

Sommaire

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

147-151 Prévalence réelle de la brucellose bovine dans le centre de la Côte d'Ivoire. Sanogo M., Cissé B., Ouattara M., Walravens K., Praet N., Berkvens D., Thys E. (*en français*)

PATHOLOGIE PARASITAIRE

153-160 Impact de la sécheresse et de la dégradation des aires protégées sur la répartition des trypanosomoses bovines et de leurs vecteurs dans le bassin versant de l'Oti au nord du Togo. Dao B., Hendrickx G., Sidibé I., Belem A.M.G., De La Rocque S. (*en français*)

161-167 Traitement insecticide des bovins contre les glossines par pédiluve en conditions expérimentales. Bouyer J., Stachurski F., Gouro A., Lancelot R. (*en français*)

169-175 Effets de l'acéturate de diminazène et de l'hydrochlorure de mélarisamine sur les modifications des paramètres biochimiques chez des gazelles au front rouge (*Gazella rufifrons*) expérimentalement infectées avec *Trypanosoma brucei*. Mbaya A.W., Aliyu M.M., Nwosu C.O., Ibrahim U.I. (*en anglais*)

177-179 Evaluation de la séroprévalence de la trypanosomose bovine en Guinée. Barry A.M., Roger F., Diallo M.B., Geerts S. (*en français*)

181-184 Présence de *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, trématode) au Sénégal. Seck M.T., Bâ C.T., Marchand B. (*en français*)

185-189 Arthropodes ectoparasites du dindon (*Meleagris gallopavo*) dans le nord-ouest du Bénin. Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J. (*en français*)

RESSOURCES ANIMALES

191-196 Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. Boujenane I., Aissa H. (*en français*)

197-202 Performances en croisement et facteurs de variation des ovins Beni Guil au Maroc. I. Caractères de reproduction de la brebis et de viabilité et de croissance pré-sevrage des agneaux. El Fadili M. (*en français*)

203-207 Productivité de génotypes caprins de race pure et par croisement dans les oasis du Sud tunisien. Gaddour A., Najari S., Ouni M., Ben Hamouda M. (*en français*)

209-214 Influence du type de complément énergétique (rebuts de dattes vs orge) sur les performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses d'agneaux Berbères à l'engraissement. Mebirouk-Boudechiche L., Araba A., Ouzrout R. (*en français*)

215-220 L'embouche ovine à base de fanes d'arachides et de son de mil dans le Sahel ouest africain. Ayantunde A.A., Fernandez-Rivera S., Dan-Gomma A. (*en anglais*)

221-227 Concentrations de l'hormone lutéinisante et de la progestérone chez des vaches zébus Azawak soumises à différents protocoles de synchronisation de l'œstrus. Zongo M., Pitala W., Sawadogo L., Boly H., Melo De Sousa N., Sulon J., Beckers J.-F. (*en anglais*)

229-233 Détermination du moment du post-partum où l'axe hypophyse ovaire de la vache zébu (*Bos indicus*) allaitante est sensible à la GnRH synthétique. Tobada C.P., Koutinhouin G.B., Senou M., Dougnon J., Youssao A.K.I., Brito R.C. (*en français*)

235-243 Production porcine et ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi au Bénin. Youssao A.K.I., Koutinhouin G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R. (*en français*)

Contents

INFECTIOUS DISEASES

147-151 Real Prevalence of Bovine Brucellosis in the Center of Ivory Coast. Sanogo M., Cissé B., Ouattara M., Walravens K., Praet N., Berkvens D., Thys E. (*in French*)

PARASITIC DISEASES

153-160 Impact of Drought and Degradation of Protected Areas on the Distribution of Bovine Trypanosomoses and their Vectors in the Oti Catchment Basin of Northern Togo. Dao B., Hendrickx G., Sidibé I., Belem A.M.G., De La Rocque S. (*in French*)

161-167 On-Station Cattle Insecticide Treatment against Tsetse Flies using a Footbath. Bouyer J., Stachurski F., Gouro A., Lancelot R. (*in French*)

169-175 Effect of Berenil® and Cymelarsan® on the Alteration of Biochemical Parameters in Red-Fronted Gazelles (*Gazella rufifrons*) Experimentally Infected with *Trypanosoma brucei*. Mbaya A.W., Aliyu M.M., Nwosu C.O., Ibrahim U.I. (*in English*)

177-179 Evaluation of Cattle Trypanosomosis Seroprevalence in Guinea. Barry A.M., Roger F., Diallo M.B., Geerts S. (*in French*)

181-184 Presence of *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, Trematoda) in Senegal. Seck M.T., Bâ C.T., Marchand B. (*in French*)

185-189 Ectoparasite Arthropods of the Turkey (*Meleagris gallopavo*) in the Northwest of Benin. Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J. (*in French*)

ANIMAL RESOURCES

191-196 Reproductive and Milk Performances of Holstein and Montbeliarde Cows in Morocco. Boujenane I., Aissa H. (*in French*)

197-202 Crossbreeding Performances and Variation Factors of Beni Guil Sheep in Morocco. I. Ewe Reproduction and Lamb Survival and Preweaning Growth Traits. El Fadili M. (*in French*)

203-207 Productivity of Pure Breeds and Crossed Caprine Genotypes in the Coastal Oases of Southern Tunisia. Gaddour A., Najari S., Ouni M., Ben Hamouda M. (*in French*)

209-214 Influence of the Type of Energy Supplementation (date stones vs Barley) on Fattening Performances and Carcass Characteristics of Fattening Berber Lambs. Mebirouk-Boudechiche L., Araba A., Ouzrout R. (*in French*)

215-220 Sheep Fattening with Groundnut Haulms and Millet Bran in the West African Sahel. Ayantunde A.A., Fernandez-Rivera S., Dan-Gomma A. (*in English*)

221-227 Plasma Luteinizing Hormone and Progesterone Concentrations in Azawak Zebu Cows Submitted to Different Estrus Synchronization Protocols. Zongo M., Pitala W., Sawadogo L., Boly H., Melo De Sousa N., Sulon J., Beckers J.-F. (*in English*)

229-233 Determination of the Post-Partum Time when the Pituitary-Ovarian Axis of the Suckler Zebu Cow (*Bos indicus*) is Sensitive to Synthetic GnRH. Tobada C.P., Koutinhoun G.B., Senou M., Dougnon J., Youssao A.K.I., Brito R.C. (*in French*)

235-243 Pig Production and Indigenous Genetic Resources in Suburban Areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R. (*in French*)

Sumario

PATOLOGIA INFECCIOSA

147-151 Prevalencia real de la brucelosis bovina en el centro de Costa de Marfil. Sanogo M., Cissé B., Ouattara M., Walravens K., Praet N., Berkvens D., Thys E. (*en francés*)

