

Sommaire / Contents

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

151-155 Evaluation de la population folliculaire et de la qualité des ovocytes des vaches zébus (*Bos indicus*) en œstrus anovulatoire. *Evaluation of the follicular population and oocyte quality of zebu cows (Bos indicus) with anovulatory anestrus.* Kouamo J., Zangue C.T., Zoli A.P. (in English)

157-162 Echographie du développement folliculaire et de l'ovulation chez la chèvre du Sahel en œstrus induit. *Ultrasound of follicular development and ovulation in induced estrus in Sahelian goats.* Zongo M., Yamboué A., Nabaloum I., Sanou D. (en français)

163-166 Teneur en minéraux principaux de la viande cameline en Algérie. *Main mineral contents in camel meat in Algeria.* Sahraoui N., Moula N., Boudjenah S., Hornick J.-L. (en français)

RESSOURCES ALIMENTAIRES ET ALIMENTATION FEED RESOURCES AND FEEDING

167-172 Effet de la salinité et de la restriction de l'eau d'abreuvement sur les métabolites sanguins des caprins Arbia en Algérie. *Effect of salinity and water restriction on blood metabolites of Arbia goats in Algeria.* Mehalaïne Z., Chaker-Houd K., Ghamri A.N., Mebirouk-Boudechiche L., Matallah S. (en français)

SANTÉ ANIMALE ET ÉPIDÉMIOLOGIE ANIMAL HEALTH AND EPIDEMIOLOGY

173-176 Parasites gastro-intestinaux chez les chiens à Lubumbashi. *Gastrointestinal parasites in dogs in Lubumbashi.* Byakya D., Lombe B., Madimba Y., Kaluendi E. (en français)

ISSN 1951-6711

Publication du
Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMT>
<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),
Harentsoaniaina 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, février 2019

Evaluation of the follicular population and oocyte quality of zebu cows (*Bos indicus*) with anovulatory anestrus

Justin Kouamo^{1*} Camille Teitsa Zangue¹ André Pagnah Zoli¹

Keywords

Bos indicus, anestrus, ovarian follicles, ova, Cameroon

Submitted: 13 November 2017

Accepted: 3 September 2018

Published: 14 January 2019

DOI: 10.19182/remvt.31666

Summary

The study aimed to evaluate the ovarian follicular population and oocyte quality of local zebus with anovulatory anestrus. It was conducted at Ngaoundere municipal slaughterhouse, Adamawa region in Cameroon. Of the 496 genital tracts examined, 145 (29.2%) presented an anovulatory anestrus. The mean number of follicles per cow was 37.5 ± 25.2 . The number of small, medium and large follicles per cow were 21.7 ± 18.7 , 14.9 ± 12.1 and 0.9 ± 1.1 , respectively. The mean follicular populations of cyclic or in anovulatory-anestrus cows were 29.1 ± 18.1 and 41.9 ± 27.3 ($p < 0.05$), respectively. The number of oocytes per cow were 15.5 ± 4.5 and 15.6 ± 3.8 ($p > 0.05$) in cyclic and anestrus cows, respectively. The number of grade I, II, III and IV oocytes were 4.5 ± 4.1 (28.5%), 4.1 ± 3.7 (26.2%), 2.3 ± 2.4 (14.8%) and 4.8 ± 5.6 (30.5%), respectively. This study showed that anovulatory anestrus tended to enhance the follicular population but had no effect on the oocyte yield. The number of grade I and II oocytes acceptable for *in vitro* maturation were significantly lower in cows with anovulatory anestrus than in cyclic cows ($p < 0.05$).

■ How to quote this article: Kouamo J., Zangue C.T., Zoli A.P., 2018. Evaluation of the follicular population and oocyte quality of zebu cows (*Bos indicus*) with anovulatory anestrus. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (4): 151-155, doi: 10.19182/remvt.31666

■ INTRODUCTION

Livestock plays a very important role in Cameroon agriculture, contributing about 9% (398.4 billion CFA) of the total agricultural production. In 2013, the national livestock population represented about 5.9 million cattle (Minepia, 2015). The productivity is very low because of many factors such as a poor genetic potential, diseases (pasteurellosis, foot-and-mouth, tick-borne and trypanosomosis), and reproduction in traditional systems with little or no livestock program (Ebangi et al., 2011). Reproductive technologies such as artificial insemination, embryo transfer and *in vitro* embryo production (IVP) were developed to minimize the effects of these factors and improve herd profitability (Morrell and Rodriguez-Martinez, 2010). IVP is widely used in the world and embryos can be produced from oocytes issued from ovaries collected at the slaughterhouse (Dauzet and Marquant-Le Guienne, 1994). The quality of these oocytes, IVP main limiting factor, is the result of multifactorial interactions involving the ovarian function, the surrounding cumulus complex, environmental factors such as heat stress, the genetic background, age and lactation status of donor animals (Boni, 2012). In a previous study, Kouamo et al. (2014) showed

that zebu oocytes collected at a slaughterhouse have an average potential for IVP. In parallel, a high prevalence of genital tract abnormalities in donor cows (58.3%) has been reported. The predominant ovarian affection was anovulatory anestrus (Kouamo et al., 2016). To investigate further this common syndrome, the present study was carried out to evaluate the ovarian follicular population, oocyte recovery rate and oocyte quality of zebus with anovulatory anestrus.

■ MATERIALS AND METHODS

Study area

Samples were collected at Ngaoundere Municipal Slaughterhouse (NMSH) and analyzed at the Veterinary Laboratory of IRAD-Wakwa Regional Center (Physiology and Reproduction Biotechnology Department) in Adamawa Region, Cameroon. The cattle slaughtered at NMSH were from Vina Division (59.7%) and Mayo Rey Division (40.3%). Ngaoundere is located between 7° 19' 39 N and 13° 35' 4 E, and has an average annual rainfall of 1496.7 millimeters. Temperatures vary from 15.2 to 29°C with an average humidity of 58.2% (Tchotsoua, 2008).

Characteristics of the animals

Local cows (*Bos indicus*) of different breeds (Gudali, n = 270; White Fulani, n = 141; Red Fulani, n = 82; and Bokolo, n = 3) were randomly included in the study. The mean live body weight was estimated

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

* Corresponding author

Tel.: +237 675376954; Email: justinkouamo@yahoo.fr



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

from the thoracic circumference (THC) as follows: $124.69 - 3.171 \times \text{THC} + 0.0276 \times \text{THC}^2$ (Njoya et al., 1997). The body condition score (BCS) was determined according to Ferguson et al. (1994), and the age according to Lucyna and Zdzisław (1984). Pregnant animals were discarded from the study.

Definition of ovarian troubles

After slaughter, genital tracts were examined to determine ovarian troubles. Only the cyclic cows ($n = 351$) and those presenting anovulatory anestrus ($n = 145$), as reported by Kouamo et al. (2016), were selected. The classification of types of anovulatory anestrus was based on the presence of follicles and/or cysts on the ovaries (Peter et al., 2009). Thus, three types of anovulatory anestrus were identified: Type I, presence on one ovary of 2–7 mm diameter follicles, absence in both ovaries of corpus luteum (CL) and cysts; Type II, presence on one ovary of at least one follicle larger than 7 mm in diameter, and 2–7 mm follicles in the absence of CL and cysts on both ovaries; Type III, presence on one ovary of a cyst in the presence or not of follicles larger than 7 mm in diameter, but in the absence of CL on both ovaries.

Ovary collection and handling

After determining the status of the cow, the left and right ovaries were collected and transported to the laboratory at 35–37°C within two hours after slaughter. They were then carefully trimmed off and weighed with an electronic scale (Mettler PC 2000 at 0.1 g precision; Laboratory Weighing, Greifensee, Switzerland).

Follicular population determination

The ovaries were washed with a medium (saline solution 0.9% supplemented with penicillin-streptomycin sulfate). For each ovary, visible follicles were counted and follicular diameters (Φ s) measured with electronic Stainless Hardened calipers. Follicular diameters were classified into three categories as described by Duygu et al. (2013).

Recovery and grading of oocytes

The ovaries were placed in separate plastic Petri dishes containing Dulbecco's phosphate buffered saline (Sciencell Research Laboratory, CA, USA) and chopped into small pieces with a scalpel to release oocytes (Wang et al., 2007). Oocyte quality was evaluated under a stereoscope ($\times 10$) and scored into four grades (G) according to the homogeneity of the cytoplasm and layers of cumulus cells (Figure 1) as described by Alves et al. (2014). The overall oocyte quality per cow was calculated as an index using the formula by Duygu et al. (2013): $(G I \times 1 + G II \times 2 + G III \times 3 + G IV \times 4) / \text{Total number of oocytes recovered}$.

Statistical analyses

Data were analyzed with Statgraphic Centurion version 15.0. Wilcoxon and Kruskal-Wallis tests were used to compare the follicular population and oocyte quality of cyclic or anovulatory anestrus cows. The chi-squared (and Fisher when $n < 5$) test was used for characterization (origin, breed, age, weight, BCS). Differences were significant at $p < 0.05$.

■ RESULTS

Characterization of cows and ovaries

Of the 496 female zebus examined, the mean (minimum-maximum) live weight, BCS and age were 324.1 ± 55.5 kg (166.7–536.4), 2.8 ± 0.37 (2–3) and 5.9 ± 2.2 (3–12) years, respectively. Age and BCS had an influence on the cow status ($p < 0.05$), whereas the origin and breed had no effect ($p > 0.05$). Cows with anovulatory anestrus were heavier than cyclic cows, whereas their ovarian weights were not

significantly different (Table I). The mean weight of the ovaries was 4.4 ± 0.17 kg. The right ovaries (5.1 ± 4.3 g) were heavier than the left ones (3.8 ± 2.6 g) ($p = 0.03$).

Follicular population and oocyte recovery

From 992 ovaries (anestrus and cyclic cows), 15,799 follicles were counted. The mean number of follicles per cow was 37.5 ± 25.2 . The numbers of small ($\Phi < 3$ mm), medium ($3 \leq \Phi \leq 8$ mm) and large ($\Phi > 8$ mm) follicles per cow were 21.6 ± 18.7 (57.7%), 14.9 ± 12.1 (39.7%), and 0.9 ± 1.1 (2.6%), respectively.

The average number of oocytes recovered per cow was 15.6 ± 11.6 ($n = 7687$) with a recovery rate of 48.6% (number of oocytes / number of follicles present). The numbers of oocytes per ovary graded I, II, III and IV were 4.5 ± 4.1 (28.5%), 4.1 ± 3.7 (26.2%), 2.3 ± 2.4 (14.8%) and 4.8 ± 5.6 (30.5%), respectively. The number of good IVP quality oocytes (grades I and II) per cow was 8.6 ± 6.5 (55.1%). The overall oocyte index was 2.5 and was significantly lower in cyclic females (2.41) than in anovulatory anestrus cows (2.57, $p = 0.002$). The number of follicles and the mean number of collected oocytes were higher on the right ovary (19.5 ± 13.8 and 8.1 ± 6.9) than on the left one (18.1 ± 13.2 and 7.7 ± 5.8 , respectively) ($p < 0.05$).

Follicular population and oocyte quality in anestrus

In cows with anovulatory anestrus, the average number of follicles was significantly higher than that in cyclic females ($p < 0.05$) (Table II). The number of follicles in females with anovulatory anestrus type 1 (54.2 follicles; $n = 42$) was significantly higher than that in cows in anestrus type 2 (39.3 follicles; $n = 62$) and type 3 (33.3 follicles; $n = 41$) ($p = 0.0005$) (Table II).

The oocyte yield of females, cyclic or with anovulatory anestrus, was not significantly different ($p > 0.05$), whereas the number of oocytes

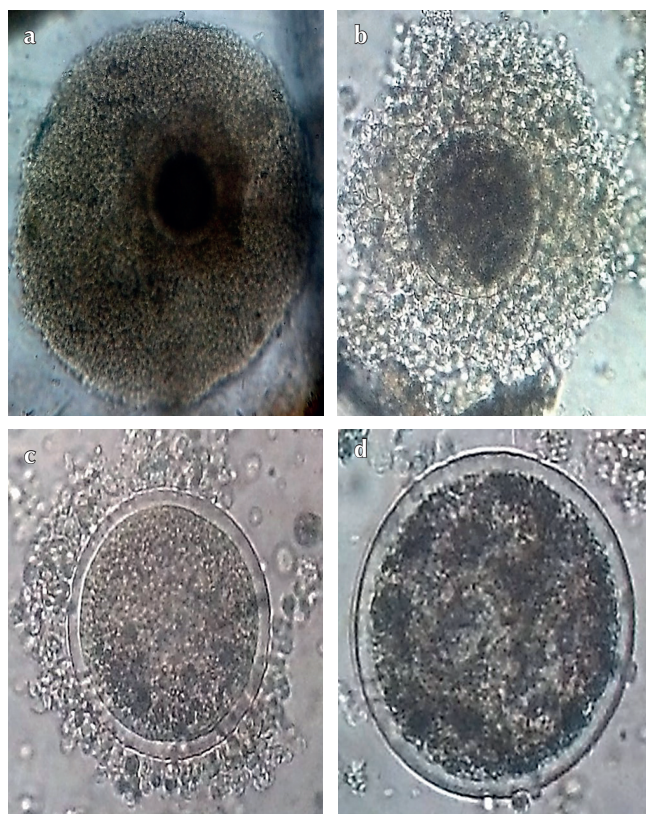


Figure 1: Oocyte quality; (a) grade I, (b) grade II, (c) grade III, (d) grade IV (stereoscope $\times 10$).

selected for *in vitro* embryo production of cows with anovulatory anæstrus was significantly lower than that of cyclic cows ($p = 0.005$) (Table III). The oocyte yield and number of oocytes selected for IVP from cows with type-3 anovulatory anæstrus were significantly lower than those with type 1 and 2 anovulatory anæstrus ($p < 0.05$) (Table III).

■ DISCUSSION

Anovulatory anæstrus is the main problem in cattle that affects fertility and thus causes major economic losses to farmers (Lafi et al., 1992; Vanholder et al., 2006). Kouamo et al. (2016) reported the predominance of anovulatory anæstrus in zebu cows in the same environment.

Breed, age, level of milk production, feeding, nutritional deficiencies are factors that influence the prevalence of anovulatory anæstrus in these breeding conditions (Noakes et al., 2002).

Very few studies have been conducted to assess the ovarian follicular population and oocyte quality of local zebu with anovulatory anæstrus. In the present study, the follicular population differed significantly between anæstrus and cyclic cows. The number of large ovarian follicles was significantly higher in cows with anovulatory anæstrus. Similarly, Gümen et al. (2003) reported 14% and 22% for the small follicles, and 10% and 20% for the large follicles in cyclic and anæstrus cows, respectively. Nogueira et al. (2015) reported a higher number of small follicles and total number of follicles in follicular

Table I

Characteristics of zebu cows according to the cyclic or anovulatory anæstrus state at Ngaoundere Municipal Slaughterhouse, Cameroon

		Anovulatory anæstrus	Cyclic	Test used and statistical difference
District	Vina	72 (14.5%)	224 (45.2%)	$\chi^2 = 3.89$; df = 1 $p = 0.51$
	Mayo Rey	73 (14.7%)	127 (25.6%)	
Breed	Akou	34 (6.9%)	107 (21.6%)	Fischer; df = 3 $p = 0.41$
	Bokolo	3 (0.6%)	0 (0%)	
	Djafoun	28 (5.6%)	54 (10.9%)	
	Goudali	80 (16.1%)	190 (38.3%)	
Age (years)	[3–5]	85 (17.1%)	151 (30.4%)	$\chi^2 = 14.32$; df = 2 $p = 0.0008$
	[5–9]	45 (9.1%)	195 (39.3%)	
	≥ 10	15 (3.1%)	5 (1%)	
Cow weight (kg)	Mean \pm SE	330.7 \pm 55.6	311.3 \pm 53.4	Wilcoxon test $p = 0.005$
	Min–Max	[166.7–536.4]	[205.8–505.8]	
Body condition score	[1–2]	35 (7.1%)	0 (0%)	Fischer; df = 1 $p = 0.001$
	3	110 (22.1%)	351 (70.8%)	
Ovary weight (g)	Mean \pm SE	4.7 \pm 5.2	4.0 \pm 1.5	Wilcoxon test $p = 0.1$
	Min–Max	[0.9–7.9]	[0.9–9.8]	
	Left	3.8 \pm 2.9	3.8 \pm 1.9	Wilcoxon test $p = 0.6$
	Min–Max	[0.9–25.1]	[1–9.8]	
	Right	5.6 \pm 9.1	4.2 \pm 1.8	Wilcoxon test $p = 0.01$
Min–Max	[1.7–7.9]	[0.9–9.4]		

Min: minimum; Max: maximum; SE: standard error; df: degree of freedom

Table II

Follicular populations (mean \pm standard deviation) in zebu cows according to cyclic/anæstrus characteristics, and anæstrus types at Ngaoundere Municipal Slaughterhouse, Cameroon

	N	Follicular population			Average num. follicles / cow
		Small	Medium	Large	
Characteristics of cows					
Cyclic	351	14.6 \pm 13.1 ^a	13.8 \pm 10.7 ^a	0.7 \pm 0.9 ^a	29.1 \pm 18.1 ^a
Anovulatory anæstrus	145	25.3 \pm 20.1 ^b	15.4 \pm 12.7 ^a	1.1 \pm 1.1 ^b	41.9 \pm 27.3 ^b
P		0.002	0.2	0.001	0.03
Anovulatory anæstrus					
Type 1	42	32.2 \pm 21.2 ^a	21.9 \pm 16.7 ^a	0 \pm 0 ^a	54.2 \pm 30.3 ^a
Type 2	62	22.9 \pm 17.7 ^a	14.9 \pm 9.3 ^b	1.5 \pm 0.9 ^b	39.3 \pm 22.9 ^b
Type 3	41	22.1 \pm 21.3 ^b	9.6 \pm 9.4 ^c	1.7 \pm 1.2 ^b	33.3 \pm 26.5 ^b
P		0.0001	0.00002	0.0001	0.0005

^{a,b,c} In each column different letters indicate significant differences between groups ($p < 0.05$).

Table III

Oocyte quality (mean \pm standard deviation) in zebu cows according to cyclic/anestrus characteristics, and anestrus types at Ngaoundere Municipal Slaughterhouse, Cameroon

	N	Average num. oocytes / cow	Oocyte quality				Good IVP Oocytes I & II (%)
			I	II	III	IV	
Characteristics of cows							
Cyclic	351	15.5 \pm 4.5 ^a	4.5 \pm 3.8 ^a	4.8 \pm 3.9 ^a	2.9 \pm 2.8 ^a	3.3 \pm 3.1 ^a	9.3 \pm 6.7 (59.9) ^a
AAnestrus	145	15.6 \pm 3.8 ^a	4.5 \pm 4.1 ^a	3.7 \pm 3.6 ^b	2.1 \pm 2.2 ^b	5.5 \pm 6.2 ^b	8.2 \pm 6.4 (52.1) ^b
P		0.8	0.3	0.01	0.002	0.00005	0.005
Anovulatory anestrus							
Type 1	42	24.2 \pm 5.3 ^b	5.8 \pm 4.7 ^a	5.3 \pm 4.1 ^a	3.1 \pm 2.9 ^b	10.1 \pm 8.6 ^c	11.1 \pm 7.2 (45.7) ^a
Type 2	62	14.9 \pm 2.8 ^a	5.1 \pm 4.1 ^a	3.9 \pm 3.7 ^c	1.8 \pm 1.5 ^a	4.2 \pm 3.6 ^b	9.1 \pm 5.9 (60.1) ^a
Type 3	41	8.3 \pm 2.6 ^c	2.1 \pm 2.5 ^b	1.9 \pm 1.8 ^b	1.2 \pm 1.8 ^c	3.1 \pm 3.7 ^a	3.9 \pm 3.5 (48.3) ^b
P		0.0003	0.00001	0.000007	0.0003	2.2 \times 10 ⁻⁶	8.1 \times 10 ⁻⁸

IVP: *in vitro* embryo production; AAnestrus: anovulatory anestrus

^{a,b,c} In each column different letters indicate significant differences between groups ($p < 0.05$).

waves in anestrus females, but the number of large follicles was higher during the breeding season. Indeed, during the anovulatory anestrus phase, many follicles are arrested during the phase of independence to gonadotropins and only a small number of follicles is able to progress because of low follicle stimulating hormone (FSH) and/or luteinizing hormone (LH) concentrations (Nogueira et al., 2015). On the other hand, marked follicular dominance and formation of corpus luteum in females during the breeding season cause follicular atresia and might explain the limited population of small follicles. Bartlewski et al. (1998) reported a higher number of small and medium-sized follicles during the anestrus period, but follicles rarely reached dominance because of the scarcity of fluctuations of progesterone and the discretion of LH peaks, which could not allow attaining dominance.

