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa* et *R. turanicus*, et en août pour *H. marginatum* et *H. excavatum*. Une corrélation positive a été observée entre les cas cliniques de theilériose tropicale bovine et la charge parasitaire en *H. scupense*, d'une part, et entre les cas cliniques de babesioses et la charge parasitaire en *R. bursa*, d'autre part.

Mots-clés : bovin, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Theileria annulata*, piroplasmose, Algérie

Resumen

Benchikh Elfegoun M.C., Gharbi M., Merzekani Z., Kohil K. Piroplasmosis bovina en las provincias de Skikda y Oum El Bouaghi (Argelia del Noreste): Estudio epidemiológico y estimación de las pérdidas de rendimiento de leche

Durante una encuesta llevada a cabo en 88 fincas localizadas en dos provincias del Noreste de Argelia – Oum El Bouaghi y Skikda –, se reportaron 89 casos clínicos de piroplasmosis (o sea una tasa de infección de 11,6% en el ganado examinado), en 86,4% de las fincas visitadas entre mayo y septiembre 2011. Se identificaron tres especies de piroplasmas en los frotis sanguíneos con tinción de Giemsa: *Theileria annulata* (en 94,0% de los animales enfermos), *Babesia bovis* (33,7%) y *Babesia bigemina* (3,4%), con 31% de co-infecciones. No se observó diferencia significativa entre la prevalencia de las dos provincias, ni entre las razas de ganado. La theileriosis tropical causó una caída significativa de la producción estimada de leche de 319 litros por vaca infectada durante los dos meses siguientes a la enfermedad. Durante el periodo de estudio, se colectaron siete especies de garrapatas en las fincas. El pico de infestación fue observado en julio con *Hyalomma scupense* (syn. *H. detritum*), *H. lusitanicum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa* y *R. turanicus*, y en agosto con *H. marginatum* and *H. excavatum*. Se observó una correlación positiva entre los casos clínicos de la theileriosis tropical y la infección con *H. scupense* por un lado, y los casos clínicos de babesiosis y *R. bursa* por el otro.

Palabras clave: ganado bovino, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Theileria annulata*, piroplasmosis, Argelia