PATOLOGIA PARASITARIA

153-160 Impacto de la sequía y de la degradación de las áreas protegidas sobre la repartición de los tripanosomas bovinos y de sus vectores en la meseta del Oti, al norte de Togo. Dao B., Hendrickx G., Sidibé I., Belem A.M.G., De La Rocque S. (*en francés*)

161-167 Tratamiento insecticida de bovinos contra las glosinas mediante pediluvio bajo condiciones experimentales. Bouyer J., Stachurski F., Gouro A., Lancelot R. (*en francés*)

169-175 Efecto de Berenil® y Cymelarsan® sobre las alteraciones de parámetros bioquímicos en gacelas de frente rojo (*Gazella rufifrons*) infectadas experimentalmente con *Trypanosoma brucei*. Mbaya A.W., Aliyu M.M., Nwosu C.O., Ibrahim U.I. (*en inglés*)

177-179 Evaluación de la seroprevalencia de la tripanosomosis bovina en Guinea. Barry A.M., Roger F., Diallo M.B., Geerts S. (*en francés*)

181-184 Presencia de *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, tremátodo) en Senegal. Seck M.T., Bâ C.T., Marchand B. (*en francés*)

185-189 Artrópodos ectoparásitos del pavo (*Meleagris gallopavo*) en el noroeste de Benin. Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J. (*en francés*)

RECURSOS ANIMALES

191-196 Rendimientos de reproducción y de producción lechera de las vacas de raza Holstein y Montbeliard en Marruecos. Boujenane I., Aissa H. (*en francés*)

197-202 Rendimientos en cruzamiento y factores de variación de ovinos de raza Beni Guil en Marruecos. I. caracteres de reproducción de la oveja y de viabilidad y crecimiento predestete de los corderos. El Fadili M. (*en francés*)

203-207 Productividad de los genotipos caprinos de raza pura y mediante cruces en los oasis del Sur tunecino. Gaddour A., Najari S., Ouni M., Ben Hamouda M. (*en francés*)

209-214 Influencia del tipo de complemento energético (retoños de dátil vs cebada) sobre los rendimientos de engorde y características de las carcasas de corderos Berberes durante el engorde. Mebirouk-Boudechiche L., Araba A., Ouzrout R. (*en francés*)

215-220 Engorde de ovejas con tallos de maní y cereal de mijo en el Sahel del Oeste africano. Ayantunde A.A., Fernandez-Rivera S., Dan-Gomma A. (*en inglés*)

221-227 Concentraciones de progesterona y de hormona plasmática luteinizante en vacas Cebú Azawak sometidas a diferentes protocolos de sincronización de estro. Zongo M., Pitala W., Sawadogo L., Boly H., Melo De Sousa N., Sulon J., Beckers J.-F. (*en inglés*)

229-233 Determinación del momento postparto en el que el eje hipófisis-ovarios de la vaca cebú (*Bos indicus*) lactante responde a la GnRH sintética. Tobada C.P., Koutinhoun G.B., Senou M., Dougnon J., Youssao A.K.I., Brito R.C. (*en francés*)

235-243 Producción porcina y recursos genéticas locales en la zona peri urbana de Cotonou y de Abomey-Calavi en Benin. Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R. (*en francés*)

Prévalence réelle de la brucellose bovine dans le centre de la Côte d'Ivoire

M. Sanogo¹ B. Cissé¹ M. Ouattara¹ K. Walravens²
N. Praet³ D. Berkvens³ E. Thys^{3*}

Mots-clés

Bovin – *Brucella* – Brucellose –
Technique immunologique –
Morbidity – Côte d'Ivoire.

Résumé

Lors de l'enquête de sérosurveillance active de la peste bovine organisée en Côte d'Ivoire de juillet à août 2005, 660 sérums ont été collectés dans les régions administratives du N'Zi Comoé et des Lacs, au centre du pays. Ces sérums ont été utilisés pour faire une estimation de la prévalence réelle de la brucellose bovine en utilisant une approche statistique bayésienne avec quatre tests de diagnostic sérologiques : la séro-agglutination lente de Wright (SAW), le test du rose bengale (TRB), l'Elisa indirect (iElisa) et le test de fixation du complément (TFC). Les résultats de ce dernier n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Les analyses sérologiques ont donné des séroprévalences individuelles de 6,2 p. 100 à la SAW, 5,1 p. 100 au TRB et 7,0 p. 100 à l'iElisa. L'analyse bayésienne faite avec ces mêmes résultats sérologiques a permis d'obtenir une estimation de la prévalence réelle de la brucellose de 8,8 p. 100 (intervalle de crédibilité à 95 p. 100 : 5,0–16,4). Ces résultats constituent une bonne indication de l'importance de la brucellose dans cette partie de la Côte d'Ivoire et confirment l'attention qui doit être accordée à cette maladie.

■ INTRODUCTION

L'élevage occupe une place importante pour les populations africaines. Le développement de cet élevage est cependant sous la contrainte de nombreux facteurs dont les contraintes pathologiques. Outre leur impact sur la santé des animaux, certaines de ces pathologies, peuvent aussi causer des problèmes de santé publique. C'est le cas de la brucellose (1, 6, 10), maladie fortement pathogène, due à des bactéries du genre *Brucella*. Affectant aussi bien les humains que de nombreuses espèces animales domestiques et sauvages, elle est considérée comme l'une des zoonoses les plus répandues dans le monde (8, 17). Chez les animaux, la brucellose

bovine, essentiellement due à *Brucella abortus*, reste la plus répandue en Afrique (7, 15). Connue depuis de nombreuses années en Côte d'Ivoire, cette maladie du bétail y est considérée comme une dominante pathologique (4). A ce titre, diverses études épidémiologiques lui ont ainsi été consacrées, mais elles sont relativement peu nombreuses et peu récentes (4, 6, 13, 18). S'inscrivant dans la continuité de l'étude de Thys et coll. en 2005 (24), la présente étude a eu pour objectif de contribuer à l'actualisation des connaissances épidémiologiques sur la brucellose bovine dans le centre de la Côte d'Ivoire et, notamment, dans les régions du N'Zi Comoé et des Lacs.

■ MATERIEL ET METHODES

Contexte de l'étude

Les régions du N'Zi Comoé et des Lacs sont localisées au centre du pays, à environ 300 km au nord d'Abidjan, la capitale économique du pays. Elles sont subdivisées administrativement en plusieurs départements (figure 1). Le centre de la Côte d'Ivoire est une zone intermédiaire entre le nord (relativement sec) et le sud (humide) du pays, aussi bien au niveau du climat que de la végétation.