In the present study, the follicular population of cystic anestrus cows (type 3) differed from types 1 and 2 anestrus. The interval between waves of follicular growth is longer for cows with cysts than for cows with normal estrus cycles (Garverick, 1997). The mechanical pressure that a cyst exerts on the ovarian tissue and hormonal perturbation reduces the growth surface of the follicles, as well as blood pressure in the ovary (Qublan et al., 2006; Eryilmaz et al., 2012). In fact, Gonzalez et al. (1999) reported that females with cystic ovaries and no signs of estrus present large follicles (16–28 mm.) and few new follicles, whereas normal cyclic cows have follicles that normally evolve throughout the cycle.

The oocyte number of cows, cyclic or with anovulatory anestrus, did not differ significantly, but the number of grades I and II oocytes that could be selected for IVP was significantly lower in females with anovulatory anestrus than in cyclic ones. Similarly, Mara et al. (2013) found that during production of blastocysts, the number of good quality oocytes (grades I and II) was lower during the seasonal anestrus than during the breeding season. This study indicated that cystic anestrus (type 3) significantly reduced the number and quality of oocytes compared to other anestrus types (1 and 2). These results are similar to those reported by authors who showed that the presence of a cyst might be responsible for the reduction in the number, quality and fertilization rate of oocytes (Qublan et al., 2006; Eryilmaz et al., 2012). Koji et al. (1998), Silvia et al. (2002), and Peter (2004) reported that the primary physiological defect leading to the formation of an ovarian cyst is the inability of the hypothalamic-pituitary complex to cause the necessary LH peak following the positive feedback of estradiol.

CONCLUSION

The present study showed that anovulatory anestrus increased the follicular population, but decreased the number of good quality oocytes usable for IVP compared to those in cyclic cows. Moreover, cystic anestrus decreased the number of good quality oocytes compared to that of other types of anestrus. In order to improve the efficacy of the IVP process of oocytes collected from local zebus, donors must be selected without ovarian pathologies including anovulatory anestrus.

Acknowledgments

The authors acknowledge the regional delegation of the Ministry of Livestock, Fisheries and Animal Husbandry for allowing them to conduct this study at Ngaoundere Municipal Slaughterhouse.

REFERENCES

- Alves B.G., Alves A.K., Lucio A.C., Martins C.M., Silva T.H., Santos R.M., 2014. Ovarian activity and oocyte quality associated with the biochemical profile of serum and follicular fluid from Girolando dairy cows postpartum. *Anim. Reprod. Sci.*, **146** (3-4): 117-25, doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.02.019
- Bartlewski P.M., Beard A.P., Cook S.J., Rawlings N.C., 1998. Ovarian follicular dynamics during anoestrus in ewes. *J. Reprod. Fert.*, **113**: 275-285, doi: 10.1530/jrf.0.1130275
- Boni R., 2012. Origins and effects of oocyte quality in cattle. *Anim. Reprod.*, **9** (3): 333-340
- Dauzet H., Marquant-Le Guienne B., 1994. Intérêt économique de la fécondation *in vitro* en élevage laitier et allaitant. Institut de l'élevage, Maisons-Alfort, France, 8 p.
- Duygu B.A., Muhammed K.B., Dogan N., Hander G., 2013. Effect of the stage of oestrus cycle on follicular population, oocyte yield and quality, and biochemical composition of serum and follicular fluid in Anatolian water buffalo. *Anim. Reprod. Sci.*, **137** (1-2): 8-14, doi: 10.1016/j.anireprosci.2012.12.004
- 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
- Eryilmaz O.G., Esmâ S., Fatma N.A., Sevtap H., Muammer D.A., Leyla M.L., 2012. Ovarian cyst formation following gonadotropin-releasing hormone-agonist administration decreases the oocyte quality in IVF cycles. *Balkan Med. J.*, **29** (2): 197-200, doi: 10.5152/balkanmedj.2011.019

- Ferguson J.D., Galligan D.T., Thomsen N., 1994. Principle description of body condition score Holstein cow. *J. Dairy Sci.*, **77**: 2695-2703, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X
- Garverick H.A., 1997. Ovarian follicular cysts in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **80** (5): 995-1004, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76025-9
- Gonzalez D.B.A., Santiago M., Gomez-Brunet A., Inskoop E.K., 1999. Follicular dynamics during the oestrous cycle in dairy goats. *Anim. Sci.*, **68** (3): 547-554, doi: 10.1017/S1357729800050578
- Gümen A., Guenther J.N., Wiltbank M.C., 2003. Follicular size and response to ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **86** (10): 3184-3194, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73921-6
- Koji Y., Schokichi I., Hideo K., 1998. Changes of ovarian structures, plasma LH, FSH, progesterone and estradiol-17 β in a cow with ovarian cysts showing spontaneous recovery and relapse. *Vet. Med. Sci.*, **60** (2): 257-260, doi: 10.1292/jvms.60.257
- Kouamo J., Dawaye S.M., Zoli A.P., Bah G.S., 2014. Evaluation of bovine (*Bos indicus*) ovarian potential for *in vitro* embryo production in the Adamawa plateau (Cameroon). *Open Vet. J.*, **4** (2): 128-136
- Kouamo J., Meyoufey B., Zoli A.P., 2016. Pathological study of female reproductive organs of local zebu in Adamawa region. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **64**: 119-128
- Lafi S.Q., Kaneene J.B., Black J.R., Lloyd J.W., 1992. Epidemiological and economic study of the repeat breeder syndrome in Michigan dairy cattle. II. Economic modeling. *Prev. Vet. Med.*, **14**: 99-114, doi:10.1016/0167-5877(92)90088-W
- Lucyna K., Zdzislaw S., 1984. Number and quality of oocytes in relation to age of cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **7** (5): 451-460, doi: 10.1016/0378-4320(84)90048-4
- Mara L., Sanna D., Casu S., Dattena M., Mayorga Muñoz I.M., 2013. Blastocyst rate of *in vitro* embryo production in sheep is affected by season. *Zygote*, **22** (3): 366-371, doi: 10.1017/S0967199412000706
- Minepia, 2015. Elevage et pêche. In : Annuaire statistique du Cameroun. Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries animales, Yaoundé, Cameroun, 257-268
- Morrell J.M., Rodriguez-Martinez H., 2010. Practical applications of sperm selection techniques as a tool for improving reproductive efficiency. *Vet. Med. Int.*, doi: 104061/2011/894767
- Njoya A., Bouchel D., Ngo Ntama A.C., Moussa C., Martrenchar A., Leteneur L., 1997. Systèmes d'élevage et productivité des bovins en milieu paysan au Nord-Cameroun. *World Anim. Review* **89**: 12-23
- Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., Arthur G.H., 2002. Arthur's veterinary reproduction and obstetrics, 8th Edn. Saunders, USA, 129-212
- Nogueira D.M., Cavalieri J., Gummow B., Parker A.J., 2015. Comparison of follicular dynamics and hormone profiles in Boer goats examined during the breeding and non-breeding seasons in the tropics of Queensland, Australia. *Small Rumin. Res.*, **125**: 93-100, doi: 10.1016/j.smallrumres
- Peter A.T., 2004. An update on cystic ovarian degeneration in cattle. *Reprod. Domest. Anim.*, **39** (1): 1-7, doi: 10.1046/j.0936-6768.2003.00466.x
- Peter A.T., Vos P.L., Ambrose D.J., 2009. Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*, **71** (9): 1333-1342, doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.11.012
- Qublan H.S., Amarin Z., Tahat Y.A., Smadi A.Z., Kilani M., 2006. Ovarian cyst formation following GnRH agonist administration in IVF cycles: incidence and impact. *Human Reprod.*, **21** (3): 640-644, doi: 10.1093/humrep/dei371
- Silvia W.J., Hatler T.B., Laranja L.F.D.F., 2002. Ovarian follicular cysts in dairy cows: An abnormality in folliculogenesis. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **23** (1-2): 167-177, doi: 10.1016/S0739-7240(02)00154-6
- Tchotsoua M., 2008. De la spatialisation à l'aide pour un développement maîtrisé en milieu tropical. Le cas des hautes terres de l'Adamaoua au Cameroun. Le Manuscrit, Paris, France, 249 p. (Essais et documents)
- Vanholder T., Opsomer G., De Kruijff A., 2006. Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: a review. *Reprod. Nutr. Dev.*, **46** (2): 105-119, doi: 10.1051/rnd:2006003
- Wang Z.A., Song-Dong Y., Zi-Rong X., 2007. Effects of collection methods on recovery efficiency, maturation rate and subsequent embryonic developmental competence of oocyte in Holstein cow. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, **20** (4): 496-500

Résumé

Kouamo J., Zangue C.T., Zoli A.P. Evaluation de la population folliculaire et de la qualité des ovocytes des vaches zébus (*Bos indicus*) en anœstrus anovulatoire

L'étude, menée à l'abattoir municipal de Ngaoundéré, région de l'Adamaoua au Cameroun, visait à évaluer la population folliculaire et la qualité des ovocytes des vaches zébus locales en anœstrus anovulatoire. Sur 496 voies génitales examinées, 145 (29,2 %) présentaient un anœstrus anovulatoire. Le nombre moyen de follicules était de $37,5 \pm 25,2$ par vache. Le nombre de petits, moyens et grands follicules par vache était respectivement de $21,7 \pm 18,7$, $14,9 \pm 12,1$ et $0,9 \pm 1,1$. Les populations folliculaires des vaches cycliques ou en anœstrus anovulatoire étaient respectivement de $29,1 \pm 18,1$ et $41,9 \pm 27,3$ ($p < 0,05$). Le nombre d'ovocytes par vache était respectivement de $15,5 \pm 4,5$ et $15,6 \pm 3,8$ ($p > 0,05$) chez les vaches cycliques et en anœstrus anovulatoire. Le nombre d'ovocytes de grades I, II, III et IV était respectivement de $4,5 \pm 4,1$ (28,5 %), $4,1 \pm 3,7$ (26,2 %), $2,3 \pm 2,4$ (14,8 %) et $4,8 \pm 5,6$ (30,5 %). Cette étude a montré que l'anœstrus anovulatoire avait tendance à augmenter la population folliculaire mais n'avait aucun effet sur le nombre d'ovocytes récoltés. Le nombre d'ovocytes de grades I et II utilisables pour la maturation *in vitro* était significativement plus faible chez les vaches en anœstrus anovulatoire que chez les vaches cycliques ($p < 0,05$).

Mots-clés : *Bos indicus*, anestrus, follicule ovarien, ovule, Cameroun

Resumen

Kouamo J., Zangue C.T., Zoli A.P. Evaluación de la población folicular y la calidad de ovocitos en vacas cebú (*Bos indicus*) con anestros anovulatorios

El objetivo del estudio fue evaluar la población folicular y la calidad de los ovocitos en el ovario de cebúes locales con anestros anovulatorios y fue conducido en el matadero municipal de Ngaoundere, región de Adamawa en Camerún. De los 496 tractos genitales examinados, 145 (29,2%) presentaron un anestro anovulatorio. El número promedio de folículos por vaca fue de $37,5 \pm 25,2$. El número promedio de folículos pequeños, medianos y grandes por vaca fue $21,7 \pm 18,7$, $14,9 \pm 12,1$ y $0,9 \pm 1,1$, respectivamente. Las poblaciones foliculares promedio en vacas cíclicas o con estros anovulatorios fue $29,1 \pm 18,1$ y $41,9 \pm 27,3$ ($p < 0,05$), respectivamente. El número de ovocitos por vaca fue $15,5 \pm 4,5$ y $15,6 \pm 3,8$ ($p > 0,05$) en vacas cíclicas y en anestro, respectivamente. El número de ovocitos de grados I, II, III y IV fue $4,5 \pm 4,1$ (28,5%), $4,1 \pm 3,7$ (26,2%), $2,3 \pm 2,4$ (14,8%) y $4,8 \pm 5,6$ (30,5%), respectivamente. Este estudio mostró que los anestros anovulatorios tendieron a fomentar la población folicular pero no tuvieron efecto en el rendimiento de ovocitos. El número de grados I y II de ovocitos aceptables para la maduración *in vitro* fue significativamente menor en vacas con anestros anovulatorios que en las vacas cíclicas ($p < 0,05$).

Palabras clave: *Bos indicus*, anestro, folículos do ovário, óvulo, Camerún

Echographie du développement folliculaire et de l'ovulation chez la chèvre du Sahel en œstrus induit

Moussa Zongo¹* Auguste Yamboué¹
Issa Nabaloum¹ Drissa Sanou¹

Mots-clés

Caprin, chèvre du Sahel, follicule ovarien, cycle œstral, échographie, ovulation induite, Burkina Faso

Submitted: 31 May 2018
Accepted: 25 January 2019
Published: January 2019
DOI: 10.19182/remvt.31671

Résumé

Le développement folliculaire et l'occurrence de l'ovulation ont été étudiés chez la chèvre du Sahel en œstrus induits. Quinze femelles d'âges et de poids moyens respectifs de $37,25 \pm 1,5$ mois et $32,5 \pm 7,3$ kg, et de parité comprise entre 1 et 3 ont été traitées à l'aide d'éponges intravaginales (acétate de fluorogestone, 20 mg/éponge) pendant 11 jours. Ce traitement a été associé à l'administration intramusculaire par animal de 400 UI de gonadotrophine chorionique équine (eCG) et de 2 ml de cloprosténol le neuvième jour. La détection de l'œstrus a été réalisée par observation visuelle après l'introduction de deux boucs fertiles dans le troupeau. Le développement folliculaire a été suivi par échographie à intervalles de 12 heures au moyen d'une sonde linéaire de 5 MHz. Le délai moyen d'apparition de l'œstrus a été de $15,4 \pm 2,9$ h. L'œstrus a été matérialisé par des écoulements vulvaires et des tentatives de chevauchements entre congénères. Sa durée moyenne a été de $32,3 \pm 3,8$ h. A l'arrêt du traitement, 13 follicules ont été observés sur l'ovaire droit et 13 follicules sur l'ovaire gauche avec des diamètres moyens respectifs de $5,26 \pm 1,25$ mm et de $4,73 \pm 1,45$ mm. Le diamètre moyen du follicule préovulatoire a été $7,6 \pm 2,1$ mm. Ce diamètre a varié selon l'ovaire. Au total 17 ovulations ont été enregistrées dont huit dans l'intervalle entre 45 et 50 heures après la fin du traitement. Ces résultats sont des éléments de repère précieux pour l'application des biotechnologies de la reproduction chez cette race.

■ Comment citer cet article : Zongo M., Yamboué A., Nabaloum I., Sanou D., 2018. Ultrasound of follicular development and ovulation in induced estrus in Sahelian goats. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (4): 157-162, doi: 10.19182/remvt.31671

■ INTRODUCTION

En productions animales, la détermination de l'intervalle précis entre le moment de l'ovulation et l'insémination artificielle (IA) est importante pour optimiser la fertilité des animaux (Lebœuf et al., 2003 ; Menchaca et al., 2004 ; Roelofs et al., 2006). Chez la chèvre,

le contrôle de l'ovulation pendant les chaleurs naturelles ou induites pourrait contribuer à mieux préciser la durée de cet intervalle. Pendant longtemps, la laparoscopie a été la méthode de référence pour l'étude de l'évolution des organites ovariens au cours de l'œstrus naturel ou induit (Lahlou-Kassi et Mariana, 1984 ; Yenikoye et Mariana, 1990 ; Lebœuf et al., 1996). Cette technique complexe est stressante et nécessite l'usage d'agents anesthésiques ou sédatifs. Le stress peut contribuer à modifier les paramètres de reproduction ainsi que le délai précis de l'ovulation (Dobson et al., 2000).

A l'opposé, l'échographie n'est pas stressante et ne nécessite pas d'administration d'anesthésiques ou de sédatifs. Elle offre, en outre, la possibilité de réaliser des examens répétés de l'ovaire sans affecter les potentialités de reproduction de l'animal (Zambelli et al., 2002 ; Roelofs et al., 2004). Elle permet aussi de mesurer les petits follicules (≥ 2 mm) indépendamment de leur profondeur dans l'ovaire (Zambelli et al., 2002).

1. Laboratoire de physiologie de la reproduction animale, Unité de formation et de recherche en sciences de la vie et de la terre, Université de Ouaga I, professeur Joseph Ki-Zerbo, boulevard Charles de Gaulle, 03 BP 7021, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +226 70 25 90 47 ; fax : +226 25 30 72 42

Email : moussa_zongo59@yahoo.fr ; moussa_zongo@univ-ouaga.fr



Ces dernières décennies, les études de la fonction ovarienne de la chèvre ont apporté divers résultats importants (Baril et al., 2000 ; Viñoles et al., 2004). Les protocoles d'induction hormonale ont permis de valider la sensibilité et la spécificité de la technique échographique par l'identification des follicules (Dorn et al., 1989) et la détection de l'ovulation (Riesenberg et al., 2001). Des essais d'observation de la présence des follicules préovulatoires, et de détermination du moment et du taux d'ovulation ont été réalisés sur des chèvres superovulées (Menchaca et al., 2001). Par ailleurs, des études de la morphométrie des structures ovariennes (Viñoles et al., 2004) et des pratiques de détermination de la taille, du nombre de follicules et de corps jaunes (Simões et al., 2005), du moment de l'ovulation (Baril et al., 2000) et du nombre de corps jaunes pendant le cycle œstral chez la chèvre (Bouttier et al., 2000) ont apporté des résultats importants.

Les résultats d'IA sur œstrus naturel et induit varient en fonction de la parité et de la race (Lebœuf et al., 2008). Les causes de ces variations n'ont pas encore été totalement expliquées. Les variations potentielles des phénomènes périovulatoires entre les races et les catégories de femelles à l'œstrus naturel ou induit pourraient contribuer à mieux comprendre cette variabilité de la fertilité à l'IA.

L'objectif de cette étude était de décrire le développement des follicules et de définir la période de l'occurrence de l'ovulation des chèvres du Sahel en œstrus induit avec des éponges vaginales imprégnées d'acétate de fluorogestone, associées à des injections d'eCG et de prostaglandine F2 α . Les caractéristiques de l'œstrus, notamment son comportement et les délais de son apparition, ont été rapportées.