1. Laboratoire national d'appui au développement agricole (Lanada), Abidjan, Côte d'Ivoire.

2. Département de bactériologie et d'immunologie, Centre d'étude et de recherches vétérinaires et agrochimiques (Cerva), Bruxelles, Belgique.

3. Institut de médecine tropicale, département de santé animale, Anvers, Belgique.

* Auteur pour la correspondance

Institut de médecine tropicale, département de santé animale, Nationalestraat 155, Anvers, Belgique.

Tél. : +32 3 247 63 92 ; fax : +32 3 247 62 68

E-mail : ethys@itg.be



Figure 1 : zone d'étude avec les localités de Bongouanou, Dimbokro, Toumodi, Yamoussoukro et Tiébissou (Côte d'Ivoire).

Habituellement, cette zone est occupée par des élevages bovins de type sédentaire avec parfois quelques troupeaux transhumants. Le mode d'élevage dominant est de type traditionnel sédentaire avec le recours au pâturage comme principale source alimentaire. Le cheptel est constitué de taurins (*Bos taurus*) (N'Dama, Baoulé) et de zébus (*Bos indicus*) transhumants. On y trouve aussi des métis issus de croisements entre zébus et taurins.

Données de l'étude

Les données utilisées dans cette étude sont issues du N'Zi Comoé et des Lacs. Elles ont été collectées lors d'une enquête de séro-surveillance organisée en 2005 dans le cadre des activités du programme panafricain de contrôle des épizooties en Côte d'Ivoire. Cette enquête a eu pour objectif de détecter la présence de la peste bovine, avec un niveau de confiance de 95 p. 100 en supposant une prévalence de 1 p. 100 au niveau des troupeaux et de 5 p. 100 au sein des troupeaux du pays (14). Un échantillon aléatoire de 15 animaux de plus d'un an d'âge a été sélectionné dans chaque troupeau sélectionné. A chaque fois, des informations complémentaires (race, sexe, âge, localité, nom du propriétaire) ont été collectées.

Ainsi, 660 sérums bovins ont été collectés dans les 44 troupeaux localisés dans les cinq départements de ces deux régions, puis utilisés dans le cadre de cette étude de prévalence (tableau I). Cet échantillon était composé essentiellement de femelles issues de troupeaux traditionnels sédentaires, avec environ deux tiers des bovins métis et zébus, d'une part, et deux tiers des bovins de plus de trois ans, d'autre part (tableau II).

Analyses sérologiques

Les sérums ont été analysés au Centre d'étude et de recherches vétérinaires et agrochimiques (Cerva, Bruxelles, Belgique) en utilisant quatre tests sérologiques de diagnostic de la brucellose : la séro-agglutination lente de Wright (SAW), le test au rose bengale (TRB), le test d'Elisa indirect (iElisa) et le test de fixation du complément (TFC). Ces tests ont été appliqués selon Shey-Njila et coll. (22), et Thys et coll. (24).

Tableau I

Nombre de troupeaux et de sérums collectés par région et par département

Région	Département	Nb. de troupeaux	Nb. de sérums collectés
N'Zi	Bongouanou	15	225
Comoé	Dimbokro	12	180
Lacs	Tiébissou	7	105
	Toumodi	5	75
	Yamoussoukro	5	75
Total		44	660

Tableau II

Composition de l'échantillon par sexe, âge et race

Sexe	Age	Race			Total
		Taurin	Zébu	Zébu x Taurin	
Femelle	1 à 3 ans	67	20	127	214
	> 3 ans	115	20	162	297
Total femelle		182	40	289	511
Mâle	1 à 3 ans	42	14	72	128
	> 3 ans	4	4	13	21
Total mâle		46	18	85	149
Total (femelle + mâle)		228	58	374	660

Analyse statistique bayésienne

Pour l'estimation de la prévalence réelle, une approche bayésienne a été utilisée (5, 19). Cette technique d'analyse statistique a consisté à combiner les résultats des tests sérologiques dans un modèle dit bayésien avec des informations d'experts (information *a priori*) sur la sensibilité et la spécificité des tests utilisés, pour obtenir une estimation de la prévalence réelle *a posteriori*. Cette analyse a été faite à l'aide d'un modèle mathématique multinomial construit à partir des différentes combinaisons possibles de résultats avec les différents tests sérologiques pour chaque sérum. Ce modèle a été basé sur les probabilités conditionnelles (par exemple, la probabilité qu'un individu teste positif au test 2, étant donné qu'il était infecté et positif au test 1) et les éventuelles dépendances conditionnelles entre les tests appliqués dans l'analyse (5). Les informations *a priori*, utiles pour permettre d'avoir des estimations, ont été traduites sous la forme de contraintes sur les valeurs possibles des caractéristiques (sensibilité et spécificité) des tests employés dans ce modèle multinomial (annexe). La concordance de celles-ci avec les résultats d'analyse sérologique ainsi que la validation du modèle utilisé ont été évaluées parallèlement au cours de l'analyse. Les opinions d'expert utilisées dans l'analyse ont été les mêmes que celles utilisées par Thys et coll. (24) et extraites de la synthèse faite par Nielsen sur le diagnostic sérologique de la brucellose (16) (tableau III). Cette analyse a été faite à l'aide du logiciel Winbugs® (5, 19, 23). En raison d'un grand

nombre de résultats ininterprétables au TFC, les résultats de ce dernier test n'ont pas été inclus dans l'analyse.

Tableau III

Informations *a priori* utilisées pour l'analyse bayésienne

Test	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
SAW	29,1 – 100	99,2 – 100
TRB	21 – 98,3	68,8 – 100
TFC	23 – 97,1	30,6 – 100
iElisa	92,5 – 100	90,6 – 100

Source : Nielsen, 2002

SAW : séro-agglutination lente de Wright ; TRB : test du rose bengale ; TFC : test de fixation du complément ; iElisa : Elisa indirect

Annexe

Modèle bayésien utilisé pour l'estimation de la prévalence réelle avec les informations *a priori* de Nielsen sur la sensibilité et la spécificité du test de séro-agglutination lente de Wright.

Les $p[i]$ sont les différents résultats possibles en fonction du nombre de tests utilisés.

Les $\theta[i]$ sont les probabilités conditionnelles.

```

model
{
  res[1:8] ~ dmulti(p[1:8],n)
  p[1]<- $\theta[1]*(1-\theta[2])*(1-\theta[5])*(1-\theta[11])+(1-\theta[1])*\theta[3]*\theta[6]*\theta[12]$ 
  p[2]<- $\theta[1]*(1-\theta[2])*(1-\theta[5])*\theta[11]+(1-\theta[1])*\theta[3]*\theta[6]*(1-\theta[12])$ 
  p[3]<- $\theta[1]*(1-\theta[2])*\theta[5]*(1-\theta[10])+(1-\theta[1])*\theta[3]*(1-\theta[6])*\theta[13]$ 
  p[4]<- $\theta[1]*(1-\theta[2])*\theta[5]*\theta[10]+(1-\theta[1])*\theta[3]*(1-\theta[6])*(1-\theta[13])$ 
  p[5]<- $\theta[1]*\theta[2]*(1-\theta[4])*(1-\theta[9])+(1-\theta[1])*(1-\theta[3])*\theta[7]*\theta[14]$ 
  p[6]<- $\theta[1]*\theta[2]*(1-\theta[4])*\theta[9]+(1-\theta[1])*(1-\theta[3])*\theta[7]*(1-\theta[14])$ 
  p[7]<- $\theta[1]*\theta[2]*\theta[4]*(1-\theta[8])+(1-\theta[1])*(1-\theta[3])*(1-\theta[7])*\theta[15]$ 
  p[8]<- $\theta[1]*\theta[2]*\theta[4]*\theta[8]+(1-\theta[1])*(1-\theta[3])*(1-\theta[7])*(1-\theta[15])$ 
  res1[1:8] ~ dmulti(p[1:8],n)
  for (i in 1:8)
  {
    di[i]<-res[i]*log(max(res[i],1)/(p[i]*n))
    di2[i]<-res1[i]*log(max(res1[i],1)/(p[i]*n))
  }
  G0<-2*sum(di[])
  Gt<-2*sum(di2[])
  bayesp<- step(G0-Gt)
   $\theta[1] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[2] \sim \text{dbeta}(1,1)|(0.291,1)$ 
   $\theta[3] \sim \text{dbeta}(1,1)|(0.992,1)$ 
   $\theta[4] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[5] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[6] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[7] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[8] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[9] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[10] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[11] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[12] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[13] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[14] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
   $\theta[15] \sim \text{dbeta}(1,1)$ 
  se[1]<-  $\theta[2]$ 
  sp[1]<-  $\theta[3]$ 
  se[2]<-  $\theta[2]*\theta[4]+(1-\theta[2])* \theta[5]$ 
  sp[2]<-  $\theta[3]*\theta[6]+(1-\theta[3])* \theta[7]$ 
  se[3]<- $\theta[2]*\theta[4]*\theta[8]+ \theta[2]*(1-\theta[4])* \theta[9]+(1-\theta[2])* \theta[5]*\theta[10]+(1-\theta[2])*(1-\theta[5])* \theta[11]$ 
  sp[3]<- $\theta[3]*\theta[6]*\theta[12]+ \theta[3]*(1-\theta[6])* \theta[13]+(1-\theta[3])* \theta[7]*\theta[14]+(1-\theta[3])*(1-\theta[7])* \theta[15]$ 
}
list(res=c(542,5,18,8,18,2,3,15), n=611)

```

■ RESULTATS

Résultats sérologiques

Les résultats sérologiques bruts obtenus sont résumés dans le tableau IV. Les séroprévalences par test sont présentées dans le tableau V.

Résultats de l'analyse statistique bayésienne

L'analyse bayésienne à partir des résultats sérologiques a permis d'obtenir une estimation de la prévalence réelle avec un intervalle de crédibilité de 95 p. 100. Les meilleures estimations ont été obtenues en utilisant les informations *a priori* fournies par Nielsen sur la SAW. Les résultats sont résumés dans le tableau VI.

Tableau IV

Résultats sérologiques bruts pour les différents tests inclus dans l'analyse

SAW	TRB	iElisa	Nb. de sérums
0	0	0	542
0	0	1	18
0	1	0	5
0	1	1	8
1	0	0	18
1	0	1	2
1	1	0	3
1	1	1	15
			611

SAW : séro-agglutination lente de Wright ; TRB : test du rose bengale ; iElisa : Elisa indirect
0 : test négatif ; 1 : test positif

Tableau V

Séroprévalences et intervalles de crédibilité (IC) à 95%

Test	Nb. de positifs	Séroprévalence (%)	IC
SAW	38	6,2	4,4 – 8,4
TRB	31	5,1	3,5 – 7,1
iElisa	43	7,0	5,1 – 9,4

SAW : séro-agglutination lente de Wright ; TRB : test du rose bengale ; iElisa : Elisa indirect

Tableau VI

Prévalence réelle et intervalle de crédibilité (IC) à 95%

Test appliqué	Prévalence réelle (%)	IC
SAW		
TRB	8,8	5,0 – 16,4
iElisa		

SAW : séro-agglutination lente de Wright ; TRB : test du rose bengale ; iElisa : Elisa indirect

■ DISCUSSION

Les estimations de séroprévalence se sont appuyées sur des données collectées dans un autre cadre et avec un objectif différent de l'estimation d'une prévalence. L'utilisation de telles données a permis d'obtenir de façon rapide et à moindre coût des informations sur la brucellose bovine. Cependant, elle peut présenter quelques limites (20). La taille de l'échantillon ainsi que la bonne distribution spatiale des troupeaux sélectionnés ont paru satisfaisant pour utiliser ces données. Par ailleurs, ce type de données a été déjà utilisé dans des études de prévalences (25).

En considérant les différents tests individuellement, la séroprévalence de la brucellose dans la zone d'étude se situait entre 3,5 à 9,4 p. 100, avec respectivement des estimations de 6,2, 5,1 et 7,0 p. 100 pour les tests SAW, TRB et iElisa. Cela confirme la présence de la brucellose dans cette zone. Cependant dans le cas de la brucellose, l'application isolée des tests sérologiques usuels tel que la SAW, le TRB et l'iElisa ne donnent pas d'information suffisante sur le statut réel des animaux et rend difficile l'estimation de la prévalence. Par ailleurs, bien que la vaccination susceptible d'inférer avec ces tests ne soit pas pratiquée en Côte d'Ivoire, d'autres organismes ayant des caractéristiques antigéniques proches, comme *Yersinia enterocolitica* O:9, *Xanthomonas maltophilia* et *Salmonella urbana*, sont capables de donner une sérologie faussement positive (21).

En l'absence de tests parfaits pour le diagnostic de la brucellose, une combinaison de tests sérologiques a été utilisée afin d'obtenir des estimations plus fiables, de réduire les erreurs de classification et d'améliorer la sensibilité et la spécificité du diagnostic. Une prévalence réelle de 8,8 p. 100 (intervalle de crédibilité de 95 p. 100 : 5,0–16,4) a été ainsi obtenue. Cette estimation était supérieure à celles fournies par les tests individuels. Elle était supérieure, voire le double, de celle obtenue par Thys et coll. en 2005 (24) dans le sud de la Côte d'Ivoire (région des Lagunes) en utilisant cette même approche.