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux

L'étude a été réalisée de juillet à octobre 2017 à la station expérimentale de l'Université Ouaga I, professeur Joseph Ki-Zerbo, située à Gampéla (12° 22' N et 1° 31' O) sur l'axe Ouagadougou-Koupéla au Burkina Faso. Elle a concerné quinze chèvres du Sahel primipares et multipares tarées, d'âges et de poids moyens respectifs de 37,25 \pm 1,5 mois et 32,5 \pm 7,3 kg, et de parité comprise entre 1 et 3. Toutes les chèvres ont présenté un indice d'état corporel compris entre 2,5 et 4 sur une échelle de 1 à 5 (Santucci et al., 1991). Elles ont subi les contrôles sanitaires contre les maladies réputées contagieuses au Burkina Faso. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties a été régulièrement suivi. Le déparasitage contre les helminthes (mébendazole, 10 %) a été réalisé en début et en fin de saison des pluies. La lutte contre les tiques et autres arthropodes a été réalisée en saison des pluies, soit en moyenne deux pulvérisations mensuelles de deltaméthrine à 0,05 ppm. L'alimentation était constituée essentiellement de pâturage naturel. Cette ration a été complétée de graines de coton (1,91 unité fourragère [UF] et 241,04 matières azotées digestibles [MAD]), de son de blé (1,44 UF et 212,4 MAD) ou encore de drêche de brasserie (0,32 UF et 71,6 MAD) selon la disponibilité. L'eau a été distribuée à volonté.

Induction de l'œstrus

Toutes les chèvres ont d'abord été diagnostiquées non gravides par échographie transrectale au moyen d'une sonde linéaire de 5 MHz. Elles ont ensuite été soumises à un protocole d'induction d'œstrus et d'ovulation associant une éponge intravaginale contenant 20 mg d'acétate de fluorogestone (FGA) (Chronogest, Intervet, France), de la gonadotrophine chorionique équine (eCG) (Folligon, Intervet) et du cloprosténol (Estrumate, Intervet) (Lebœuf et al., 2003) comme suit : jour 0, pose intravaginale d'éponge de FGA pour une durée de 11 jours ; jour 9, deux applications intramusculaires, l'une de 500 μ g de cloprosténol, l'autre de 400 UI d'eCG ; jour 11, retrait de l'éponge le soir entre 17 et 18 heures.

Détection de l'œstrus et saillies

La détection de l'œstrus a été réalisée par l'observation des modifications comportementales et organiques avant et après le retrait des éponges. Afin d'optimiser l'opération de détection de l'œstrus, deux boucs fertiles ont été introduits au milieu du troupeau expérimental. Les observations ont été réalisées trois fois par jour : le matin de 6 à 7 h, à la mi-journée entre 12 et 13 h et l'après-midi entre 17 et 18 h. Les signes majeurs de détection de l'œstrus retenus ont été ceux décrits par White et Wettermann (2000). Il s'agit notamment des tentatives et signaux de monte, et des modifications de l'aspect de la vulve et de la sécrétion de mucus vaginal.

Les paramètres étudiés ont été le délai d'apparition et la durée de l'œstrus. Le délai d'apparition de l'œstrus correspondait au temps écoulé entre le retrait de l'éponge et l'observation des premiers chevauchements acceptés. La durée des chaleurs est considérée comme l'intervalle de temps entre l'acceptation du premier chevauchement et le refus du dernier chevauchement. Le début de l'œstrus a été défini comme le moment du premier chevauchement observé. La fin de l'œstrus a été définie comme le moment du dernier chevauchement, sans qu'aucun autre ne soit observé dans les 12 heures suivantes (White et Wettermann, 2000).

Examens échographiques des ovaires

A l'arrêt du traitement, les animaux ont été soumis à des examens des ovaires au moyen d'un échographe de type Chison Ultrasonic Scanner 8300VET (Medical Imaging, China), équipé d'une sonde linéaire de 5 MHz. Les examens ont été pratiqués par voie transrectale sur des animaux maintenus debout dans un couloir de contention, selon la méthode de Baril et al. (1999). La manche de la sonde est fixée à un tube rigide et la face active enduite de gel de contact pour faciliter l'introduction dans le rectum et la visualisation des ovaires. L'examen de l'utérus et des ovaires se réalise par rotation de la sonde sur les côtés dans un angle de 60° autour de l'axe central. Les examens ont été pratiqués à intervalles de 12 heures et jusqu'à 96 heures à partir de l'arrêt du traitement (T0, T12, T24, T36, T48, T60, T72, T84, T96). Les images échographiques des follicules ovariens ont été enregistrées accompagnées de leur représentation graphique schématique (figure 1). Les paramètres étudiés ont été le nombre et la taille de follicules observés et les délais d'ovulation.

Caractérisation du développement folliculaire et détection de l'ovulation

Les follicules de diamètre supérieur ou égal à deux millimètres ont été mesurés et les images enregistrées. Les positions relatives des différents groupes de follicules ont été notées de façon à permettre le suivi de la croissance au cours de la période d'observation. Chaque groupe de follicules identifiés a été dénombré et les tailles ont été mesurées. Ils ont ensuite été suivis afin de déterminer la brusque disparition des follicules plus grands (ovulation). Le développement des follicules est marqué par la croissance de petits follicules de 2 mm de diamètre pour atteindre de gros follicules de plus de 4 mm et l'ovulation. La détection de l'ovulation est la période comprise entre l'observation d'un follicule de plus de 4-5 mm de diamètre et sa disparition à l'examen suivant (Riesenberg et al., 2001 ; Simões et al., 2005). Le nombre de corps jaunes dans chaque ovaire a aussi été dénombré entre sept et neuf jours après l'ovulation.

Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyennes \pm écart type et les différences considérées comme significatives au seuil de probabilité de 5 %. Les analyses statistiques ont été réalisées grâce à des analyses de la variance et par des tests t de Student. Les effets des différents facteurs de variation ont été appréciés par l'analyse de variance Anova à effet fixe.

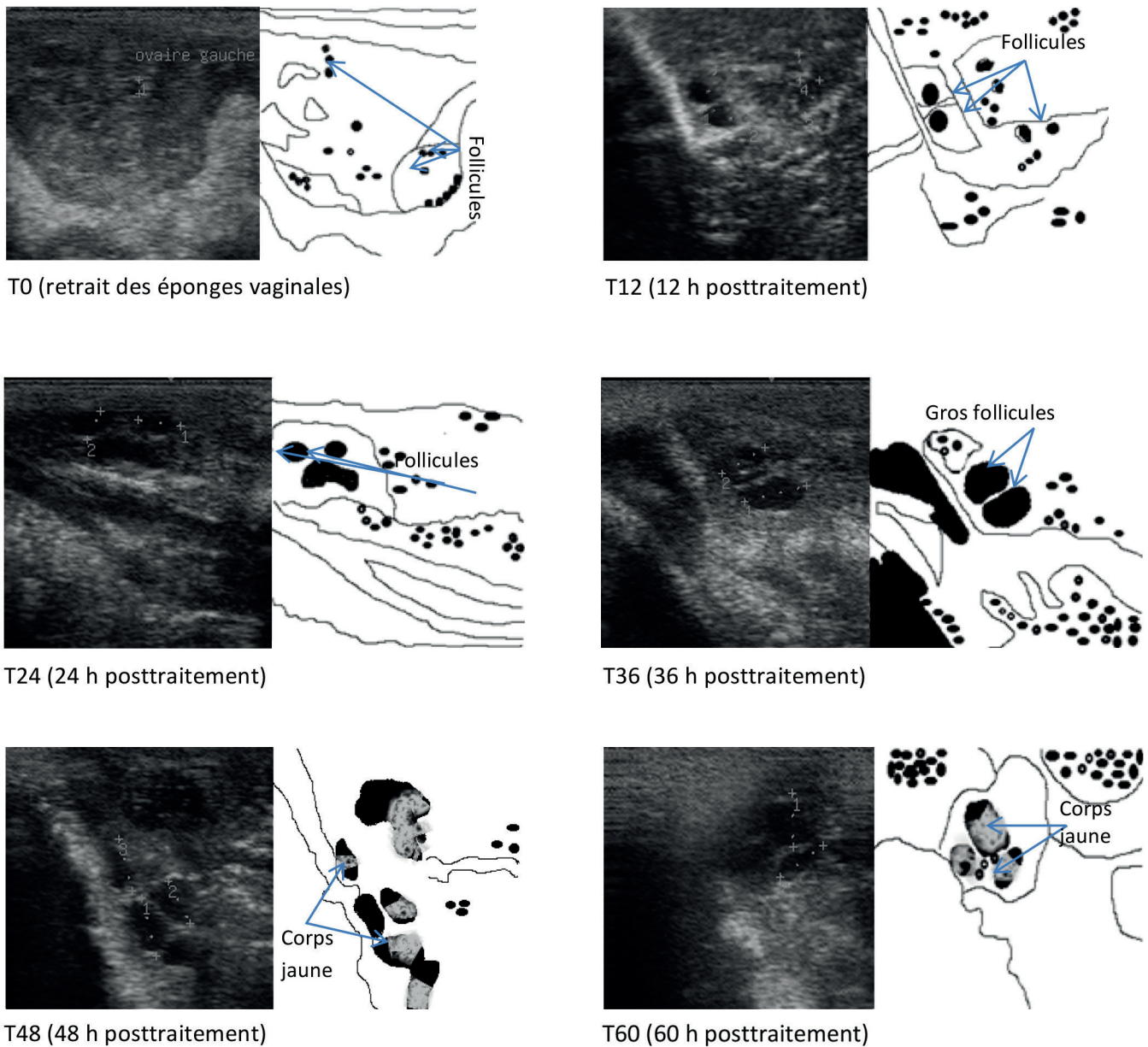


Figure 1 : imagerie du développement folliculaire entre T0 et T60 après induction de l'œstrus chez la chèvre du Sahel.

■ RESULTATS

Caractéristiques de l'œstrus induit

Après le retrait des éponges, toutes les chèvres ont été vues en chaleurs, soit un taux d'induction d'œstrus de 100 %. Le délai moyen d'apparition de l'œstrus après la fin du traitement a été de $15,4 \pm 2,9$ h. Ce délai a été variable d'un animal à l'autre. Les premiers œstrus et les derniers

ont été détectés respectivement 12,5 h et 18,3 h après la fin du traitement. Les premiers œstrus ont été détectés le matin entre 6 et 8 h pour dix femelles (66,7 %), et pour les cinq autres entre 12 et 15 h. La durée moyenne des chaleurs a été de $32,3 \pm 3,8$ h. Cette durée était également variable d'un animal à l'autre (tableau I). Douze femelles ont manifesté une durée d'œstrus comprise entre 25 et 35 h. Les trois autres femelles ont eu des chaleurs d'une durée comprise entre 37 et 40 h.

Tableau I

Répartition de la durée de l'œstrus chez la chèvre du Sahel

Numéro de la chèvre	F87	F93	F93	F007	F529	F579	F041	F33	F76	F85	F22	F51	F98	F52	F88
Durée de l'œstrus (h)	28,3	36	33,5	34	31,2	39	33	35	30	37	32	29	34	28	25

Développement des follicules ovariens

A l'arrêt du traitement (T0), toutes les femelles examinées ont présenté des follicules de diamètre supérieur à 2 mm observables à l'échographie. A ce moment, 26 petits follicules de diamètre inférieur ou égal à 5 mm ont été dénombrés sur les ovaires des animaux examinés. La répartition entre ovaires a montré 13 follicules sur l'ovaire droit et 13 sur l'ovaire gauche avec des diamètres moyens respectifs de $5,26 \pm 1,25$ mm et de $4,73 \pm 1,45$ mm. Il n'y a pas eu de différence de variation du nombre et de la taille des follicules entre les deux ovaires ($p > 0,05$).

De T0 à T60 après la fin du traitement, le nombre et le diamètre des follicules ont varié sur les deux ovaires. Les différences de variation du nombre et des diamètres des follicules ont été significatives dans cet intervalle de temps. En revanche, les différences de nombre et de diamètre des follicules entre ovaire droit et ovaire gauche n'ont pas été significatives ($p > 0,05$).

La variation du diamètre des follicules entre T0 et T60 a permis de définir la vitesse de développement des follicules chez la chèvre du Sahel. La vitesse moyenne de croissance des follicules dans l'intervalle T0-T36 a été de 0,07 mm par heure (tableau II). Cette vitesse a varié d'un ovaire à l'autre. Elle a été sensiblement plus élevée dans l'ovaire gauche (0,07 mm/h) que dans l'ovaire droit (0,06 mm/h). Le diamètre moyen du follicule préovulatoire a été de $7,6 \pm 2,09$ mm avec des variations non significatives ($p > 0,05$) entre ovaires.

Occurrence des ovulations

Au total 17 ovulations ont été détectées sur l'ensemble du lot expérimental. Toutes les ovulations sont intervenues en trois vagues entre 35 et 55 heures après le retrait des éponges (figure 2). Une double ovulation a été détectée chez deux chèvres. Toutes les chèvres ont manifesté une polyovulation marquée par la formation de trois à six corps jaunes. Aucun lien statistique n'a pu être établi entre le moment de l'ovulation et la durée des chaleurs, ou le délai d'apparition des chaleurs ($p > 0,05$). L'ovaire gauche avait la même chance d'ovuler que l'ovaire droit ($p > 0,05$).

■ DISCUSSION

L'application de l'échographie à la reproduction des animaux domestiques a considérablement amélioré les connaissances scientifiques sur la physiologie de la reproduction. Cependant, l'application de cette technique à l'étude des structures ovariennes des petits ruminants est récente et présente encore de nombreuses zones d'ombre (Adams, 1999). Chez les races locales d'Afrique, les données sont encore parcellaires. Cela s'explique en partie par la complexité de la technique et les exigences de la pratique de l'échographie sur la chèvre (Baril et al., 2000 ; Viñoles et al., 2004 ; Zongo, 2015).

Pourtant, la contribution des petits ruminants de races locales dans les programmes de lutte contre la pauvreté est de plus en plus d'actualité. La chèvre du Sahel est un animal bien adapté à l'environnement sahélien avec une reproduction continue toute l'année (Zongo, 2015). L'optimisation de sa fonction de reproduction est un moyen intéressant d'intensification de la productivité animale dans le but de couvrir les besoins croissants en produits animaux des populations urbaines (Menchaca et al., 2004 ; Roelofs et al., 2006). La caractérisation de l'œstrus et la définition de l'ovulation sont importantes pour une meilleure application des biotechnologies de la reproduction (Zongo, 2015).

Les observations à intervalles de 12 heures à partir de l'arrêt du traitement ont permis de caractériser quelques follicules observés en développement et d'apprécier les périodes de leurs ovulations. Les traitements d'induction d'œstrus ont stimulé le développement des follicules sur les deux ovaires de l'ensemble des animaux. Cette observation a été rapportée par Mbaindingatoloum (2011) chez la même race avec

Tableau II

Distribution et évolution des follicules observés sur les ovaires droit et gauche après traitement hormonal chez 15 chèvres du Sahel

(h)	Ovaire droit		Ovaire gauche	
	Nb. fol.	Ø (mm)	Nb. fol.	Ø (mm)
T0	13	$5,26 \pm 1,25$	13	$4,73 \pm 1,45$
T12	12	$5,99 \pm 1,13$	20	$6,5 \pm 1,5$
T24	19	$6,55 \pm 1,98$	24	$6,23 \pm 1,91$
T36	14	$7,54 \pm 1,99$	14	$7,43 \pm 2,05$
T48	07	$7,77 \pm 2,12$	10	$6,04 \pm 1,94$
T60	05	$7,40 \pm 2,33$	09	$7,13 \pm 2,42$

Ø : diamètre moyen des follicules ; Nb. fol. : nombre de follicules ; T0 : arrêt du traitement ; T12 : 12 h après l'arrêt du traitement...

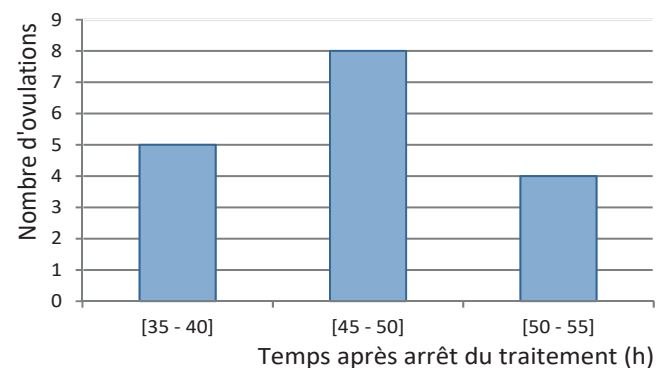


Figure 2 : nombre d'ovulations de la chèvre du Sahel après l'arrêt du traitement hormonal.

des protocoles utilisant des éponges de 45 mg de FGA. Mehmood et al. (2011) rapportent des résultats similaires chez la chèvre au Pakistan où 78 % et 95 % des œstrus sont apparus respectivement au cours des 12 et 24 heures suivant la fin du traitement. Cette efficacité des traitements à base d'éponges vaginales imprégnées de progestagènes associées à la gonadotrophine sérique de jument gravide (PMSG) et à la prostaglandine F2 α (PGF2 α), a été rapportée chez la chèvre en milieu tempéré et tropical (Mehmood et al. 2011 ; Lebœuf et al., 2003 ; Freitas et al., 2004).

La réponse au traitement varie selon l'individu et le type de traitement. La durée moyenne de l'œstrus observée chez la chèvre du Sahel dans notre étude a été similaire à celles rapportées chez la chèvre Noire Anatolienne (Dogan et al., 2005) et la Nguni (Lehloeny et al., 2005) soumises aux traitements à base d'acétate médroxyprogestérone (MAP) pendant la saison sexuelle. Comparativement aux traitements à base de MAP, les traitements à base d'acétate de fluorogestone induisent des œstrus plus longs chez la même race ($28,3 \pm 2$ h vs $34,5 \pm 3,0$ h). Chez la chèvre Boer, en revanche, la durée des œstrus induits par les traitements MAP est de $37,0 \pm 2,1$ h. Le délai moyen d'apparition de l'œstrus dans la présente étude a été de $15,4 \pm 2,9$ h. Cette valeur varie très peu en fonction de la dose de FGA (Mbaindingatoloum, 2011). Chez les chèvres Nguni, Boer et Serrana traitées au MAP et à la prostaglandine, les œstrus apparaissent plus tardivement (Simões et al., 2008). Chez ces dernières les durées de l'œstrus induit chez les femelles nullipares et multipares sont respectivement de $30,1 \pm 1,1$ h (n = 15) et $33,4 \pm 1,5$ h (n = 9) (Simões et al., 2008).

L'évolution du nombre moyen de follicules observables a été consignée dans le tableau II. Le nombre et la taille des follicules ont augmenté

significativement respectivement entre T0 (arrêt du traitement), et T24 et T36. Shelly et al. (2000) rapportent des observations similaires chez la brebis. Des auteurs montrent que les traitements d'eCG et de PGF2 α induisent le développement folliculaire et améliorent les proportions d'ovulation (Moore et Rowson, 1960 ; Safranski et al., 1992).

Dans notre étude, la taille moyenne des follicules préovulatoires (7,6 \pm 2,1 mm) a semblé varier en fonction de l'ovaire et du nombre de vagues folliculaires du cycle de la chèvre. Les données de la littérature sont cependant controversées entre femelles en œstrus induit et en œstrus naturel (Medan et al., 2003 ; Simões et al., 2006). Chez la chèvre d'Égypte traitée avec la prostaglandine, les diamètres moyens des follicules préovulatoires sont de 8,0 \pm 0,1 mm et 7,8 \pm 0,2 mm respectivement chez les chèvres dont le cycle comporte trois et quatre vagues de follicules. Chez la chèvre Serrana en œstrus naturel, le diamètre des follicules préovulatoires augmente avec le nombre de vagues folliculaires dans le cycle (Simões et al., 2006).

Chez la chèvre Bulgare, en revanche, les follicules préovulatoires de l'ovaire droit sont plus nombreux et semblent plus volumineux que ceux de l'ovaire gauche (Kacheva et al., 2008). Chez la chèvre Shiba, le diamètre des follicules préovulatoires peut atteindre 8,2 mm et plus. En revanche, au cours des vagues anovulatoires, les diamètres des follicules dominants sont compris dans l'intervalle 6–6,7 mm (Medan et al., 2005). Des valeurs similaires ont été rapportées chez la chèvre Bulgare (Kacheva et al., 2008). La taille des follicules préovulatoires semble liée à la concentration en progestérone (Scaramuzzi et Downing, 1999) et à l'ovulation (Campbell et al., 2003).

La vitesse de croissance des follicules de 0,07 mm/h entre T0 et T36 observée dans notre étude a été légèrement supérieure à celle de 0,03–0,04 mm/h rapportée chez la chèvre d'Égypte traitée à la prostaglandine F2 α (Medan et al., 2003). Les follicules préovulatoires chez la chèvre du Sahel ont été observés à partir de 36 heures après l'arrêt du traitement. Chez la chèvre Serrana, le pic préovulatoire de la lutropine apparaît 12,86 \pm 1,1 heures après un traitement de synchronisation avec des prostaglandines F2 α (Simoes et al., 2008).

Après l'arrêt du traitement, les premières ovulations ont été observées dans l'intervalle 35–40 heures, la plus forte concentration des ovulations (8/17) à 45–50 heures, et une dernière vague d'ovulation à 50–55 heures. Ceci explique pourquoi les doubles inséminations entre 36 et 60 heures après l'arrêt du traitement sont compatibles avec une bonne fertilité (Dogan et al., 2005 ; Lehloeny et al., 2005). Certaines chèvres semblent ovuler plus d'une fois au cours du même œstrus. Cette observation pourrait s'expliquer par l'utilisation de l'eCG. Tout se passe comme si des vagues de follicules atteignent la maturation au même moment et ovulent dans le même intervalle de temps. Ces observations pourraient confirmer les données sur la théorie du développement des vagues folliculaires chez la chèvre (Castro et al., 1999 ; Simões et al., 2006) et les ruminants domestiques (Rosales-Torresana et al., 2012).

■ CONCLUSION

Cette étude a permis de caractériser le comportement et le développement folliculaire au cours de l'œstrus, et de définir la période de la survenue de l'ovulation chez la chèvre du Sahel après traitement aux éponges de FGA, associées à l'eCG et à la PGF2 α . Les résultats ont montré des signes d'œstrus visibles et semblables à ceux décrits chez la vache et la brebis. La dynamique des follicules ovariens a révélé de fortes proportions d'ovulation autour de l'intervalle 45–50 heures après l'arrêt du traitement avec des variations entre chèvres. Cette étude a apporté des éléments de repère préliminaires importants sur la méthodologie d'application de l'induction d'œstrus et des inséminations artificielles chez la chèvre du Sahel. Toutefois, il sera nécessaire de rapprocher les observations autour des intervalles d'ovulation afin de préciser

les dates d'ovulation. Il sera en outre important d'apprécier les taux de fertilité obtenus après saillie ou insémination artificielle sur les chaleurs observées pour mieux fixer les délais des inséminations artificielles.

REFERENCES

- Adams G.P., 1999. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J. Reprod. Fertility*, **54**: 17-32
- Baril G., Touzé J.L., Pignon R., Fontaine J., Saumande J., 1999. Utilisation de l'échographie pour suivre l'activité ovarienne chez la chèvre. *Rev. Med. Vet. Toulouse*, **150** : 261-264
- Baril G., Touzé J.L., Pignon R., Saumande J., 2000. Evaluation of the efficiency of transrectal ultrasound to study ovarian function in goats. *Theriogenology*, **53**: 370 (abstract)
- Bouttier A., Pignon R., Touzé J.L., Furstoss V., Baril G., 2000. Détermination du moment optimum au cours du cycle sexuel pour dénombrer les corps jaunes par échographie transrectale chez la chèvre. In : 7^{es} Rencontres Recherches Ruminants, Paris, France, 137 p.
- Campbell B.K., Baird D.T., Souza C.J., Webb R., 2003. TheFecB (Booroola) gene acts at the ovary: *in vivo* evidence. *Reproduction*, **126** (1): 101-111, doi: 10.1530/rep.0.1260101
- Castro T., Rubianes E., Menchaca A., Rivero A., 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, **52**: 399-411, doi: 10.1016/S0093-691X(99)00138-7
- Dobson H., Guy C., Denham E., Singh I., Smith R.F., 2000. Stress and reproduction in small ruminants. In: Proc. Reproduction in small ruminants, Sandnes, Norway, 39-43
- Dogan I., Nur Z., Gunay U., Sagirkaya H., Soylu M.K., Sonmez C., 2005. Estrous synchronization during the natural breeding season in Anatolian black does. *Vet. Med. Czech*, **50** (1): 33-38, doi: 10.17221/5594-VETMED
- Dorn C.G., Wolfe B.A., Bessoudo E., Kraemer D.C., 1989. Follicular detection in goats by ultrasonography. *Theriogenology*, **31**: 185, doi: 10.1016/0093-691X(89)90593-1 (abstract)
- Freitas V.J.F., Rondina D., Lopes Júnior E.S., Teixeira D.I.A., Paula N.R.O., 2004. Hormonal treatments for the synchronisation of estrus in dairy goats raised in the tropics. *Reprod. Fertility Dev.*, **16** (4): 415-420, doi: 10.1071/RD04031
- Kacheva D., Kistanova E., Georgiev B., Rycheva E., Metodieff N., Grigorov B., Kipriotis E., 2008. The study of the ovaries' state in local Bulgarian ewe's breeds by real-time ultrasonography. *Biotechnol. Anim. Husband.*, **24** (3-4): 57-65, doi: 10.2298/BAH0804057K
- Lahlou-Kassi A., Mariana M., 1984. Ovarian follicular growth during the estrous cycle in two breeds of ewes of different ovulations rate. The D'Man and the Trimahdite. *J. Reprod. Fertility*, **72**: 301-310, doi: 10.1530/jrf.0.0720301
- Lebœuf B., Bernelas D., Pougard J.L., Baril G., Maurel M.C., Boué P., Terqui M., 1996. Ovulation time after progestagen/PMSG treatment in Alpine and Saanen goats. In: Proc. 6th International Conference on Goats, Beijing, China, **2**: 828-829
- Lebœuf B., Delgado J.A., Manfredi E., Piacere A., Clement V., Martin P., Pellicer-rubio M.T., et al., 2008. Place de la maîtrise de la reproduction dans les schémas de sélection en chèvres laitières. *Prod. Anim.*, **21**: 391-402
- Lebœuf B., Forgerit Y., Bernelas D., Pougard J.L., Senty E., Draincourt M.A., 2003. Efficacy of two types of vaginal sponges to control onset of estrus, time of preovulatory LH peak and kidding rate in goats inseminated with variable numbers of spermatozoa. *Theriogenology*, **60**: 1371-1378, doi: 10.1016/S0093-691X(03)00149-3
- Lehloeny K.C., Greyling J.P.C., Schwalbach L.M.J., 2005. Reproductive performance of South African indigenous goats following oestrous synchronisation and AI. *Small Rumin. Res.*, **57**: 115-120, doi: 10.1016/j.smallrumres.2004.05.004
- Mbaindingatoloum F.M., 2011. Application de l'insémination artificielle au Tchad en vue de l'amélioration de la productivité laitière. Thèse Doc., Université polytechnique, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 149 p.
- Medan M.S., Watanabe G., Sasaki K., Groome N.P., Sharawy S., Taya K., 2005. Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats. *J. Reprod. Dev.*, **51**: 455-463
- Medan M.S., Watanabe G., Sasaki K., Sharawy S., Groome N.P., Taya K., 2003. Ovarian dynamics and their associations with peripheral concentrations of gonadotropins, ovarian steroids, and inhibin during the estrous cycle in goats. *Biol. Reprod.*, **69**: 57-63, doi: 10.1095/biolreprod.102.013334
- Mehmood A., Andrabi S.M.H., Anwar M., Rafiq M., 2011. Estrus synchronization and artificial insemination in goats during low breeding season. A preliminary study. *Pak. Vet. J.*, **31** (2): 157-159

- Menchaca A., Miller V., Gil J., Pinczak A., Laca M., Rubianes E., 2004. Prostaglandin F2a treatment associated with timed artificial insemination in ewes. *Reprod. Domest. Anim.*, **39**: 352-355, doi: 10.1111/j.1439-0531.2004.00527.x (abstract)
- Menchaca A., Pinczak A., Rubianes E., 2001. Period of ovulation and estimation of the ovulation rate using transrectal ultrasonography in superovulated goats. *Theriogenology*, **53**: 318
- Moore N.W., Rowson L.E.A., 1960. Egg transfer in sheep. Factors affecting the survival and development of transferred eggs. *J. Reprod. Fertility*, **1**: 332-349, doi: 10.1530/jrf.0.0010332
- Riesenbergs S., Meinecke-Tillmann S., Meinecke B., 2001. Ultrasonic survey of follicular development following superovulation with a single application of pFSH, eCG or hMG in goats. *Small Rumin. Res.*, **40**: 83-93, doi: 10.1016/S0921-4488(00)00211-X
- Roelofs J.B., Bouwman E.G., Dieleman S.J., Van Eerdenburg F.J.C.M., Kaal-Lansbergen L.M.T.E., Soede N.M., Kemp B., 2004. Influence of repeated rectal ultrasound examinations on hormone profiles and behavior around estrus and ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, **62**: 1337-1352, doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.02.002
- Roelofs J.B., van Eerdenburg F.J., Hazeleger W., Soede N.M., Kemp B., 2006. Relationship between progesterone concentrations in milk and blood and time of ovulation in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **91**: 337-343, doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.04.015
- Rosales-Torresana A.M., Guzmán-Sainchez A., Gutiérrez-Aguilar C., 2012. Follicular development in domestic ruminants. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, **15** (1): S147-S160
- Safranski T.J., Lamberson W.R., Keisler D.H., 1992. Use of melengestrol acetate and gonadotropins to induce fertile estrus in seasonally anestrous ewes. *J. Anim. Sci.*, **70**: 2935-2941, doi: 10.2527/1992.70102935x
- Santucci P.M., Branca A., Napoleone M., Bouche R., Aumont G., Poisot F., Alexandre G., 1991. In: Body condition scoring of goats in extensive conditions (Ed. Morand-Fehr P.). Pudoc, Netherlands, 240-255
- Scaramuzzi R.J., Downing J.A., 1999. Effect of progesterone on the GnRH-induced secretion of estradiol and androstenedione from autotransplanted ovary of the ancestrus ewe. *J. Reprod. Fertility* (116): 127-32, doi: 10.1530/jrf.0.1160127
- Shelly A., Christmana M.T., Bailey W.A., Headb J.E., Wheaton U., 2000. Induction of ovarian cystic follicles in sheep. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **19**: 133-146, doi: 10.1016/S0739-7240(00)00077-1
- Simões J., Almeida J.C., Valentim R., Baril G., Azevedo J., Fontes P., Mascarenhas R., 2006. Follicular dynamics in Serrana goats. *Anim. Reprod. Sci.*, **95**: 16-26, doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.09.005
- Simões J., Baril G., Almeida J.C., Azevedo J., Fontes P., Mascarenhas R., 2008. Time of ovulation in nulliparous and multiparous goats. *Animal*, **2** (5): 761-768, doi: 10.1017/S175173110800195X
- Simões J., Potes J., Azevedo J., Almeida J.C., Fontes P., Baril G., Mascarenhas R., 2005. Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in Serrana goats. *Anim. Reprod. Sci.*, **85**: 263-273, doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.045
- Viñoles C., Meikle A., Forsberg M., 2004. Accuracy of evaluation of ovarian structures by transrectal ultrasonography in ewes. *Anim. Reprod. Sci.*, **80**: 69-79, doi: 10.1016/S0378-4320(03)00141-6
- White F.J., Wettermann R.P., 2000. Season alters estrus behavior but not time of ovulation in beefs cows. Animal Science Research Report. Oklahoma State University, OK, USA, 1-6
- Yenikoye A., Mariana J. C., 1990. Ovarian follicle population in the Peul ewe. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **43** (2): 243-248, doi: 10.19182/remvt.8864
- Zambelli D., Castagnetti C., Belluzzi S., Bassi S., 2002. Correlation between the age of the conceptus and various ultrasonographic measurements during the first 30 days of pregnancy in domestic cats (*Felis catus*). *Theriogenology*, **57**: 1981-1987, doi: 10.1016/S0093-691X(01)00686-0
- Zongo M., 2015. Application de l'échographie à la reproduction de la chèvre du Sahel. Thèse Doct., Université Ouaga 1, Professeur Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso, 163 p.

Summary

Zongo M., Yamboué A., Nabaloum I., Sanou D. Ultrasound of follicular development and ovulation in induced estrus in Sahelian goats

Follicular development and ovulation occurrence have been studied in induced estrus in Sahelian goats. Fifteen females of average ages and weights of 37.25 ± 1.5 months and 32.5 ± 7.3 kg, respectively, with parity between 1 and 3, were treated with intravaginal sponges (fluorogestone acetate, 20 mg/sponge) for 11 days. This treatment was combined with intramuscular administration per animal of 400 IU of equine chorionic gonadotropin (eCG) and 2 ml of cloprostenol on day nine. Estrus detection was performed by visual observation after the introduction of two fertile male goats in the herd. Follicular development was monitored by ultrasound at 12-hour intervals using a 5-MHz linear probe. Mean time to estrus onset was 15.4 ± 2.9 hours. Estrus was characterized by vulval discharge and mounting attempts between congeners. Its average duration was 32.3 ± 3.8 hours. At the end of treatment, 13 follicles were observed on the right ovary and 13 on the left one with mean diameters of 5.26 ± 1.25 mm and 4.73 ± 1.45 mm, respectively. The mean diameter of preovulatory follicles was 7.6 ± 2.1 mm. This diameter varied according to the ovary. Seventeen ovulations were recorded, and eight occurred 45–50 hours after the end of treatment. These results are valuable benchmarks for the application of reproductive biotechnology to this breed.

Keywords: goats, Sahelian goat, ovarian follicles, oestrous cycle, ultrasounds, induced ovulation, Burkina Faso

Resumen

Zongo M., Yamboué A., Nabaloum I., Sanou D. Ultrasonido del desarrollo folicular y ovulación en estro inducido en cabras Sahelinas

Se estudiaron el desarrollo folicular y la ocurrencia de ovulación durante el estro inducido en cabras sahelinas. Quince hembras con edades promedio y pesos de $37,25 \pm 1,5$ meses y $32,5 \pm 7,3$ kg, respectivamente, con una paridad entre 1 y 3, se trataron con esponjas intravaginales (acetato de fluorogestona, 20 mg/esponja) durante 11 días. Este tratamiento fue combinado con una administración intramuscular de 400 UI por animal de gonadotropina coriónica equina (eCG) y 2 ml de cloprostenol al día nueve. La detección de estro se llevó a cabo por observación visual después de la introducción de dos machos cabríos fértiles en el hato. El desarrollo folicular se monitoreó por ultrasonido a intervalos de 12 horas usando una sonda lineal de 5 MHz. El tiempo promedio para la aparición del estro fue de $15,4 \pm 2,9$ horas. El estro se caracterizó por descarga vulvar e intentos de monta entre congéneres. La duración promedio fue de $32,3 \pm 3,8$ horas. Al final del tratamiento, se observaron 13 folículos en el ovario derecho y 13 en el izquierdo, con diámetros promedio de $5,26 \pm 1,25$ mm y $4,73 \pm 1,45$ respectivamente. El diámetro promedio de los folículos pre ovulación fue de $7,6 \pm 2,1$ mm. Este diámetro varió de acuerdo al ovario. Se registraron diecisiete ovulaciones y ocho ocurrieron 45–50 horas después del final del tratamiento. Estos resultados son valiosos puntos de referencia para la aplicación de biotecnología reproductiva en esta especie.

Palabras clave: caprinos, cabra de Sahel, folículos ováricos, ciclo estral, ecografía, ovulación inducida, Burkina Faso

Teneur en minéraux principaux de la viande cameline en Algérie

Naima Sahraoui^{1*} Nassim Moula²
Saliha Boudjenah³ Jean-Luc Hornick⁴

Mots-clés

Camelus dromedarius, minéraux, viande de chameau, oligo-éléments, âge, Algérie

Submitted: 25 September 2018
Accepted: 7 January 2019
Published: 25 January 2019
DOI: 10.19182/remvt.31672

Résumé

L'objectif de l'étude était de déterminer les concentrations en minéraux et en oligoéléments de la viande de dromadaire en Algérie. Des échantillons de viande de 32 dromadaires ont été recueillis. Les dosages ont été réalisés par spectroscopie d'émission atomique. Les concentrations moyennes (\pm erreur type) en calcium et en phosphore ont été respectivement de $33,1 \pm 6,1$ et $655 \pm 21,3$ mg / 100 g. Les teneurs en oligoéléments ont été de $14\,056 \pm 831$ μ g / 100 g pour le zinc, 6100 ± 447 μ g / 100 g pour le fer, et 1322 ± 43 μ g / 100 g pour le cuivre. Le facteur race a eu un effet très significatif ($p < 0,001$) sur les teneurs en calcium et en sodium. Aucun effet significatif ($p < 0,05$) de l'âge n'a été observé sur les différents minéraux étudiés. La viande de dromadaire présente des teneurs en minéraux proches de celles des autres animaux de rente.

■ Comment citer cet article : Sahraoui N., Moula N., Boudjenah S., Hornick J.-L., 2018. Main mineral contents in camel meat in Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (4): 163-166, doi: 10.19182/remvt.31672

■ INTRODUCTION

En milieu aride, le dromadaire est élevé dans un environnement aux ressources rares et aux possibilités de développement agricole limitées. Sa rusticité et son adaptation au milieu, associées à sa productivité mixte (lait et viande) et à son utilisation dans l'agriculture et le transport, sont très appréciées par les éleveurs (Faye et Bengoumi, 2000).

1. Institut vétérinaire, Université de Blida, route de Soumaa, PB 270, Blida, Algérie.
2. Département de gestion vétérinaire des productions animales, Université de Liège, Belgique.
3. Université de Ouargla, Algérie.
4. Département de gestion vétérinaire des productions animales, Service de nutrition animale, Université de Liège.

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +213 772 393 243 ; email : nasahraoui@gmail.com



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

En Algérie, les parcours représentent la principale source alimentaire disponible pour les dromadaires. Ces derniers présentent une meilleure capacité à digérer les fourrages pauvres que les autres ruminants domestiques. Le dromadaire a la capacité de brouter la végétation ligneuse et même épineuse qui se trouve dans les marges du désert. Cette ressource est très limitée en quantité et en qualité, et peu diversifiée (Kayouli et al., 1995).

Le métabolisme minéral chez le dromadaire a fait l'objet de quelques études dans des pays où il est naturellement présent (Bengoumi et Faye, 2002 ; Kadim et al., 2006 ; Kadim et al., 2008). Selon Bengoumi et Faye (2002), cette espèce, connue pour sa résistance au déficit hydrique épisodique, serait également adaptée à certaines carences nutritionnelles minérales. Les éléments minéraux constituent une partie des productions animales et sont indispensables au fonctionnement de l'organisme. L'objectif de la présente étude a été la détermination des concentrations en minéraux et oligoéléments de la viande de dromadaires.

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux

Cette étude a été réalisée de septembre à novembre 2016 sur 32 dromadaires, appartenant à deux populations différentes (Sahraoui et Targui), âgés d'un à six ans et élevés sur des parcours de la wilaya de Ouargla située au sud-est du pays. Il s'agissait de mâles pesant environ 400 kilogrammes. L'alimentation était basée essentiellement sur le pâturage dans les parcours naturels. Les principaux fourrages consommés pendant cette période sont l'armoise commune (*Artemisia vulgaris*) et *Atriplex* sp. Les animaux ont été reconnus sains par le contrôle vétérinaire.