Comparativement au sud, la partie centrale de la Côte d'Ivoire est plus favorable à l'élevage des bovins. De plus grands espaces et pâturages favorisent des densités et concentrations de troupeaux plus grandes ainsi que les mouvements d'animaux, facteurs pouvant augmenter le risque de contact et de dissémination de l'infection (1). Par ailleurs, avec la crise sociopolitique que vit la Côte d'Ivoire depuis 2002, les régions du N'Zi Comoé et des Lacs ont accueilli d'autres troupeaux venus du Nord pour se sédentariser dans ces zones, ce qui a pu influencer également la prévalence estimée par la présente étude. Près de deux tiers des animaux inclus dans cette étude étaient âgés d'au moins trois ans, ce qui pouvait avoir une influence ; la prévalence de la brucellose serait plus élevée chez les animaux âgés (2, 12). Cette estimation, bien que proche des valeurs de 11 à 14 p. 100 et de 10,9 p. 100 obtenues respectivement par Angba et coll. en 1987 (4) et Pilo-Moron et coll. en 1979 (18) en Côte d'Ivoire, reste difficilement comparable à celles-ci en raison de la différence d'approche. Ces estimations étaient basées sur un seul test ou tout au plus sur deux tests en complémentarité.

D'autres études de prévalences ont été également faites sur la brucellose bovine en Afrique et dans la sous-région ouest-africaine et ont permis d'obtenir diverses estimations (2, 3, 10, 15, 25). La différence des tests appliqués, les différentes échelles de ces études et surtout la différence de méthodologie rendent difficile toute comparaison avec l'estimation de la présente étude. Dans la plupart des cas précédents, un seul test (TRB ou TFC ou Elisa ou SAW) ou parfois une association de tests a été utilisé. Ainsi, dans des études récentes, Delafosse et coll. (9), et

Faye et coll. (12) ont respectivement estimé des prévalences de 2,6 p. 100 au Tchad et de 15,8 p. 100 en Ouganda en s'appuyant sur des résultats du TRB ou du TRB associé au TFC. Shey-Njila et coll. (22) ont également trouvé une prévalence de l'ordre de 10 p. 100 en s'appuyant sur des résultats d'Elisa au Cameroun.

■ CONCLUSION

Cette étude a eu pour objectif d'apporter de nouvelles connaissances sur l'épidémiologie de la brucellose bovine en Côte d'Ivoire. Elle a permis de confirmer la présence de cette maladie dans la zone Centre du pays, avec une prévalence réelle estimée à 8,8 p. 100 (intervalle de crédibilité 95 p. 100 : 5,0–16,4). Cette estimation constitue une bonne indication de l'importance de la brucellose dans cette zone et confirme l'attention qui doit être accordée à cette maladie. Toutefois, il est important de prendre en considération le fait que cette estimation a été faite à partir de sérums déjà existants, dont le mode de collecte pouvait avoir une influence. Il est également important de noter que, dans l'approche bayésienne, les informations *a priori* utilisées ont une influence sur l'estimation de la prévalence réelle, d'où l'intérêt de considérer des opinions d'experts les plus fiables possibles. Toutefois, cette approche, en améliorant la sensibilité et la spécificité de diagnostic, et comparée à l'utilisation d'un test unique imparfait, fournit un résultat relativement fiable.

Remerciements

Les auteurs remercient M. O. N'Guessan ainsi que tous les techniciens du Laboratoire régional de Bouaké et du Laboratoire central vétérinaire de Bingerville qui ont participé à la collecte des échantillons et à la préparation de sérums. Mmes M. Marin et C. Desmedt du Cerva sont également remerciées pour leur collaboration lors des analyses sérologiques, ainsi que la Direction générale de la coopération au développement (Dgcd) pour son appui financier.

BIBLIOGRAPHIE

- AKAKPO A.J., 1987. Brucellose animale en Afrique tropicale. Particularités épidémiologique, clinique et bactériologique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 307-320.
- AKAKPO A.J., BORNAREL P., 1987. Epidemiology of animal brucellosis in tropical Africa: clinical, serological and bacteriological surveys. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **6**: 981-1027.
- AKAKPO A.J., BORNAREL P., D'ALMEIDA J.F., 1984. Epidémiologie de la brucellose bovine en Afrique tropicale. I. Enquête sérologique en République populaire du Bénin. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 133-137.
- ANGBA A., TRAORE A., FRITZ P., 1987. Situation de la brucellose animale en Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 325-329.
- BERKVENS D., SPEYBROECK N., PRAET N., ADEL A., LESAFFRE E., 2007. Estimating disease prevalence in a Bayesian framework using probabilistic constraints. *Epidemiology*, **17**: 145-153.
- CAMUS E., 1980. Incidence clinique de la brucellose bovine dans le nord de la Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 263-269.
- CORBEL M.J., 1997. Brucellosis: an overview. *Emerg. infect. Dis.*, **3**: 213-221.
- CORBEL M.J., 2006. Brucellosis in humans and animals. Geneva, Switzerland, WHO, 89 p.
- DELAFOSSE A., GOUTARD F., THEBAUD E., 2002. Epidémiologie de la tuberculose et de la brucellose des bovins en zone périurbaine d'Abéché, Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **55** : 5-13.
- DOMENECH J., 1987. Importance des brucelloses animales en Afrique centrale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **40** : 321-324.