Prélèvements et analyses

Trente-deux prélèvements de viande du muscle *longissimus dorsi* provenant des 32 dromadaires ont été réalisés à l'abattoir de Ouargla. Les échantillons de viande ont été stockés à -20 °C jusqu'à l'analyse. Ils ont été coupés en petits morceaux dans un mortier en céramique et stockés dans des sacs de polyéthylène jusqu'à leur utilisation après digestion acide. Le calcium a été dosé par spectrophotométrie d'absorption atomique à la suite d'une dilution au lanthane (Bellanger, 1971). Le phosphore a été mesuré par colorimétrie. La détermination des oligoéléments comme le cuivre, le zinc et le fer dans le filtrat a été réalisée par spectrophotométrie d'absorption atomique. Toutes les analyses ont été répétées une fois.

Analyses statistiques

Une étude statistique descriptive a été réalisée avec le logiciel SAS, 2000. Une analyse de la variance a été utilisée pour déterminer les effets de l'âge et de la race sur les teneurs en minéraux de la viande. Les résultats ont été présentés sous forme de moyennes des moindres carrés \pm l'erreur standard, au seuil de signification de $p < 0,05$.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Teneurs moyennes

Nous avons trouvé un taux moyen de $23,8 \pm 0,81$ grammes de matière sèche (MS) dans 100 grammes de viande, soit une valeur proche de celle de 26 % rapportée par Sahraoui et al. (2014), et El Khazmi et al. (2000). Dans l'ensemble, les teneurs moyennes en macro et

microéléments enregistrées dans notre étude (tableau I) ont été dans les fourchettes rapportées pour la viande de camélidés dans la littérature (Al-Owaimer, 2000; Kadim et al., 2006) avec des coefficients de variation de l'ordre de 25 %. Les teneurs en minéraux de la viande de camélidés varient en fonction des méthodes d'échantillonnage, des sites prélevés dans la carcasse (Al-Owaimer, 2000; Kadim et al., 2013) ou en raison de la variabilité entre individus ou entre espèces animales. La viande de dromadaire, comme les autres viandes rouges, contenait des niveaux élevés de potassium, suivi par le phosphore, le sodium, le magnésium et le calcium, et de faibles teneurs en autres éléments.

La teneur en calcium était de l'ordre de 33 mg / 100 g de MS soit environ 8 mg / 100 g de matière fraîche (MF), valeur dans la limite inférieure de celles de 26–200 mg / 100 g de MS rapportées par Kadim et al. (2006). Elle apparaît plus faible que celle de 19,4 mg / 100 g de MF rapportée dans la viande de bœuf par Kadim et al. (2008), mais proche de celle de 6,2 mg / 100 g de MF obtenue dans la viande de dromadaire par Kadim et al. (2008). Les conditions d'alimentation naturelle sur parcours des animaux de cette étude pourraient expliquer ces plus faibles teneurs.

La teneur en phosphore était de l'ordre de 655 mg / 100 g de MS soit environ 160 mg / 100 g de MF. Ces données sont en accord avec celles de 250–584 mg / 100 g de MS de Kadim et al. (2006), et de 162 mg / 100 g de MF de Gheisari et al. (2009). Avec des valeurs de 100–200 mg / 100 g de MF, le phosphore est le deuxième élément le plus abondant dans la viande de dromadaire. La viande de dromadaire élevé sur parcours du Sud algérien a présenté des concentrations phosphocalciques plus élevées que celles de la littérature qui varient de 250 à 574 mg / 100 g de MS pour le phosphore et de 19,2 à 27,3 mg / 100 g de MS pour le calcium (Kadim et al., 2008).

La teneur en sodium était de l'ordre de 230 mg / 100 g de MS, ou 55 mg / 100 g de MF, soit 40–87 mg / 100 g de MF selon la coupe d'après El Khazmi et al. (2000). Ces valeurs sont toutefois nettement plus faibles que celles de 105–260 mg / 100 g de MF rapportées par Kadim et al. (2006). A titre de comparaison, la teneur en sodium de la viande de bovin est de 51 mg / 100 g de MF (Gheisari et al., 2009). Cependant, Al-Owaimer (2000) a observé que la teneur en sodium dans le muscle *longissimus* était plus élevée chez les dromadaires nourris de foin de *Salicornia*, une plante halophyte. Les teneurs relativement faibles en sodium observées dans nos échantillons sont donc surprenantes car dans les conditions naturelles algériennes le dromadaire s'alimente essentiellement de plantes halophytes, abondantes

Tableau I

Teneur en minéraux et oligoéléments (moyenne \pm erreur type) de la viande de dromadaire en Algérie

	Age		P	Race		P
	1–3 ans (n = 17)	4–6 ans (n = 15)		Sahraoui (n = 28)	Targui (n = 4)	
Macroéléments (mg / 100 g de matière sèche)						
Ca	67,6 \pm 10,7	63,3 \pm 8,50	0,668	25,5 \pm 5,0	105,5 \pm 16,0	0,001
P	629,6 \pm 49,1	683,8 \pm 39,2	0,247	657,1 \pm 22,9	656,2 \pm 73,9	0,992
K	1 075 \pm 91,5	1 212 \pm 73,1	0,119	1212 \pm 42,7	1 075 \pm 138	0,358
Na	309,8 \pm 15,9	327,5 \pm 12,7	0,240	209,5 \pm 7,40	427,8 \pm 23,9	0,001
Mg	64,8 \pm 6,10	72,1 \pm 4,90	0,207	67,2 \pm 2,80	69,7 \pm 9,10	0,798
Oligoéléments (μ g / 100 g de matière sèche)						
Cu	1 286 \pm 101	1 310 \pm 80,9	0,798	1 329 \pm 47,3	1 268 \pm 152,3	0,710
Fe	8 228 \pm 866	8 029 \pm 693	0,808	5 624 \pm 405	10 633 \pm 1 303	0,001
Zn	14 593 \pm 1 910	15 658 \pm 1 527	0,555	13 851 \pm 892	16 401 \pm 2 874	0,411
Mn	< seuil de détection	< seuil de détection		< seuil de détection	< seuil de détection	

dans ces milieux. La natrémie de cet herbivore est par ailleurs physiologiquement plus élevée que chez les ruminants (Faye et Bengoumi, 2000) et l'hypernatrémie est physiologiquement observée chez l'animal déshydraté (Faye et Bengoumi, 2000).

Nos résultats montrent une valeur de potassium de l'ordre de 1194 mg / 100 g de MS soit 284 mg / 100 g de MF. Cette valeur est très proche de celles de 1008 mg / 100 g de MS de Mahmud et al. (2011), et de 250 à 584 mg / 100 g de MF de Kadim (2013). Raiymbek et al. (2012) rapportent une concentration en potassium dans le muscle *longissimus dorsi* camelin de 369 mg / 100 g. Le potassium est l'élément majeur de la viande de chameau et les coupes de viande des membres ont une teneur en potassium et en magnésium plus élevée que les muscles des côtes. Cette observation ne semble pas constante (Yagil et al., 1978, cité par Bengoumi et Faye, 2002). Par comparaison, la teneur en potassium de la viande bovine est de l'ordre de 162 mg / 100 g de MF (Mahmud et al., 2011).

La teneur en magnésium était de l'ordre de 67,2 mg / 100 g de MS soit 16 mg / 100 g de MF. Le métabolisme du magnésium chez le dromadaire est peu connu (Faye et Bengoumi, 2000). Kadim et al. (2008) rapportent une concentration de magnésium dans la viande bovine de l'ordre de 24,8 mg / 100 g de MF.

Oligoéléments

Les données relatives aux teneurs en oligoéléments dans la viande de dromadaire sont rares.

Le zinc est un élément biologique essentiel, cofacteur de nombreux systèmes enzymatiques ayant notamment une action sur la synthèse protéique (en particulier la kératogénèse) et certaines fonctions immunitaires (Afssa, 2001). Il intervient dans la croissance et joue un rôle important dans la défense de l'organisme. Le zinc présent dans la viande est mieux assimilé par l'organisme que celui apporté par d'autres aliments. La viande, rouge en particulier, constitue l'une des meilleures sources alimentaires de zinc avec à la fois des teneurs importantes (2 à 7 mg / 100 g de MF) et une très bonne biodisponibilité par rapport au zinc d'autres sources alimentaires (Yagil et al., 1978, cité par Bengoumi et Faye, 2002). La teneur en zinc était de l'ordre de 14 mg / 100 g de MS soit 3,3 mg / 100 g de MF. Selon les données de la littérature, la viande de chameau contient 3,1–4,8 mg de Zn / 100 g de MF. La variation entre les différentes coupes est d'environ 50 % selon Raiymbek et al. (2012). Les besoins en zinc ne seraient pas aussi importants chez le dromadaire que chez les autres animaux (Faye et Bengoumi, 2000).

Le cuivre est un autre élément indispensable des fonctions métaboliques vitales. Une carence en cuivre chez les chameaux a été signalée en Afrique orientale (Bengoumi et Faye, 2002). Dans notre étude, la teneur en cuivre de la viande était de l'ordre de 1,3 mg / 100 g de MS soit 0,32 mg / 100 g de MF. Les teneurs chez le dromadaire apparaissent souvent élevées, probablement en raison d'un régime davantage orienté vers la consommation de ligneux généralement riches en azote, qui potentialisent l'efficacité d'utilisation du cuivre (Faye et Bengoumi, 2000). Les valeurs obtenues dans le cadre de notre étude sont donc relativement élevées et supérieures aux données classiques de la littérature.

La teneur en fer de la viande de dromadaire était de l'ordre de 6 mg / 100 g de MS soit 1,5 mg / 100 g de MF. Faye et Bengoumi (2000) rapportent des valeurs de 1,16 à 3,39 mg / 100 g de MF. Ces valeurs ont varié selon les différentes coupes de viande, ce qui était probablement dû aux différentes exigences physiologiques associées aux teneurs en myoglobine des muscles. Les coupes de viande contenant des muscles oxydatifs (par exemple ceux des jambes et du cou) ont une teneur en fer plus élevée que les muscles glycolytiques. La teneur en fer dans la viande bovine était, quant à elle, plus importante que dans la viande cameline (Kadim et al., 2006).

Les teneurs en manganèse ont été en dessous du seuil de détection dans notre étude. Cela était attendu du fait que Mahmud et al. (2011) rapportent une teneur moyenne de 0,56 mg / 100 g de MF chez les camélidés et deux fois plus chez les bovins.

Effet de la race, du sexe et de l'âge

La race, le sexe et l'âge des animaux jouent un rôle important dans la détermination du niveau des divers éléments de la viande et du sang de dromadaire (Sahraoui et al., 2014). Un effet très significatif ($p < 0,001$) de la race a été obtenu en faveur de la Targui sur les teneurs en calcium et en sodium, mais aucun effet significatif de l'âge n'a été observé ($p > 0,05$). L'étude de Sahraoui et al. (2013) montre une différence de teneur en sélénium de la viande de dromadaire entre les deux races en faveur de la Targui $0,365 \pm 0,064$ vs $0,163 \pm 0,026$ mg / kg de MF. La Targui présente un développement corporel plus précoce que la Sahraoui. Les Targui atteignent un poids vif maximum de l'ordre de 527 kg à un âge de 7 à 8 ans, alors que celui des Sahraoui est de 496 kg à l'âge de 9–11 ans (Benyoucef et Bouzegag, 2006). Néanmoins, la cause de ces différences reste difficile à expliquer. Elle pourrait être due à des variations des teneurs en lipides de la viande. Kadim et al. (2006) rapportent un effet significatif de l'âge (trois classes) sur la composition chimique du muscle *l. dorsi* chez le dromadaire. Par ailleurs, El Khazmi et al. (2000) rapportent des taux sériques élevés en minéraux chez les jeunes animaux. Cela pourrait s'expliquer par la réponse physiologique aux besoins en calcium et en phosphore pendant la période de croissance et de minéralisation des os des jeunes animaux.

En général, la viande des jeunes dromadaires (moins de cinq ans) présente moins de cendres mais plus d'eau que les animaux âgés (Sahraoui et al., 2014). Toutefois, Kadim et al. (2006) rapportent des teneurs en cendres de 0,76 % chez les chameaux de moins de cinq ans, contre 0,86 % chez les dromadaires ayant cinq ans ou plus. Gheisari et al. (2009) rapportent un effet significatif de l'âge sur la teneur en cendres de la viande de chameau, à l'inverse des résultats obtenus par Raiymbek et al. (2012). Finalement, il convient de noter que les effets de la race observés dans notre étude doivent être considérés avec beaucoup de prudence étant donné que les animaux de race Targui appartenaient à une seule classe d'âge (cinq ans).

CONCLUSION

Le dromadaire s'adapte aisément à son milieu en survivant dans les conditions des milieux désertiques. Ces mécanismes d'adaptation peuvent aussi s'appliquer à la composition minérale du muscle et donc de la viande. La teneur en minéraux de la viande de dromadaire est cependant similaire à celle des autres viandes rouges et présente les mêmes qualités commerciales. Néanmoins, pour certains éléments les teneurs sont significativement différentes des autres espèces animales.

REFERENCES

- Afssa, 2001. Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3^e éd. Lavoisier, Cachan, France, 610 p. (Tec & Doc)
- Al-Owaimer A.N., 2000. effect of dietary halophyte *Salicornia bigelovii* Torr on carcass characteristics, minerals, fatty acids and amino acids profile of camel meat. *J. Appl. Anim. Res.*, **18**: 185-192, doi: 10.1080/09712119.2000.9706342
- Bellanger J., 1971. Dosage des oligoéléments dans les fourrages. *Ann. Nutr. Alim.*, **25**: 359-396
- Bengoumi M., Faye B., 2002. Adaptation du dromadaire à la déshydratation. Science et changements planétaires. *Sécheresse*, **13** (2) : 121-129
- Benyoucef M.T., Bouzegag B., 2006. Résultats d'étude de la qualité de la viande de deux races camelines (Targui et Sahraoui) à Ouargla et Tamanrasset (Algérie). *Ann. Inst. Natl. Agron. El Harrach*, **27** (1-2) : 37-53

- El Khasmi M., Riad F., Safwate A., Bengoumi M., Hidane K., Davicco M.J., Coxam V., et al., 2000. Comparative evolution of some minerals, osteocalcin, 25(OH)D and 1,25(OH)2D in the female camel and its newborn in South Morocco. *Rev. Elev. Med. Pays Trop.*, **53** (2): 115-119, doi: 10.19182/remvt.9732
- Faye B., Bengoumi M., 2000. Le dromadaire face à la sous-nutrition minérale : un aspect méconnu de son adaptabilité aux conditions désertiques. *Sécheresse*, **11** (3) : 155-161
- Gheisari H.R., Aminlari M., Shekarforoush S.S., 2009. A comparative study of the biochemical and functional properties of camel and cattle meat during frozen storage. *Vet. Arh.*, **79**: 51-67, doi: 10.24099/vet.arhiv.0009
- Kadim I.T., Al-Karousi A., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Al-Maqbaly R., Khalaf S.K., Raiymbek G., 2013. Physical, chemical quality, and histochemical characteristics of *infraspinatus*, *triceps brachii*, *longissimus thoracis*, *biceps femoris*, *semitendinosus*, and *semimembranosus* of dromedary camel (*Camelus dromedarius*) muscles. *Meat Sci.*, **93**: 564-571
- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Al-Zadgali S., Annamali K., Mansour M.H., 2006. Effects of age on composition and quality of muscle *longissimus thoracis* of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedarius*). *Meat Sci.*, **73**: 619-25, doi: 10.1016/j.meatsci.2006.03.002
- Kadim I.T., Mahgoub O., Al-Marzooqi W., Khalaf S.K., Mansou M.H., Al-Sinawi S.H., 2008. Effects of electrical stimulation on histochemical muscle fiber staining, quality, and composition of camel and cattle *longissimus thoracis* muscles. *J. Food Sci.*, **74** (1): S44-52, doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00992.x
- Kayouli C., Jouany J.P., Dardillat C., Tisserand J.L., 1995. Particularités physiologiques du dromadaire : conséquences sur son alimentation. *Options Méditerran. Sér. B Etudes Rech.*, **3** : 143-155
- Mahmud T., Rehman R., Anwar J., Ali S., Abbas A., Salman M., 2011. Minerals and nutritional composition of camel (*Camelus dromedarius*) meat in Pakistan. *J. Chem. Soc. Pak.*, **33** (6): 835-838
- Raiymbek G., Faye B., Konuspayeva G., Kadim I.T., 2012. Meat quality characteristics of *infraspinatus*, *triceps brachii*, *longissimus thoracis*, *biceps femoris*, *semitendinosus*, and *semimembranosus* of Bactrian (*Camelus bactrianus*) camel muscles. *KazNu Bull. Biol. Ser.*, **2** (54): 33-38
- Sahraoui N., Boudjenah S., Dotreppe O., Brahim Errahmani M., Babelhadj B., Guetarni D., Hornick J.-L., 2013. Effect of breed, age and sex on selenium content of dromedary camel *longissimus dorsi* muscle. *J. Camelid Sci.*, **6**: 3-71
- Sahraoui N., Dotreppe O., Boudjenah S., Brahim Errahmani M., Guetarni D., Hornick J.-L., 2014. Characterization of fatty acids camel meat in Algeria. *Cah. Nutr. Diététique*, **49**: 231-234, doi: 10.1016/j.cnd.2014.03.007

Summary

Sahraoui N., Moula N., Boudjenah S., Hornick J.-L. Main mineral contents in camel meat in Algeria

The objective of the study was to determine the concentrations of minerals and trace elements in camel meat in Algeria. Meat samples from 32 camels were collected. The assays were performed by atomic emission spectroscopy. The mean concentrations (\pm standard error) of calcium and phosphorus were 33.1 ± 6.1 and 655 ± 21.3 mg / 100 g, respectively. Trace element contents were $14,056 \pm 831$ μ g / 100 g for zinc, 6100 ± 447 μ g / 100 g for iron, and 1322 ± 43 μ g / 100 g for copper. The breed factor had a highly significant effect ($p < 0.001$) on calcium and sodium levels. No significant effects ($p < 0.05$) of age were observed on the various minerals studied. The meat of the dromedary has mineral contents similar to those of other farm animals.

Keywords: *Camelus dromedarius*, minerals, camel meat, trace element, age, Algeria

Resumen

Sahraoui N., Moula N., Boudjenah S., Hornick J.-L. Principales contenidos minerales en la carne de camello en Argelia

El objetivo de este estudio fue el de determinar las concentraciones de minerales y elementos traza en la carne de camello en Argelia. Se recolectaron muestras de 32 camellos. Los estudios se llevaron a cabo mediante espectroscopia de emisión atómica. Las concentraciones promedio (\pm error estándar) de calcio y fósforo fueron de $33,1 \pm 6,1$ y $655 \pm 21,3$ mg / 100 g respectivamente. El contenido de elementos traza fue de $14\ 056 \pm 831$ μ g / 100 g para el zinc, 6100 ± 447 μ g / 100 g para el hierro y 1322 ± 43 μ g / 100 g para cobre. El factor de la raza tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0,001$) sobre los niveles de calcio y sodio. No se observaron efectos significativos ($p < 0,05$) de la edad sobre los diversos materiales estudiados. La carne de dromedario presenta contenidos minerales similares a los de otros animales de finca.

Palabras clave: *Camelus dromedarius*, minerales, carne de camello, oligoelementos, edad, Argelia

Effet de la salinité et de la restriction de l'eau d'abreuvement sur les métabolites sanguins des caprins Arbia en Algérie

Zeyneb Mehalaine¹ Kahina Chaker-Houd² Abdelaziz Nadir Ghamri³ Lamia Mebirouk-Boudechiche^{1*} Saida Matallah¹

Mots-clés

Caprin, eau saline, privation d'eau, métabolite, Algérie

Submitted: 8 January 2018
Accepted: 1 October 2018
Published: 14 January 2019
DOI: 10.19182/remvt.31667

Résumé

L'étude visait à déterminer l'effet du stress hydrique sur les métabolites sanguins des caprins de race Arbia en Algérie. Quatre groupes de dix boucs chacun ont été aléatoirement soumis à des régimes d'abreuvement différents : le groupe 1 (témoin) avait libre accès à une eau de source (trois litres), tandis que les groupes 2 et 3 recevaient la même eau enrichie respectivement de deux et cinq grammes de chlorure de sodium par litre. Le groupe 4 avait uniquement accès à 25 % de la quantité d'eau distribuée aux boucs du groupe témoin. A la fin de la période expérimentale, des prélèvements sanguins ont été réalisés afin de doser les protéines totales, la créatinine, l'albumine, l'urée, le cholestérol total et le glucose. Les différents traitements ont augmenté les concentrations plasmiqes de l'albumine, de la créatinine, des protéines totales et du cholestérol total, ainsi que l'urée des animaux ayant subi une restriction hydrique. Cependant, ils n'ont pas affecté la glycémie. Ces résultats ont montré que l'exposition à court terme (12 jours) de boucs Arbia à la salinisation de l'eau d'abreuvement ou à une restriction hydrique affectait la majorité de leurs métabolites sanguins à l'exception du glucose.

■ Pour citer cet article : Mehalaine Z., Chaker-Houd K., Ghamri A.N., Mebirouk-Boudechiche L., Matallah S., 2018. Effect of salinity and water restriction on blood metabolites of Arbia goats in Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (4): 167-172, doi: 10.19182/remvt.31667

■ INTRODUCTION

La population caprine en Algérie a été estimée à environ 4,9 millions de têtes en 2011 (FAO, 2014, cité par Sahi et al., 2018), répartie principalement dans les zones montagneuses dans lesquelles elle est bien adaptée. L'élevage caprin est l'une des plus importantes activités agricoles en milieu rural car ces animaux sont source de protéines à haute valeur biologique comme le lait et la viande. Ils sont considérés

comme étant adaptés au manque d'eau et d'aliments. Ils ont la capacité de tirer profit des ressources du milieu pastoral dans lequel ils se trouvent et de tolérer des environnements difficiles, notamment les régions arides et semi-arides, considérées comme défavorables aux autres ruminants domestiques (Silanikove, 2000). Les faibles précipitations dans ces régions affectent la disponibilité en eau et en aliments. L'eau est souvent un facteur limitant pour les caprins qui vivent dans ces zones, où sa salinisation constitue, en outre, une contrainte compromettant l'efficacité et la durabilité des systèmes d'élevage (Wilson, 1975). Cette situation risque d'être aggravée dans les années à venir par le changement climatique auquel fait face le monde.

L'eau joue un rôle majeur chez les ruminants, car elle influence de manière critique les modèles digestifs et métaboliques ainsi que les performances productives. Par conséquent, des informations sur les besoins en eau et les réponses du bétail aussi bien à la qualité (salinité) qu'à la quantité consommée sont nécessaires pour évaluer l'efficacité des pratiques de consommation au niveau de l'exploitation et développer des stratégies d'abreuvement appropriées qui améliorent la performance du bétail et le garde en bonne santé. Ceci est particulièrement pertinent dans les régions arides et semi-arides.

1. Laboratoire d'épidémiologie-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages, Université Chadli Bendjedid El Tarf, BP 73, 36000 El Tarf, Algérie.

2. Laboratoire d'agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Université Chadli Bendjedid El Tarf, 36000 El Tarf, Algérie.

3. Laboratoire santé animale, productions végétales, environnement et sécurité alimentaire, Université Chadli Bendjedid El Tarf, 36000 El Tarf, Algérie.

* Auteur pour la correspondance
E-mail : boudechiche.lamia@gmail.com



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

La salinité de l'eau exprime la quantité de solides dissous dans l'eau. Souvent ce sont des sels minéraux communs du sol comme les chlorures de sodium (NaCl), de magnésium (Mg) et de calcium (Ca), les carbonates, bicarbonates, sulfates et phosphates ; mais d'autres substances comme les nitrates, les nitrites et les oligoéléments peuvent également être présents à des concentrations variant avec la source d'eau (Yousfi et Ben Salem, 2017). Les ruminants présentent différentes réponses comportementales et physiologiques à l'eau salée.

Casamassima et al. (2016) et Grech-Angelini (2007) montrent comment des ruminants (ovins, bovins, caprins ou camelins) répondent au stress hydrique (déshydratation ou niveau d'hydratation), et Yousfi et Ben Salem (2017) et Eltayeb (2000) montrent leurs réponses selon le niveau de salinité de l'eau d'abreuvement. Les réponses dépendent des espèces animales, de leur état physiologique, des conditions climatiques, du régime alimentaire et du niveau de salinité de l'eau.

Ce type d'étude n'a pas été mené sur les caprins de race locale en Algérie. Ainsi ce travail propose d'étudier les effets du stress hydrique, aussi bien l'augmentation des niveaux de sels que la restriction hydrique, sur le profil sanguin des caprins de race locale connus pour leur adaptation aux conditions difficiles prévalant dans les régions semi-arides et arides.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la commune d'Oum Laadhaim située au sud-ouest de la wilaya de Souk Ahras, elle-même située au nord-est de l'Algérie, à 640 kilomètres d'Alger (36° 10' N et 7° 55' E). Elle est limitrophe au nord des wilayas d'El Tarf et de Guelma, à l'ouest de celle d'Oum El Bouaghi, au sud de celle de Tébessa, à l'est de la Tunisie. Située sur les hauteurs de l'Atlas tellien, Souk Ahras est exposée aux influences climatologiques méditerranéennes avec un climat méditerranéen, subhumide au nord et semi-aride à l'extrême sud. La moyenne annuelle des précipitations est de 650 millimètres au nord et de 350 au sud. Les températures moyennes sont de 7,9 °C en janvier et 27,6 °C en juillet.

Animaux, régimes alimentaires et dispositif expérimental

L'expérience a porté sur 40 boucs de race locale Arbia et de même âge (2-3 ans, 50 kg en moyenne), répartis durant la saison d'été (août) en quatre lots homogènes :

- lot 1 (témoin), les animaux ont eu accès *ad libitum* à l'eau d'abreuvement issue d'une source. Les mesures quotidiennes durant la phase préexpérimentale ont permis d'estimer l'eau volontairement consommée à trois litres par animal par jour ;
- lot 2, les animaux ont eu accès à la même eau d'abreuvement que le lot 1 mais enrichie de 2 g de NaCl par litre (faible salinité) ;
- lot 3, les animaux ont eu accès à la même eau d'abreuvement que le lot 1 mais enrichie de 5 g de NaCl/L (forte salinité) ;
- lot 4, les animaux ont eu accès uniquement à 25 % de la quantité d'eau consommée par les animaux du lot témoin (restriction hydrique).

Une période d'adaptation de sept jours a été suivie par une période expérimentale de 12 jours au cours de laquelle les animaux, conduits en système extensif, ont profité des parcours arbusitifs de chêne Kermès (*Quercus coccifera*), d'armoise commune (*Artemisia vulgaris*), de romarin (*Rosmarinus officinalis*) et de deremeth (*Haloxylon scoparium*). Ils pâturaient sur les chaumes de céréales et à leur retour du pâturage ils recevaient de l'orge concassée à raison de 400 grammes par animal par jour et du foin de prairie à volonté. Ils pâturaient quotidiennement

pendant six heures (de 7 h 30 à 11 h le matin et de 15 h 30 à 18 h l'après-midi). Au retour du pâturage, les animaux de chaque lot étaient placés dans des box séparés, dans lesquels des abreuvoirs contenaient l'eau d'abreuvement qui leur était spécifique. Ils avaient facilement accès à l'eau qu'ils recevaient *ad libitum*, sauf le lot 4.

Analyses physico-chimiques de l'eau d'abreuvement

Dans le but d'estimer la qualité de l'eau d'abreuvement de chaque lot d'animaux, des analyses physico-chimiques ont été réalisées portant sur la détermination du pH à l'aide d'un pH mètre électronique, de la conductivité, de la salinité et des solides dissous totaux (TDS) à l'aide d'un conductivimètre à électrode. Le calcium et la turbidité ont été analysés selon la méthode titrimétrique à l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) (respectivement, ISO 1984 ; 1990), la dureté totale selon les normes ISO (1984).

Analyses biochimiques

A la fin de la période expérimentale, des prélèvements sanguins ont été réalisés par ponction de la veine jugulaire à 7 h du matin avant la prise alimentaire. Les échantillons sanguins ont été collectés dans des tubes stériles héparinés et envoyés au laboratoire d'analyses. Les plasmas correspondants ont été conservés à -20 °C afin d'évaluer certains paramètres biochimiques sanguins des animaux soumis au stress hydrique. L'urée a été déterminée par la méthode de Berthelot (1860) utilisant l'EDTA, l'albumine par celle de Young et Friedman (2001) en utilisant le vert de bromocrésol colorimétrique, et la créatinine par celle de Murray (1984). La technique pour le dosage du cholestérol a été celle de Richmond (1973) en utilisant de l'oxydase cholestérol suivant la saponification des échantillons, tandis que les protéines totales ont été déterminées par la méthode du réactif de Biuret de King et Wooton (1965). Enfin le glucose a été dosé par la méthode de Trinder (1969).

Analyses statistiques

Les données obtenues concernant les métabolites sanguins en fonction du régime hydrique ont été soumises à une analyse de la variance (Anova) à un seul facteur selon la procédure du modèle linéaire généralisé (GLM) du logiciel SAS (2004). La différence entre les moyennes a été testée par la procédure LSMEANS. Le test de Turkey a été réalisé pour la comparaison multiple des moyennes au seuil de signification de 5 %.

■ RESULTATS

Qualité physico-chimique des eaux d'abreuvement

Les analyses physico-chimiques de l'eau ont révélé des variations au niveau de l'ensemble des paramètres étudiés sauf la température qui n'a présenté aucune variation, soit une température de 20 °C pour l'ensemble des échantillons. En revanche, pour la turbidité, les valeurs ont été comprises entre 1,02 et 1,55 NTU. Néanmoins, les valeurs les plus importantes de ce paramètre ont été enregistrées au niveau des échantillons d'eaux traitées au NaCl (tableau I).

Les résultats ont révélé un pH oscillant entre 7,42 et 8,14. L'examen de la conductivité a révélé une importante variation allant de 451 à 774 µS/cm. Toutefois, la conductivité de l'eau non traitée était largement inférieure à celles des eaux traitées. La dureté mesurée de l'eau sans traitement était de 17,8 °F, alors que des diminutions de 3,5 et 4,3 °F ont été enregistrées respectivement avec l'apport de 2 et 5 g/L de NaCl. Parallèlement à la dureté, une variation a aussi été enregistrée pour le calcium avec un maximum de 116,87 mg/L et un minimum de 96,72 mg/L. Le taux de sels dissous a augmenté significativement de 307 mg/L jusqu'à 3780 mg/L avec le traitement avec ajout de NaCl.

Analyses biochimiques

Le tableau II présente les concentrations sanguines de glucose et de cholestérol chez les caprins Arbia en fonction de la nature de l'eau d'abreuvement. Si la glycémie n'a pas été significativement affectée par la forte salinité de l'eau, la cholestérolémie a augmenté, aussi bien chez les caprins ayant reçu une eau enrichie de 5 g/L que chez ceux ayant subi une restriction hydrique de 25 % ($p = 0,00$). Cette dernière a semblé affecter la glycémie dont les valeurs ont été supérieures aux normes (0,95 g/L).

Le tableau II montre aussi l'effet de la salinité de l'eau d'abreuvement et de la restriction hydrique chez les caprins Arbia sur les protéines totales plasmatiques, l'albumine et la créatinine. Les concentrations en créatinine et en protéines totales ont augmenté significativement avec la salinité de l'eau : avec une eau à 5 g/L, respectivement 15,43 vs 20,37 mg/L et 72,9 vs 81,36 g/L ; avec la restriction hydrique, respectivement 15,43 vs 24,33 mg/L et 72,9 vs 89,20 g/L.

Il en était de même pour l'albumine qui était élevée dans les lots avec ajout de sel à 2 et 5 g/L, ou ayant subi une restriction hydrique (respectivement 40,65, 41,38 g/L et 41 g/L) par rapport au témoin (38,16 g/L). La salinité de l'eau n'a pas influencé de façon significative l'urémie qui a, en revanche, été significativement affectée par la restriction hydrique enregistrant des valeurs élevées (0,77 g/L).

DISCUSSION

Qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement

Les propriétés physico-chimiques de l'eau peuvent aider à déterminer la qualité de l'eau. Elles incluent le pH, les solides dissous totaux et la dureté (Beede, 2005). Cependant, « au cours de leur circulation souterraine et de leur séjour dans l'aquifère, les eaux des nappes phréatiques se chargent, au contact des différents terrains traversés, d'un certain nombre d'éléments chimiques solubles. Ces éléments sont d'origine géologique le plus souvent ; ils peuvent cependant parfois être d'origine anthropique et sont alors susceptibles d'affecter sensiblement la qualité de l'eau » (Rodier et al., 2009).

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique (HCEFLCD, 2006). Cependant, elle peut avoir une réelle influence sur sa consommation (Olkowski, 2009). Lorsque la température de l'eau baisse, sa consommation diminue et les animaux tolèrent alors mieux une concentration relativement plus élevée en contaminants (El Moustaine et al., 2013). Par ailleurs, les températures des sources analysées sont relativement moyennes et restent dans la normalité des eaux d'abreuvement des caprins. D'ailleurs, chez les caprins l'ingestion d'eau augmente lorsque la température extérieure subit une hausse afin de combler leurs besoins.

Tableau I

Paramètres physico-chimiques de l'eau d'abreuvement des caprins de race locale Arbia en Algérie

Nature de l'eau	T (°C)	Turbidité (NTU)	pH	Conductivité (µS/cm)	TH (F)	Ca ²⁺ (mg/L)	TDS (mg/L)	Salinité (NaCl g/L)
Eau de source	20	1,02	7,42	451	17,8	116,87	307	0,4
Eau de source (+ 2 g NaCl)	20	1,55	8,14	646	14,3	112,84	2440	2,2
Eau de source (+ 5 g NaCl)	20	1,46	7,99	774	13,5	96,72	3780	5,7
Normes (OMS)	–	< 5	6,5–9,2	< 2100	< 50	< 250	1000	–

T : température ; NTU : unité néphélométrique de turbidité ; pH : potentiel hydrogène ; µS : microsiemens ; TH : titre hydrotimétrique, dureté totale ; F : degré français ; TDS : taux de sels dissous totaux ; OMS : Organisation mondiale de la santé

Tableau II

Effet de la salinité de l'eau et de la restriction hydrique sur des paramètres biochimiques sanguins des caprins de race locale Arbia en Algérie

	Glucose (g/L)	Cholestérol total (g/L)	Protéines totales (g/L)	Albumine (g/L)	Urée (mmol/L)	Créatinine (mg/L)
Lot 1	0,80 ^a ± 0,22	0,65 ^c ± 0,09	72,90 ^d ± 3,01	38,16 ^b ± 2,92	12 ^b ± 0,17	15,43 ^c ± 2,79
Lot 2	0,80 ^a ± 0,10	1,02 ^b ± 0,11	77,36 ^c ± 2,98	40,65 ^a ± 2,39	10 ^c ± 0,09	17,12 ^c ± 2,20
Lot 3	0,79 ^a ± 0,14	1,44 ^a ± 0,33	81,36 ^b ± 2,22	41,38 ^a ± 2,04	9,8 ^c ± 0,07	20,37 ^b ± 1,65
Lot 4	0,90 ^a ± 0,20	1,52 ^a ± 0,22	89,20 ^a ± 2,53	41 ^a ± 2,93	12,8 ^a ± 0,09	24,33 ^a ± 3,01
P	0,0874 NS	0,0001 ***	0,0001 ***	0,2711 NS	0,0008 ***	0,0001 ***
Valeurs usuelles	0,45–0,82	0,80–1,30	62–79	26–38	7–12	6–16
	Grech-Angelini (2007)	Zabre (2013)	Jackson et Cockcroft (2002)	Jackson et Cockcroft (2002)	Kaneko et al., 2008, cités par Kouamo et al., 2014	Jackson et Cockcroft (2002)

Lot 1 : témoin ; lot 2 : ajout de 2 g NaCl/L ; lot 3 : ajout de 5 g NaCl/L ; lot 4 : 25 % de restriction hydrique par rapport au témoin

^{a, b, c, d} Différentes lettres sur une même colonne indiquent une différence significative entre les métabolites sanguins ($p < 0,05$) ; *** Différence très significative au seuil de 5 % ; NS : non significatif

La turbidité donne des informations visuelles sur l'eau relatives au degré de transparence et de propreté qui dépend de la qualité des matières en suspension (argiles, débris organiques, organismes microscopiques (Rodier et al., 2009). La turbidité de l'ensemble des eaux d'abreuvement analysées était peu importante ; les eaux étaient incolores et répondaient aux normes de l'Organisation mondiale de la santé (5 NTU ; OMS) pour un tel usage ; ceci était probablement dû à l'efficacité du processus de filtration par les différents horizons du substrat pédologique traversé (Gouaidia, 2008). Toutefois, l'un des facteurs pouvant augmenter les valeurs de la turbidité sont les particules en suspension sur lesquelles se fixent généralement les micro-organismes dont certains sont capables d'affecter la santé animale (Olkowski, 2009).

Le pH des eaux dépend de leurs origines, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Gouaidia, 2008 ; Rodier et al., 2009). Ce paramètre peut avoir des répercussions plus importantes sur les animaux d'élevage en augmentant les risques d'acidose ou d'alcalose métabolique (Olkowski, 2009). Néanmoins, les valeurs observées ont révélé que le pH des eaux analysées était neutre avec une légère tendance alcaline pour celles traitées avec le NaCl ; pourtant, ces eaux restaient dans les limites de potabilité pour les caprins.

La conductivité constitue un bon indice de minéralisation de l'eau. Les valeurs mesurées ont révélé une minéralisation moyenne pour les eaux non traitées et une forte minéralisation pour les échantillons traités avec le NaCl. Néanmoins, les résultats de l'ensemble des eaux analysées peuvent être considérés comme acceptables.

D'après Rodier et al. (2009), une valeur élevée des TDS signifie une grande quantité de sels en solution. Ceci concorde avec nos résultats montrant que l'augmentation de la concentration en NaCl avait entraîné une augmentation des TDS. Néanmoins, les eaux traitées présentaient des concentrations en sels supérieures aux normes de l'OMS pour l'abreuvement des caprins.

La dureté totale d'une eau est produite essentiellement par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient (Belghiti et al., 2013). Les résultats ont révélé que les eaux d'abreuvement analysées étaient douces (titre hydrotimétrique [TH] < 15 °F), sauf pour l'eau de source non traitée qui a eu tendance à être plutôt dure tout en étant dans les normes (15 < TH < 30 °F). Ces résultats sont probablement liés à la nature lithologique de la formation. Cependant, une dureté totale faible (TH < 15 °F) peut engendrer chez les petits ruminants (ovins) des diarrhées et une coloration de la viande, alors qu'une forte dureté (TH > 15 °F) provoque une anémie (AAVL, 2006).