11. DOMENECH J., LUCET P., VALLAT B., STEWART C., BONNET J.B., BERTAUDIÈRE L., 1980. La brucellose bovine en Afrique centrale. II. Etude clinique et épidémiologique : particularités régionales et problèmes de l'élevage semi-intensif. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **33** : 277-284.
12. FAYE B., CASTEL V., LESNOFF M., RUTABINDA D., DHALWA J., 2005. Tuberculosis and brucellosis prevalence survey on dairy cattle in Mbarara milk basin (Uganda). *Prev. vet. Med.*, **67**: 267-281.
13. GIDEL R., ALBERT J.P., MAO G.L., RETIF M., 1974. La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger, de 1970 à 1973. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **27** : 403-418.
14. JAMES A.D., 1998. Guide to epidemiological surveillance for Rinderpest. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **17**: 796-809.
15. MCDERMOTT J.J., ARIMI S.M., 2002. Brucellosis in sub-Saharan Africa: epidemiology, control and impact. *Vet. Microbiol.*, **90**: 111-134.
16. NIELSEN K., 2002. Diagnosis of brucellosis by serology. *Vet. Microbiol.*, **90**: 447-459.
17. PAPPAS G., PAPADIMITRIOU P., AKRITIDIS N., CHRISTOU L., TSIANOS E.V., 2006. The new global map of human brucellosis. *Lancet Infect. Dis.*, **6**: 91-99.
18. PILO-MORON E., PIERRE F., KOUAME J.B., 1979. La brucellose bovine en Côte-d'Ivoire. *Epidémiologie. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **32** : 325-333.
19. PRAET N., DORNY P., SAEGERMAN C., MARCOTTY T., BERKVENNS D., 2006. Estimating disease prevalence and diagnostic test characteristics using a Bayesian approach. *Epidémiol. Santé Anim.*: 113-130.
20. PUTT S.N.H., SHAW A.P.M., WOODS A.J., TYLER L., JAMES A.D., 1988. The epidemiological approach to investigating disease problem. In: *Veterinary epidemiology and economics in Africa: A manual for use in the design and appraisal of livestock health policy*, 2nd Edn. Rome, Italy, FAO, <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5436E/x5436E00.htm>
21. SAEGERMAN C., DE WAELE L., GILSON D., GODFROID J., THIANGE P., MICHEL P., LIMBOURG B., VO T.K.O., LIMET J., LETESSON J.J., BERKVENNS D., 2004. Evaluation of three serum i-ELISA using monoclonal antibodies and protein G as peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Microbiol.*, **100**: 91-105.
22. SHEY-NJILA O., DAOUDA, NYA E., ZOLI P.A., WALRAVENS K., GODFROID J., GEERTS S., 2005. Serological survey of bovine brucellosis in Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **58**: 139-143.
23. SPIEGELHALTER D.J., THOMAS A., BEST N., LUNN D., 2003. WinBUGS Version 1.4 User manuel. <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/winbugs/manual14.pdf>
24. THYS E., YAHAYA M.A., WALRAVENS K., BAUDOUX C., BAGAYOKO I., BERKVENNS D., GEERTS S., 2005. Etude de la prévalence de la brucellose bovine en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **58** : 205-209.
25. TOUNKARA K., MAIGA S., TRAORE A., SECK B.M., AKAKPO A.J., 1994. Epidemiology of bovine brucellosis in Mali - Serological survey and initial isolation of *Brucella abortus* strains. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **13**: 777-786.

Reçu le 14.09.2007, accepté le 15.12.2008

Summary

Sanogo M., Cissé B., Ouattara M., Walravens K., Praet N., Berkvens D., Thys E. Real Prevalence of Bovine Brucellosis in the Center of Ivory Coast

During a serosurveillance survey carried out from July to August 2005 in Ivory Coast, 660 sera were collected in the administrative regions of N'Zi Comoé and Lacs, in the central part of the country. The sera were used to determine the real prevalence of bovine brucellosis using a Bayesian framework with four serological diagnostic tests: slow agglutination of Wright (SAW), rose bengale test (RBT), indirect ELISA (iELISA) and complement fixation test (CFT). CFT results were not taken into account in the study. The serological analyses showed individual seroprevalences of 6.2% with SAW, 5.1% with RBT and 7.0% with iELISA. The Bayesian analysis performed with the same serological results helped to estimate at 8.8% the real prevalence of brucellosis (credibility interval of 95%: 5.0–16.4). Results show the importance of brucellosis in this part of Ivory Coast and confirm the attention that must be given to the disease.

Keywords: Cattle – *Brucella* – Brucellosis – Immunological technique – Morbidity – Cote d'Ivoire.

Resumen

Sanogo M., Cissé B., Ouattara M., Walravens K., Praet N., Berkvens D., Thys E. Prevalencia real de la brucelosis bovina en el centro de Costa de Marfil

Durante la encuesta de vigilancia activa de la peste bovina organizada en Costa de Marfil entre julio y agosto 2005, se recolectaron 660 sueros en las regiones administrativas de N'Zi Comoé y de los Lagos, en el centro del país. Estos sueros fueron utilizados para obtener una estimación de la prevalencia real de la brucelosis bovina, utilizando un enfoque estadístico bayesiano con cuatro tests de diagnóstico serológico: la aglutinación serológica lenta de Wright (ASW), el test de rosa bengala (TRB), el Elisa indirecto (iElisa) y el test de fijación de complemento (TFC). Los resultados de este último no fueron tomados en cuenta en este estudio. Los análisis serológicos dieron prevalencias serológicas individuales de 6,2% con la ASW, 5,1% con TRB y 7,0% con iElisa. El análisis bayesiano realizado con estos mismos resultados serológicos permitió obtener una estimación de la prevalencia real de la brucelosis de 8,8% (intervalo de credibilidad de 95%: 5,0-16,4). Estos resultados constituyen una buena indicación de la importancia de la brucelosis en esta parte de Costa de Marfil y confirman la atención que se debe dar a esta enfermedad.

Palabras clave: Ganado bovino – *Brucella* – Brucelosis – Técnica inmunológica – Morbosidad – Cote d'Ivoire.

Impact de la sécheresse et de la dégradation des aires protégées sur la répartition des trypanosomoses bovines et de leurs vecteurs dans le bassin versant de l'Oti au nord du Togo

B. Dao^{1*} G. Hendrickx² I. Sidibé¹
A.M.G. Belem³ S. De La Rocque⁴

Mots-clés

Bovin – *Glossina* – Trypanosomose – Sécheresse – Déboisement – Système d'information géographique – Togo.

Résumé

Logé dans l'aire de transition entre les zones semi-aride au Nord et humide au Sud, le bassin versant de l'Oti (BVO) a subi durant les décennies 1970 - 1990 de très fortes pressions anthropiques et climatiques. La sécheresse, l'avancée du désert et les activités économiques reposant essentiellement sur l'agriculture et l'élevage ont contribué à la dégradation de ce bassin. En outre, de par sa position, le BVO accueille chaque année pendant la saison sèche du bétail transhumant venant du Burkina Faso et du Niger. Ce mouvement saisonnier des bovins transhumants a été source de maintien et de transmission de plusieurs maladies transfrontalières et des trypanosomoses animales. Des données de synthèse bibliographique et d'enquêtes de terrain effectuées en fin de saison sèche en avril et mai 2006, traitées dans un système d'information géographique (SIG), ont permis d'évaluer l'impact des facteurs anthropiques et climatiques sur l'épidémiologie des trypanosomoses animales dans le BVO. Les résultats de l'étude ont montré que le BVO était fortement dégradé ; les grands mammifères sauvages et les glossines ont quasiment disparu de la réserve de faune de la Fosse aux lions. *Glossina tachinoïdes* a été la seule espèce capturée au nord du 10^e parallèle de latitude N. *Trypanosoma vivax* a été classé comme le principal parasite responsable des trypanosomoses bovines. Il a été conclu que l'homme par son action sur l'environnement et les changements climatiques ont provoqué un recul vers le sud de l'aire de répartition des glossines.