Paramètres plasmatiques du métabolisme énergétique

Dans notre étude, la salinité de l'eau d'abreuvement n'a pas eu d'effet significatif sur le niveau de glucose plasmatique chez les caprins de race locale, comme rapporté par Eltayeb (2000) chez des chèvres Nubiennes. D'autres auteurs ont fait le même constat chez les ovins (Casamassima, 2016) comme chez les dromadaires (Grech-Angelini, 2007). En revanche, Yousfi et Bensalem (2017) rapportent une augmentation du glucose sanguin chez des moutons Barbarins abreuvés avec une eau fortement saline.

Dans la présente étude, une augmentation progressive de la cholestérolémie a été enregistrée à mesure que l'eau d'abreuvement devenait saline. Cette augmentation a été plus importante chez les animaux soumis à une restriction hydrique de 25 %, comme rapporté par Casamassima et al. (2008) chez des ovins Comisana soumis à une restriction hydrique. En revanche, Casamassima et al. (2016) ne rapportent aucun effet de la restriction hydrique sur la cholestérolémie chez les brebis Lacaunes. Ils attribuent ces résultats contradictoires à l'effet de la race et au fait que les ovins diffèrent dans leurs capacités respectives à répondre à la restriction de l'eau. Chez le dromadaire,

la déshydratation aurait tendance à augmenter le taux de cholestérol sérique (Grech-Angelini, 2007).

Paramètres plasmatiques du métabolisme azoté

La protéinémie moyenne est apparue plus élevée dans la présente étude que celle rapportée par Jackson et Cockcroft (2002), aussi bien chez les caprins ayant subi une restriction hydrique que chez ceux ayant reçu une eau salée à 5 g/L. Le même constat est fait par Hadji-georgiou et al. (2000) pour l'eau salée. Gomaa (1996) rapporte que les concentrations des protéines sériques et leurs fractions augmentent avec la déshydratation chez tous les animaux. En effet, en raison de leur poids moléculaire élevé, les transferts de protéines vers les autres milieux liquidiens sont très faibles, par conséquent, toute diminution du volume plasmatique entraîne une augmentation de leur concentration.

Haupt (2004), cité par Eltayeb (2000), indique que lorsqu'une solution hypertonique de NaCl est administrée par voie intraveineuse chez le mouton, l'eau se déplace dans le plasma et l'osmolarité accrue du liquide extracellulaire provoquerait la déshydratation cellulaire. L'augmentation du taux de protéines totales parallèlement à la salinité de l'eau dénote une corrélation positive entre les protéines totales du plasma et la salinité de l'eau d'abreuvement chez les caprins Arbia. Eltayeb (2000), au contraire, n'a pas trouvé d'effet significatif de l'augmentation de la salinité de l'eau sur les concentrations en protéines totales et en albumine sanguine chez des chèvres Nubiennes en saison estivale ; en revanche, en hiver, la salinité de l'eau a augmenté les concentrations en protéines totales et en albumine. Cet auteur attribue ces augmentations au rôle du sodium dans l'absorption des acides aminés de l'intestin et l'utilisation subséquente de ces derniers dans la formation des protéines plasmatiques.

La privation d'eau de 25 % a augmenté significativement les concentrations sériques en protéines totales et en créatinine chez les chèvres Arbia, comparativement à l'hydratation normale. Plusieurs auteurs ont noté une augmentation des deux paramètres lors d'une épreuve de déshydratation, notamment Eltayeb (2000) chez les chèvres Nubiennes, Alamer (2005) chez des chèvres d'Arabie Saoudite, Aganga et al. (1988) chez des caprins Maradi, et Casamassima et al. (2016) chez des brebis Lacaunes. Cependant, une augmentation modérée du taux de créatinine plasmatique a été observée après trois jours de restriction hydrique chez le mouton Barki (Abdelatif et Ahmed, 1994).

La créatinine plasmique peut être utilisée comme un indicateur du taux de filtration glomérulaire (GFR) chez les animaux domestiques (Finco, 1997). L'accumulation de la créatinine dans le plasma pourrait être une conséquence de la réduction générale de l'excrétion urinaire durant la phase de restriction hydrique. Comme un ajustement à l'équilibre de l'eau pendant la phase de restriction hydrique, les animaux réduisent la filtration glomérulaire, ce qui entraîne une réduction du volume d'urine. L'augmentation de la créatinine plasmatique pourrait donc être liée au maintien de la fonction rénale à un niveau inférieur qui a pour conséquence une mauvaise élimination de la créatinine. La présente étude a révélé que la concentration en créatinine augmentait aussi avec le niveau de salinité de l'eau, ce qui corrobore les travaux d'Hadji-georgiou et al. (2000) qui ont enregistré une augmentation de ce paramètre à mesure que la salinité d'eau d'abreuvement augmentait (0, 0,5, 5, 10 et 20 ‰).

Dans notre étude, le taux d'albumine sérique des caprins a été influencé par la salinité de l'eau, ainsi que par la privation partielle en eau des animaux. Il en est de même pour les chèvres Nubiennes pour lesquelles la déshydratation augmente significativement le taux d'albumine (Eltayeb, 2000).

Concernant l'urée sanguine, cette dernière a été affectée par la restriction hydrique enregistrant ainsi des valeurs situées à la limite

supérieure de celles rapportées par Kaneko et al. (2008), cités par Kouamo et al. (2014). En revanche, ces valeurs, bien que décroissantes à mesure que l'eau devient saline, restent dans les normes de ces auteurs.

Une diminution significative du taux d'urée sérique chez les animaux recevant des valeurs croissantes de NaCl dans leur eau d'abreuvement a été observée comparativement aux animaux témoins. Ces résultats sont similaires à ceux de Eltayeb (2000) qui rapporte des concentrations sériques d'urée significativement faibles chez les chèvres Nubiennes ayant reçu une eau d'abreuvement contenant de grandes concentrations de NaCl (1,6 % et 2 %) par rapport aux chèvres ayant reçu une eau d'abreuvement avec des concentrations plus faibles de NaCl (0,8 % et 1,2 %). Ceci pourrait être attribué à une augmentation du GFR. Godwin et Williams (1986), et Meintjes et Engelbrecht (2004) signalent que le GFR est significativement plus élevé chez les chèvres et les moutons s'abreuvant d'eau à fortes concentrations de NaCl que chez ceux s'abreuvant avec de l'eau du robinet et à faibles concentrations de NaCl. Les concentrations élevées de NaCl dans l'eau d'abreuvement a pour effet de rendre beaucoup plus disponible l'urée des tubules du néphron. Ceci pourrait, en outre, être attribué à une augmentation du transfert de l'urée au rumen. Meintjes et Engelbrecht (2004) rapportent que le passage d'urée au rumen est activé par l'apport d'eau d'abreuvement saline, et que cela peut avoir un effet sur les concentrations plasmatiques d'urée, ou éventuellement dans des conditions d'excès d'apport en sel, le rein ajuste le rapport de l'urée au sodium dans l'interstitium médullaire. Les résultats de notre étude chez les chèvres sont en accord avec les conclusions de Weeth et al. (1960) chez les génisses, et Meintjes et Engelbrecht (2004) chez les moutons.

Dans la présente étude, l'urémie a été significativement influencée par la restriction hydrique. Ainsi, les animaux du lot 4, partiellement privés d'eau d'abreuvement, ont présenté des valeurs d'urée sérique significativement supérieures à celles des autres lots. Cette augmentation serait due à l'hémoconcentration. Comme les protéines, l'urée jouerait un rôle important lors d'une restriction hydrique. Cette augmentation en urée pourrait être imputable partiellement à l'hormone antidiurétique (ADH). Olsson et Dahlborn (1989), cités par Eltayeb (2000), rapportent que la privation d'eau s'accompagne d'une augmentation de l'ADH chez les chèvres, ce qui minimiserait une perte d'urée puisque l'ADH favorise la réabsorption d'urée. En outre, cette situation pourrait être associée à une augmentation du catabolisme des protéines corporelles (Haupt, 2004, cité par Eltayeb, 2000).

Safari (2009) rapporte que les hyperurémies s'observent lors de néphrites aiguës et chroniques, dans l'insuffisance rénale et l'intoxication urémique. Une augmentation du niveau d'urée sanguine lors d'une restriction d'eau a déjà été signalée chez des chèvres (Aganga et al., 1988) et des bovins (Eltayeb, 2000). Maloij et al. (1971), cités par Eltayeb (2000), signalent que la concentration d'urée diminue lorsque les moutons sont nourris avec un régime à faible teneur en protéines et limités dans leur consommation d'eau.

■ CONCLUSION

L'administration de NaCl dans l'eau d'abreuvement des caprins de race locale à des taux de 2 et 5 g/L a augmenté les taux de créatinine, d'albumine, de cholestérol total et de protéines totales. Il en était de même après une épreuve de restriction hydrique qui, en outre, a augmenté les taux d'urée sanguine. L'augmentation de l'urée et de la créatinine chez les caprins suggérerait une altération de la fonction rénale. Il serait intéressant d'étudier la réponse à long terme de l'effet du stress hydrique dû à une salinité excessive ou à une restriction d'eau sur les performances de production, le système endocrinien, et la production de lait et sa composition.

REFERENCES

- AAVL (Association pour l'aménagement de la Vallée du Lot), 2006. Les systèmes d'abreuvement au pâturage ; Concilier production agricole et préservation des milieux aquatiques. Guide technique. Rivières Rance et Célé, Figeac, France, 3 p.
- Abdelatif A.M., Ahmed M.M.M., 1994. Water restriction, thermoregulation, blood constituents and endocrine responses in Sudanese desert sheep. *J. Arid Environ.*, **26**: 171-180, doi : 10.1006/jare.1994.1021
- Aganga A.A., Alabi O., Momoh M., 1988. Effect of water deprivation on nutrient digestibility, nitrogen retention, and water excretion in Yankasa sheep and Maradi goats. *Niger. J. Anim. Prod.*, **15**: 139-143
- Alamer M., 2005. Physiological responses of Saudi Arabia indigenous goats to water deprivation. *Small Rumin. Res.*, **63**: 100-109, doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.02.004
- Beede D.K., 2005. Evaluation of water quality and nutrition for dairy cattle. In: Proc. 7th Western Dairy Management Conf., 9-11 Mar. 2005, Reno, NV, USA, 1-24
- Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R., 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). *Larhyss J.*, **14** : 21-36
- Berthelot M.P.E., 1860. Chimie organique fondée sur la synthèse. Gallica, BNF, Paris, France p. 284
- Casamassima D., Pizzo R., Palazzo M., D'Alessandro A.G., Martemucci G., 2008. Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in Comisana sheep reared under intensive condition. *Small Rumin. Res.*, **78**: 169-175, doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.03.014
- Casamassima D., Vizzarri F., Nardoia M., Palazzo M., 2016. The effect of water restriction on various physiological variables in intensively reared Lacaune ewes. *Vet. Med.*, **61** (11): 623-634, doi: 10.17221/144/2015-VETMED
- El Moustaine R., Chahlaoui A., Bengoumi D., Rour E., Belghiti E., 2013. Contribution à la connaissance de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des puits en élevage avicole dans la région de Meknes (Maroc). *Science Lib*, **5** : 1-21
- Eltayeb E.E., 2006. Effect of salinity of drinking water and dehydration on thermoregulation, blood and urine composition in Nubian goats. Thesis, Master Vet. Sci. (Physiology), University of Khartoum, Sudan, 227 p.
- Finco D.R., 1997. Kidney function. In: Clinical biochemistry of domestic animals, 5th Edn (Eds. Kaneko J.J., Harvey J.W., Bruss M.L.). Haracourt Brace, Delhi, India, 441-484
- Godwin I.R., Williams V.J., 1986. Effects of intraruminal sodium chloride infusion on rumen and renal nitrogen and electrolyte dynamics in sheep. *Br. J. Nutr.*, **56** (2): 379-94, doi: 10.1079/BJN19860119
- Gomaa S.A.M., 1996. Thermal stress and its relation to rumen function and some colorigenic hormones in sheep. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Al-Azhar University, Cairo, Egypt
- Gouaidia L., 2008. Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi-aride, cas de la nappe de Meskiana, nord-est Algérien. Thèse Doct., Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie, 131 p.
- Grech-Angelini S., 2007. Effets de la déshydratation sur le métabolisme énergétique et sur l'état corporel du dromadaire, *Camelus dromedarius*. Thèse, Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France, 121 p.
- Hadjigeorgiou I., Dardamani K., Goulas C., Zervas G., 2000. The effect of water availability on feed intake and digestion in sheep. *Small Rumin. Res.*, **37**: 147-150, doi: 10.1016/S0921-4488(99)00142-X.
- HCEFLCD, 2006. Etude diagnostique de la zone humide AL Massira-Faija, cercle de EL Brouj et Cercle de Settat. HCEFLCD, Rabat, Maroc, 242
- Jackson P.G.G., Cockcroft D.P., 2002. Laboratory reference values: Biochemistry; Appendix 3. Clinical examination of farm animals. Blackwell Science
- King E.J., Wootton T.D.P., 1965. Determination of total protein in plasma or serum. In: Medical Biochemistry. Churchill, London, UK, 138-450
- Kouamo J., Safari T., Miguiri K., Sandeu M.M., Sawadogo G.J., 2014. Etude de paramètres nutritionnels chez la chèvre sahélienne inséminée à l'œstrus induit (éponge de FGA et eCG). *Livest. Res. Rural Dev.*, **26**, www.lrrd.org/lrrd26/3/koua26038.html

- Meintjes R.A., Engelbrecht H., 2004. Changes in the renal handling of urea in sheep on a low protein diet exposed to saline drinking water. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **71** (3): 165-70, doi: 10.4102/ojvr.v71i3.255
- Murray R.L., 1984. Creatinine. In: Clinical chemistry; Theory, analysis and correlation (Eds. Kaplan L.A., Pesce A.J.). Mosby, St. Louis, USA, 1247-1253
- Olkowski A.A., 2009. La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : Guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs, 1^{re} éd. Ministère de l'Agriculture et Agroalimentaire, Canada, 185 p.
- Richmond W., 1973. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clin. Chem*, 19/12: 1350-1356
- Rodier J., Legube B., Merlet N., 2009. L'analyse de l'eau, 9^e éd. Dunod, Paris, France, 1579 p.
- Safari T., 2009. Evaluation de l'impact des paramètres protéiques et enzymatiques sur le taux de réussite de l'insémination artificielle caprine dans la région de Fatick au Sénégal. Thèse Doct., Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 90 p.
- Sahi S., Afri-Bouzebda F., Bouzebda Z., Djaout A., 2018. Etude des mensurations corporelles de caprins dans le Nord-Est algérien. *Livest. Res. Rural Dev.*, **30**, www.lrrd.org/lrrd30/8/sameh30140.html
- Silanikove N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environment. *Small Rumin. Res.*, **35**: 181-193, doi: 10.1016/S0921-4488(99)00096-6
- Trinder P., 1969. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, **6**: 24-25, doi: 10.1177/000456326900600108
- Weeth H.J., Haverland L.H., Cassard D.W., 1960. Consumption of sodium chloride water by heifers. *J. Anim. Sci.*, **19** (3): 845-851, doi: 10.2527/jas1960.193845x
- Wilson A.D., 1975. Influence of water salinity on sheep performance while grazing on natural grassland and saltbush pastures. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, **15** (77): 760-765, doi: 10.1071/EA9750760
- Young D.S., Friedman R.B., 2001. Effects of disease on clinical Laboratory tests, 5th Edn. AACC, Washington DC, USA
- Yousfi I., Ben Salem H., 2017. Effect of increasing levels of sodium chloride in drinking water on intake, digestion and blood metabolites in Barbarine sheep. *Ann. INRAT*, **90**: 202-214, doi: 10.12816/0028688
- Zabre Z.M., 2013. Détermination des paramètres biochimiques usuels chez les petits ruminants du Burkina Faso et leurs variations chez les sujets infectés naturellement par la trypanosomose. Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 106 p.

Summary

Mehalaine Z., Chaker-Houd K., Ghamri A.N., Mebirouk-Boudechiche L., Matallah S. Effect of salinity and water restriction on blood metabolites of Arbia goats in Algeria

The study aimed to determine the effect of water stress on the blood metabolites of Arbia goats in Algeria. Four groups of ten billy goats each were randomly assigned to different watering regimes: group 1 (control) had free access to spring water (three liters), groups 2 and 3 received the same water enriched with two and five grams of sodium chloride per liter, respectively, and group 4 only had access to 25% of the amount of water given to the control group. At the end of the experimental period, blood samples were taken to measure total protein, creatinine, albumin, urea, total cholesterol and glucose. The various treatments increased plasma concentrations of albumin, creatinine, total protein and total cholesterol, as well as urea in water-restricted animals. However, they did not affect blood sugar levels. These results showed that short-term (12-day) exposure of Arbia billy goats to salinization of drinking water or to water restriction affected the majority of their blood metabolites with the exception of glucose.

Keywords: goats, saline water, water deprivation, metabolites, Algeria

Resumen

Mehalaine Z., Chaker-Houd K., Ghamri A.N., Mebirouk-Boudechiche L., Matallah S. Efecto de la salinidad y de la restricción de agua en los metabolitos sanguíneos en cabras Arbia en Argelia

El objetivo del estudio fue determinar el efecto del estrés de agua en los metabolitos sanguíneos de cabras Arbia en Argelia. Cuatro grupos de diez machos cabríos fueron asignados al azar a diferentes regímenes de agua: grupo 1 (control) tuvo libre acceso a una fuente de agua (tres litros), grupos 2 y 3 recibieron la misma agua, enriquecida con dos y cinco gramos de cloruro de sodio por litro respectivamente y el grupo 4 sólo tuvo acceso a 25% de la cantidad de agua ofrecida al grupo control. Al final del periodo experimental, se tomaron muestras de sangre para medir la proteína total, creatinina, albúmina, urea, colesterol total y glucosa. Los diversos tratamientos aumentaron las concentraciones en plasma de albúmina, creatinina, proteína total y colesterol total, así como urea en los animales con restricción de agua. Sin embargo, no afectaron los niveles de azúcar sanguíneo. Estos resultados muestran que una exposición corta (12 días) en los machos cabríos Arbia a una salinización del agua de beber o restricción de agua afectó la mayoría de los metabolitos sanguíneos con excepción de la glucosa.

Palabras clave: caprino, agua salina, privación del agua, metabolitos, Argelia

Parasites gastro-intestinaux chez les chiens à Lubumbashi

Daudet Byakya ^{1*} Boniface Lombe ¹
Yan Madimba ² Emmanuel Kaluendi ³

Mots-clés

Chien, helminthe, protozoa, parasitisme, République démocratique du Congo

Submitted: 14 April 2018
Accepted: 13 November 2018
Published: 14 January 2019
DOI: 10.19182/remvt.31668

Résumé

Une étude parasitologique a été menée en 2015 sur des chiens de sexe, âge et race différents, vivant en liberté dans la ville de Lubumbashi, République démocratique du Congo. Des échantillons de fèces ont été prélevés et analysés par coproscopie selon une méthode de flottation. Sur les 120 chiens examinés, 78 (65 %) étaient infestés, parmi lesquels 74 (61,7 %) avaient des helminthes gastro-intestinaux et 4 (3,3 %) avaient des coccidies. Les coproscopies ont révélé la présence de cinq espèces de parasites : *Ankylostoma* spp. (41 chiens), *Toxocara canis* (22), *Toxascaris leonina* (8), *Isospora canis* (4) et *Dipylidium caninum* (3). *I. canis* n'a été retrouvé que chez les chiots. Le dépistage fréquent d'ankylostomes et de *T. canis* suggère qu'il existe à Lubumbashi un risque de contamination de l'homme par ces parasites zoonotiques.

■ Pour citer cet article : Byakya D., Lombe B., Madimba Y., Kaluendi E., 2018. Gastrointestinal parasites in dogs in Lubumbashi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (4): 173-176, doi: 10.19182/remvt.31668

■ INTRODUCTION

En République démocratique du Congo (RDC), comme partout en Afrique, le chien est principalement élevé pour assurer la protection des personnes et de leurs biens. Ce service offre au chien le privilège de vivre dans des rapports étroits avec les humains. Cependant, la coexistence n'est pas sans risque pour ces derniers. Outre les cas de morsures, le chien peut présenter un danger pour la santé humaine (Euzéby, 1966) car il constitue une source potentielle de zoonoses. Il peut être parasité par de nombreuses espèces d'helminthes et de protozoaires (Lamy, 1980). En l'absence de traitements antiparasitaires, les chiens constituent des réservoirs de parasites zoonotiques. La prévalence chez le chien est favorisée surtout par le manque d'hygiène,

et la prévalence de zoonoses est alors favorisée par les contacts entre l'homme et l'animal (Coggins, 1998). Parmi les parasites zoonotiques présents chez le chien, les plus importants sont *Ankylostoma* spp. et *Toxocara canis* (Kahn et Line, 2004), qui affectent principalement les enfants âgés d'un à trois ans (Overgaauw et van Knapen, 2008). Le climat chaud et humide en RDC est particulièrement propice au développement des cycles parasitaires. L'objectif de la présente étude a été de déterminer la prévalence du parasitisme digestif dans une population de chiens domestiques de Lubumbashi.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'enquête a été réalisée dans les sept communes de la ville de Lubumbashi (Lubumbashi, Kamalondo, Kenya, Katuba, Kampemba, Ruashi et Annexes). Lubumbashi est située au sud-est de la RDC dans la province de Haut-Katanga, à une altitude de 1250 mètres, à 27° 28' E et 11° 40' S. Le climat est tropical humide avec une saison des pluies de six mois (novembre à mars) et une saison sèche de six mois (avril à octobre). La température annuelle moyenne est de 20 °C, la pluviométrie totale annuelle moyenne est de 1230 mm, janvier et février étant les mois les plus pluvieux. L'humidité relative journalière moyenne est de 60 % (Assani, 1999).

1. Laboratoire vétérinaire, Kinshasa, République démocratique du Congo.
2. Université de Kinshasa, Faculté de médecine vétérinaire, Kinshasa, République démocratique du Congo.
3. Université de Lubumbashi, Faculté de médecine vétérinaire, Lubumbashi, République démocratique du Congo.

* Auteur pour la correspondance
Tél. : +243 823 34 35 18 / 842 16 22 89
E-mail : dbyakya@gmail.com

A Lubumbashi, le mode de vie des chiens est de type traditionnel : ils sont en liberté, laissés en divagation toute la journée, nourris avec les restes de repas, et ne bénéficient d'aucun soin. Cependant, quelques familles élèvent des chiens, en majorité de race exotique, dans de bonnes conditions sanitaires, leur réservant des niches, de la nourriture appropriée, et leur prodiguant des soins réguliers. Chez ces familles, les chiens restent dans leur niche pendant la journée et sont libérés la nuit dans les parcelles à des fins de gardiennage.

Animaux

L'effectif a porté sur 120 chiens de sexe, âge et race différents, sélectionnés au hasard, dont la répartition est décrite dans le tableau I.

Méthodes

Des échantillons de fèces ont été récoltés entre 6 h et 10 h pendant trois semaines, du 25 avril au 16 mai 2015. Les matières fécales ont été collectées par voie rectale chez les chiens adultes, à l'aide d'un ou deux doigts gantés selon la taille de l'animal ou chez les chiots âgés de moins de 18 mois à l'aide d'un coton-tige. Les échantillons ont été transportés dans une glacière pour être analysés immédiatement – ou conservés moins de 24 heures au réfrigérateur à 4 °C – au laboratoire de parasitologie de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Lubumbashi.

Les coproscopies qualitatives ont été réalisées par flottation en saumure préparée en dissolvant 400 g de sel de cuisine dans un litre d'eau. Cette saumure (densité de 1,19 à 20 °C) convient pour dépister rapidement les nématodes et les cestodes. Le mélange analysé était constitué de 2 g de fèces pour 100 ml de solution (Talvik et al., 2006).

Tableau I

Répartition des chiens examinés dans l'agglomération de Lubumbashi, République démocratique du Congo

Commune	Chiots	Chiennes	Chiens	Total
Annexes	3	5	8	16
Kamalondo	2	10	5	17
Kampemba	4	6	9	19
Katuba	5	7	2	14
Kenya	6	1	9	16
Lubumbashi	5	8	7	20
Ruashi	6	8	4	18
Total	31	45	44	120

Tableau II

Infestation des chiens par des parasites gastro-intestinaux selon l'âge et le sexe dans l'agglomération de Lubumbashi, République démocratique du Congo

Catégorie	Examinés	Infestés (%)	<i>Ankylostoma</i> spp. (%)	<i>Dipylidium caninum</i> (%)	<i>Isospora canis</i> (%)	<i>Toxascaris leonina</i> (%)	<i>Toxocara canis</i> (%)
Chiots	31	24 (77,4)	2 (6,4)	1 (3,2)	4 (12,9)	5 (16,1)	12 (38,7)
Chiennes	45	26 (57,8)	20 (44,4)	–	–	2 (4,4)	4 (8,9)
Chiens	44	28 (63,6)	19 (43,2)	2 (4,5)	–	1 (2,3)	6 (13,6)
Total	120	78 (65)	41 (34,2)	3 (2,5)	4 (3,3)	8 (6,7)	22 (18,3)

La suspension a été filtrée sur un tamis nettoyé avant toute nouvelle manipulation. Le filtrat a été versé dans un tube à essai de 5 ml rempli au maximum et recouvert d'une lamelle, puis centrifugé à 2500 tours/min pendant 5 min. La lamelle a été déposée sur une lame identifiée au nom du prélèvement, avant d'être observée au microscope. Les prélèvements ont été observés à un faible grossissement ($\times 40$), afin de rechercher les œufs et les larves présents dans les échantillons, puis à un fort grossissement ($\times 100$ et $\times 400$), pour préciser leur identification.

Analyse statistique

Les résultats des examens coprologiques ont été analysés par le test de comparaison de prévalence ou Chi carré.

RESULTATS

Sur les 120 chiens examinés, 78 (65 %) étaient infestés dont 74 (61,7 %) par des helminthes gastro-intestinaux de quatre espèces différentes (tableau II). Quatre chiens étaient par ailleurs infestés par la coccidie *Isospora canis*.

Les trois groupes d'animaux étaient infestés par les helminthes mais les taux d'infestation n'étaient pas significativement différents ($\text{Chi}^2 = 3,17$; $p = 0,21$). Il n'y a pas eu non plus de différence entre les sexes. Tous les sexes et âges ont été trouvés infestés par *Ankylostoma* spp., *Toxocara canis* et *Toxascaris leonina*, tandis que *I. canis* n'a été rencontré que chez les chiots.

En revanche, des différences significatives d'infestation ($\text{Chi}^2 = 19,3$; $p = 0,004$) ont été observées entre les communes, les infestations ayant été plus fréquemment diagnostiquées à Katuba, Kamalondo, Annexes et Ruashi (tableau III). La commune la plus infestée a été Katuba et la moins Kampemba.

DISCUSSION

Le chien est souvent infesté, parfois de façon massive, par de nombreuses espèces d'helminthes. Plusieurs de ces espèces sont aussi observées chez les carnivores sauvages (Bwalya et al., 2011). La viande, les poissons crus et surtout les déchets d'organes constituent la source d'infestation la plus importante pour les cestodes (*Taenia*, *Echinococcus*) et les trématodes (Thienpont et al., 1979) alors que l'infestation par les nématodes provient principalement de l'ingestion d'œufs ou de larves infestantes présents dans l'environnement.

Cette étude a montré que l'infestation la plus fréquente des chiens de Lubumbashi était celle par *Ankylostoma* spp. suivie de celle par *Toxocara canis*. Beaucoup d'études ont aussi révélé la forte

Tableau III

Infestation de chiens par des parasites gastro-intestinaux selon les communes dans l'agglomération de Lubumbashi, République démocratique du Congo

Site de prélèvement	Examinés	Infestés (%)	<i>Ankylostoma</i> spp. (%)	<i>Dipylidium caninum</i> (%)	<i>Isospora canis</i> (%)	<i>Toxascaris leonina</i> (%)	<i>Toxocara canis</i> (%)
Katuba	14	13 (92,9)	7 (50,0)	2 (14,3)	–	1 (7,1)	3 (21,4)
Kamalondo	17	15 (88,2)	10 (58,8)	–	–	3 (17,7)	2 (11,8)
Annexes	16	13 (81,3)	7 (43,8)	1 (6,2)	–	–	5 (31,2)
Ruashi	18	12 (66,7)	4 (22,2)	–	2 (11,1)	–	6 (33,3)
Kenya	16	8 (50,0)	3 (18,8)	–	–	2 (12,5)	3 (18,8)
Lubumbashi	20	9 (45,0)	6 (30,0)	–	1 (5,0)	–	2 (10,0)
Kampemba	19	8 (42,1)	4 (21,0)	–	1 (5,2)	2 (10,5)	1 (5,2)
Total	120	78 (65)	41 (34,1)	3 (2,5)	4 (3,3)	8 (6,7)	22 (18,3)

prévalence d'*Ankylostoma* spp. lors d'examen coprologique chez les chiens à Lubumbashi (Makumyaviri et Suila, 1998), au Nigeria (Ajayi et al., 2000), au Zimbabwe (Mukaratirwa et Busayi, 1995) et en Inde (Traub et al., 2005). Le mode de vie des chiens de Lubumbashi contribue à la diffusion permanente d'œufs d'ankylostomes et d'ascarides et les prédispose ainsi aux réinfestations par ces nématodes. *Ankylostoma caninum* est la principale cause de l'ankylostomose canine dans la plupart des régions tropicales et subtropicales du monde (Barutzki et Schaper, 2003), mais la coproscopie ne permet pas de faire une identification précise d'espèce entre *A. caninum*, *A. braziliense* et *Uncinaria stenocephala*, les œufs de ces trois nématodes étant très similaires. Leurs larves infestantes peuvent entrer et errer sous la peau ou dans le corps humain, et provoquer soit une *larva migrans* cutanée, soit une entérite éosinophilique (Overgaauw et Van Knapen, 2008).

Le taux d'infestation par *Toxocara canis* était de 18,3 %, comparable à celui déjà observé dans cette même ville en 1998 (Makumyaviri et Suila, 1998). L'infestation par *T. canis* est grave chez le chien et cette espèce peut provoquer un syndrome de *larva migrans* viscérale lorsque les œufs embryonnés sont ingérés par des humains. Des larves peuvent se loger dans la rétine, provoquant une *larva migrans* oculaire (Normand et al., 2006) qui constitue un danger potentiel, spécialement chez les enfants âgés d'un à quatre ans (Overgaauw et Van Knapen, 2008). *Dipylidium caninum* a été retrouvé chez 2,5 % des chiens mais il faut noter que la coproscopie par flottation a une sensibilité très faible pour le diagnostic de cestodose. En effet les œufs sont rarement présents dans les fèces, et les segments ovigères sont souvent éliminés en dehors des défécations. Ceci peut expliquer la faible prévalence de taeniidés dans notre étude. *Isospora canis* est un agent de coccidiose canine, une pathologie dont les signes majeurs sont l'entérite diarrhéique et la dysenterie (selles hémorragiques) chez les jeunes chiens (Huart et Tshibangu, 1994 ; Overgaauw et Van Knapen, 2013).

A Lubumbashi, les chiens divagants et en quête d'immondices pour se nourrir représentent des sources de parasites. La faible médicalisation des chiens de propriétaires est également un facteur favorisant les parasitoses. Dans la présente étude, les variations significatives des taux d'infestation entre les différentes communes pouvaient être liées à l'état de salubrité publique dont l'entretien variait d'un quartier à l'autre (Sager et al., 2006). Ainsi, les taux d'infestation ont été plus élevés à Katuba, Kamalondo, Annexes et Ruashi, où les immondices et les mares sont plus présents.

L'importance des infestations parasitaires dans la population canine, associée au risque zoonotique, fait des helminthoses intestinales

animales un problème sanitaire majeur. L'amélioration des conditions de vie des chiens et de leur taux de médicalisation, incluant des vermifugations régulières, réduirait les taux d'infestation dans les villages d'Afrique (ESCCAP, 2010 ; Strube et al., 2013). Toutefois, compte tenu des conditions socioéconomiques, il paraît difficile d'utiliser régulièrement des vermifuges pour les chiens alors même que les villageois n'en disposent pas pour eux-mêmes.

CONCLUSION

La détection d'*Ankylostoma* spp., de *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* et *Dipylidium caninum* chez les chiens à Lubumbashi indique un risque de contamination des humains par les ankylostomes et les ascarides. Pour un meilleur contrôle du parasitisme gastro-intestinal des chiens, il faudrait : a) éviter leur divagation ; b) contrôler les infestations parasitaires par la vermifugation tout au long de leur vie ; et c) appliquer un contrôle strict de l'alimentation des animaux de compagnie. Les propriétaires de carnivores domestiques doivent être informés sur les risques potentiels d'une infestation parasitaire, non seulement pour la santé de leurs animaux, mais également pour celle de leur famille et de toute personne en contact direct ou indirect avec leurs animaux.

REFERENCES

- Ajayi O.O., Duhlińska D.D., Agwale S.M., Njoku M., 2000. Frequency of human toxocarosis in Jos, Plateau State, Nigeria. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz Rio de Janeiro*, **95** (2): 147-149, doi: 10.1590/S0074-0276200000200002
- Assani A.A., 1999. Variabilité temporelle et persistance des épisodes secs en saison de pluies à Lubumbashi (Congo-Kinshasa). *Sécheresse*, **10** (1) : 45-53
- Barutzki D., Schaper R., 2003. Endoparasites in dogs and cats in Germany 1999-2002. *Parasitol. Res.*, **90** (S3): S148-S150, doi: 10.1007/s00436-003-0922-6.
- Bwalya E.C., Nalubamba K.S., Hankanga C., Namangala B., 2011. Prevalence of canine gastrointestinal helminths in urban Lusaka and rural Katete Districts of Zambia. *Prev. Vet. Med.*, **100** (3-4): 252-255, doi: 10.1016/j.pvetmed.2011.04.015
- Coggins J.R., 1998. Effect of season, sex, and age on prevalence of parasitism in dogs from Southeastern Wisconsin. *J. Helminthol. Soc. Wash.*, **65** (2): 219-224
- ESCCAP (European Scientific Counsel for Companion Animal Parasites), 2010. Worm control in dogs and cats, Guideline 01, 2nd Edn., www.esccap.org
- Euzéby J., 1966. Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine ; tome II, Maladies dues aux nématelminthes ; tome III, Maladies dues aux plathelminthes. Vigot Frères, Paris, France, 798 p.

Gastrointestinal parasites in dogs in Lubumbashi

- Huart A., Tshibangu M., 1994. Pathologie des petits animaux. *Rec. Méd. Vét.*, **8** (4) : 17-21
- Kahn C.M., Line S., 2004. The Merck veterinary manual, 9th Edn. Merck, New York, USA, 2712 p.
- Lamy L.H., 1980. Protozoaires et helminthes parasites : recherche et identification au laboratoire. Maloine, Paris, France, 622 p.
- Makumyaviri A.M., Suila R., 1998. Dominante étiologique des helminthoses gastro-intestinales chez les chiens élevés dans la ville de Lubumbashi. *Ann. Vét.*, **14** (9) : 34-41
- Mukaratirwa S., Busayi R.M., 1995. A survey of patent gastrointestinal parasites of stray dogs in Bulawayo urban area. *Zimb. Vet. J.*, **26** (1) : 19-27
- Normand T., Bourry O., Dang H., Leroy E., Bourdoiseau G., Davoust B., 2006. Enquête sur le parasitisme digestif des chiens dans une zone rurale du Gabon. *Bull. Acad. Vét. France*, **159** (1) : 59-67, doi: 10.4267/2042/47813
- Overgaauw P.A.M., van Knapen F., 2008. Toxocarosis, an important zoonosis. *Eur. J. Companion Anim. Pract.*, **18** (3) : 259-266
- Overgaauw P.A.M., van Knapen F., 2013. Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Vet. Parasitol.*, **193** (4) : 398-403, doi: 10.1016/j.vetpar.2012.12.035
- Sager H., Steiner Moret C., Grimm F., Deplazes P., Doherr M.G., Gottstein B., 2006. Coprological study on intestinal helminths in Swiss dogs: temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitol. Res.*, **98** (4) : 333-338, doi: 10.1007/s00436-005-0093-8
- Strube C., Heuer L., Janecek E., 2013. *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Vet. Parasitol.*, **193** (4) : 375-389, doi: 10.1016/j.vetpar.2012.12.033
- Talvik H., Moks E., Mägi E., Jarvis T., Miller I., 2006. Distribution of *Toxocara* infection in the environment and in definitive and paratenic hosts in Estonia. *Acta Vet. Hung.*, **54** (3) : 399-406, doi: 10.1556/AVet.54.2006.3.10
- Thienpont D., Rochette F., Vanparijs O., 1979. Diagnostic de verminose par examen coprologique. Janssen Research Foundation, Brussels, Belgium, 187 p.
- Traub R.J., Robertson I.D., Irwin P.J., Mencke N., Thompson R.C., 2005. Canine gastrointestinal parasitic zoonoses in India. *Trends Parasitol.*, **21** (1) : 42-48, doi: 10.1016/j.pt.2004.10.011

Summary

Byakya D., Lombe B., Madimba Y., Kaluendi E. Gastrointestinal parasites in dogs in Lubumbashi

A parasitological study was conducted in 2015 in dogs of different sexes, ages and breeds, living freely in the city of Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo. A coprological examination of the fecal samples was carried out with the flotation technique. Of the 120 dogs examined, 78 (65 %) were infested, of which 74 (61.7 %) had gastrointestinal helminths and 4 (3.3 %) had coccidia. Results revealed the presence of five parasite species: *Ankylostoma* spp. (41 dogs), *Toxocara canis* (22), *Toxascaris leonina* (8), *Isoospora canis* (4) and *Dipylidium caninum* (3). *I. canis* was only found in puppies. The frequent detection of hookworms and *T. canis* suggests that there is a risk of human contamination by these zoonotic parasites in Lubumbashi.

Keywords: dogs, helminths, protozoa, parasitism, Democratic Republic of the Congo

Resumen

Byakya D., Lombe B., Madimba Y., Kaluendi E. Parásitos gastrointestinales en perros en Lubumbashi

Se llevó a cabo un estudio parasitológico, en 2015, en perros de diferentes sexos, edades y razas, viviendo libremente en la ciudad de Lubumbashi, República Democrática del Congo. Un examen coprológico de las muestras fecales se llevó a cabo mediante el método de flotación. De los 120 perros examinados, 78 (65%) estaban infestados, de los cuáles 74 (61,7%) tenían helmintos gastrointestinales y 4 (3,3%) tenían coccidia. Los resultados revelan la presencia de cinco especies de parásitos: *Ankylostoma* spp. (41 perros), *Toxocara canis* (22), *Toxascaris leonina* (8), *Isoospora canis* (4) y *Dipylidium caninum* (3). *I. canis* se encontró solamente en cachorros. La detección frecuente de anquilostomas y *T. canis* sugiere que existe un riesgo de contaminación a humanos de estos parásitos zoonóticos en Lumbashi.

Palabras clave: perro, helminto, protozoo, parasitismo, República democrática del Congo