■ INTRODUCTION

Le concept juridique de « zones protégées » a été introduit en Afrique occidentale française en 1925. En application à ce concept, le gouverneur général du Togo, pour empêcher une grande déforestation du pays, a pris un arrêté créant de vastes domaines forestiers

classés (3). Ces domaines sont demeurés, autant que possible, à l'écart de tout contact humain. La pénétration et la chasse ont été interdites (4, 15, 27, 28, 33). Le souci de conservation du patrimoine faunistique et végétal a conduit le Gouvernement Togolais à agrandir certaines aires et en ériger d'autres en parcs nationaux (33).

Dans l'extrême nord du Togo, toute la vallée de l'Oti a été mise sous protection en 1981, créant la réserve de faune Oti - Mandouri d'une superficie de 1 878,40 km² (1, 4). Ces aires, souvent maintenues *manu militari*, ont, certes, permis de préserver les formations faunistiques et végétales, mais ont privé la population agricole riveraine des terres arables. Elles ont en outre provoqué une surexploitation et un surpâturage des zones non interdites entraînant ainsi un appauvrissement et une dégradation des sols et du couvert végétal. Durant les années 1990, suite à la crise sociopolitique consécutive à l'avènement de la démocratie, le système de protection militaire

1. Cirdes, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

2. Avia - GIS, Zoersel, B-2980 Belgium.

3. IDR/UPB, Ouagadougou, Burkina Faso.

4. FAO, Rome, Italie.

* Auteur pour la correspondance

Institut togolais de recherche agronomique, BP 1163, Lomé, Togo.

Tél. : +228 25 21 48 ; fax : +228 25 15 59

E-mail : balabadidao@yahoo.fr

s'est affaibli. C'est ainsi que les populations ont envahi partiellement ou totalement les aires protégées en exploitant d'une manière anarchique et illicite les ressources forestières et fauniques (2, 33).

Bien qu'offrant des atouts à l'agriculture et à l'élevage, les terres ré-envahies hébergent des mouches tsé-tsé, vecteurs des trypanosomoses humaines et animales. Ces insectes sont étroitement liés à la végétation (9). La dégradation de cette dernière souvent due à l'action anthropique et climatique entraîne des répercussions négatives aussi bien sur la densité des glossines que sur la distribution des hôtes (6, 13, 18, 19, 32).

La présente étude, entreprise seize ans après la ré-invasion partielle ou totale des aires protégées, a eu pour objectif de déterminer l'impact des facteurs anthropiques et climatiques sur la répartition des trypanosomoses bovines, de leurs vecteurs, et de leurs hôtes.

■ MATERIEL ET METHODES

La zone d'étude (figure 1) est localisée entre 0° et 1° de long. E, et 10° et 11° de lat. N. D'une superficie de 8 533 km², un tiers de la zone d'étude est occupé par des réserves de flore et de faune. Le fleuve Oti et ses affluents constituent le principal réseau hydrographique. Le climat est subhumide, de type tropical continental avec une seule saison sèche très marquée d'octobre à avril, suivie d'une saison de pluie le reste de l'année. Durant la saison sèche, l'hygrométrie descend en dessous de 15 p. 100 et l'harmattan souffle de novembre à février. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 000 mm mais elle présente des variations interannuelles importantes. Elle est mal répartie dans le temps et dans l'espace, et le nombre moyen de jours de pluie est de 55. Les pics de température mensuelle maximale sont enregistrés en mars (38 °C) et en novembre (33 °C), et les pics de température mensuelle minimale surviennent aux mois de janvier (17 °C) et d'août (15 °C).

L'étude a nécessité une phase de collecte de données de base à travers une synthèse bibliographique suivie d'une enquête sur les trypanosomoses et leurs principaux vecteurs.



Figure 1 : zone d'étude.

Synthèse bibliographique

La documentation a comporté diverses cartes thématiques disponibles : carte de végétation, d'occupation des terres, de relief, de géologie, d'hydrographie et des voies de communication. Les couches de données alphanumériques relatives à l'agriculture, la démographie, l'élevage et les données épidémiologiques existantes ont été extraites des publications scientifiques, des rapports et mémoires. Les cartes, souvent à différentes échelles et projections, ont été numérisées puis importées à l'aide d'un système d'information géographique, Arcview GIS 3.2a. Le système de projection qui limite les déformations au niveau du Togo est la projection *universal transverse mercator* (UTM), fuseau 31. Le géoïde de référence est le World Geodesic System 1984 (WGS84).

Enquêtes sur le vecteur et le parasite

Deux enquêtes entomologique et protozoologique ont été menées simultanément à la fin de la saison sèche durant les mois d'avril et de mai 2006. Le fleuve Oti et ses affluents ont été prospectés avec deux types de pièges, le piège biconique standard (10) et le piège monoconique de type Vavoua (23). Dans chaque site, les pièges (biconique et monoconique posés alternativement) ont été déployés pendant 48 heures à un intervalle de 100–200 m le long de la végétation riveraine. Chaque piège a été localisé à l'aide d'un système de positionnement global (GPS). En pratique, 46, 28, 12, 6 et 3 pièges ont été posés respectivement sur le long de la rivière Oti et de ses affluents, Sansargou, Koumongou, Oualé et Koumbéloti. En plus, 30 pièges ont été déployés sur le Koulougona, un affluent de la Volta blanche. Les mouches capturées ont été dénombrées selon les espèces, le sexe et le statut nutritionnel. La densité apparente a été définie comme le nombre moyen de mouches tsé-tsé capturées par piège et par jour.

Les troupeaux échantillonnés ont été choisis au hasard parmi ceux qui ont été trouvés dans le voisinage des sites de piégeage en se basant sur une énumération obtenue des riverains. Au niveau de chaque troupeau, les bovins ont été choisis parmi les animaux présents au moment de l'échantillonnage en tenant compte de l'effectif et de la structure du troupeau. Au moins 10 p. 100 de l'effectif total a été prélevé. Les positions géographiques des troupeaux échantillonnés ont été relevées à l'aide du GPS. Les prélèvements sanguins ont été effectués à la veine jugulaire dans des tubes héparinés de 5 ml. Au total, 486 bovins ont été examinés dans 33 troupeaux, soit 79 taurins, 315 métis et 92 zébus (11). Les examens parasitologiques ont été effectués par la méthode du *buffy coat* (29). Le sang collecté a été soumis à une centrifugation différentielle dans les tubes capillaires. Le *buffy coat* a été examiné en microscopie à fond noir après son étalement entre lame et lamelle. La lecture de l'hématocrite a été effectuée sur un lecteur standard. Les différentes espèces de trypanosomes ont été identifiées par rapport à leurs mouvements. Les principaux paramètres intervenant dans le diagnostic, tels que l'âge, la race, la nature et la date du dernier traitement trypanocide et le nombre d'animaux présents, ont également été notés.

Enquête sur les hôtes nourriciers sauvages et domestiques

Cette enquête a été conduite simultanément avec les enquêtes entomologiques. Elle a consisté à évaluer, avec l'aide d'un spécialiste des eaux et forêts, l'abondance des grands mammifères sauvages et domestiques par la recherche de leurs indices de présence (crottes, empreintes, présence physique et restes de nourriture). L'état de dégradation des indices (frais, récent, vieux, très vieux) a été relevé.

■ RESULTATS

Aspects physiques et humains de la zone d'étude

Lorsqu'on parle d'un état dégradé ou fragmenté, on se réfère toujours à un état original homogène. La fragmentation des habitats est un thème d'actualité sur le plan mondial, mais peu d'écrits relatifs à ce sujet, du moins en ce qui concerne la zone d'étude, sont disponibles. Néanmoins, les résultats de deux travaux, l'un sur l'état de dégradation des terres et de l'environnement au Togo (8) et l'autre sur l'inventaire des terres irrigables de la région des Savanes ont été exploités (26). En associant ces données aux critères géomorphologiques, agronomiques, humains et socio-économiques, les auteurs ont défini trois grands ensembles homogènes (figure 2) : du nord au sud, zone I, zone II et zone III. Les caractéristiques physiques et humaines de chaque sous-zone ont été décrites dans le tableau I.

Résultats entomologiques

Deux espèces de glossines riveraines (*Glossina palpalis palpalis*, *G. tachinoides*) et une espèce de savane (*G. morsitans submorsitans*) ont été capturées. *G. tachinoides* a été l'unique espèce prise sur l'Oti et sur ses affluents. Aucune glossine n'a été capturée sur la rivière Koulongona. *G. m. submorsitans* et *G. p. palpalis* ont été capturées sur la rivière Koumongou au niveau de Naboulgou dans le parc national de Kéran. Les sites de capture de ces trois espèces ont été présentés dans la figure 3. Au niveau régional, la densité apparente par piège et par jour de mouches tsé-tsé a été de $0,67 \pm 0,49$ (tableau II).

Résultats parasitologiques

Le diagnostic parasitologique a donné une prévalence moyenne de $3,29 \pm 1,58$ p. 100 (tableau III) de trypanosomes pathogènes dont

12 cas de *Trypanosoma vivax* (2,47 p. 100) et 4 cas de *T. congolense* (0,82 p. 100). Aucun cas d'infection mixte ou par *T. brucei* n'a été diagnostiqué. L'hématocrite moyen des troupeaux a été de $26,17 \pm 0,54$ p. 100 pour tous les types de bovins. La moyenne la plus élevée a été de 29 p. 100 à Natchakou et la plus faible de 22 p. 100 à Mango. Le pourcentage d'individus dont l'hématocrite a été inférieur à 25 p. 100 (seuil classiquement considéré comme révélateur d'un état

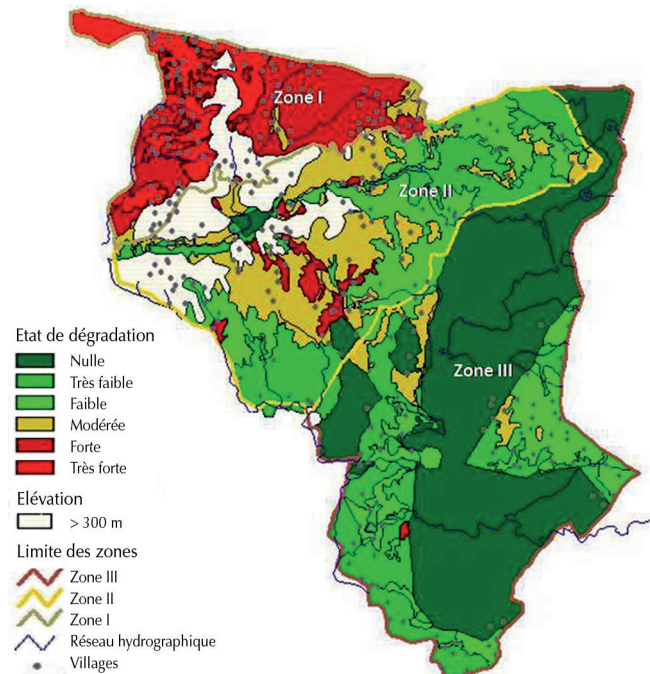


Figure 2 : ensembles homogènes du bassin.

Tableau I

Caractéristiques physiques et humaines des zones homogènes

Caractéristiques	Zone I	Zone II	Zone III
Géomorphologie	Pénéplaine sur socle granitique Sol pauvre très dégradé	Collines gréseuses avec des falaises abruptes Sol modérément dégradé	Vaste plaine en pente douce Sol marécageux et inondable
Altitude	200–250 m	300–350 m	100–200 m
Pluviométrie	900–1 000 mm	1000 mm	1000–1100 mm
Aires protégées	0	3	2
Hydrographie	Rivières non permanentes	Rivières non permanentes	3 rivières permanentes
Terres utilisés (%)	60–80 %	10–30 %	< 10 %
Densité humaine	> 200 hab. / km ²	25–100 hab. / km ²	10–20 hab. / km ²
Densité bétail	> 25 têtes / km ²	10–25 têtes / km ²	5–10 têtes / km ²
Mouvement migratoire	Vers les zones II et III	Vers la zone III	Zone d'accueil
Transhumance	Petite transhumance	Petite transhumance	Zone d'accueil
Mode d'élevage	Traditionnel à but non commercial Race taurine très représentée	Traditionnel à but commercial Race taurine très représentée	Traditionnel amélioré à but commercial Un fort taux de métissage avec les zébus
Traction animale	Très utilisée	Moyennement utilisée	Faiblement utilisée
Principales cultures	Culture vivrière (céréale, légumineuse) Culture de rente (coton)	Culture de rente (coton)	Culture vivrière (céréale, légumineuse, tubercule) Culture de rente (coton, pastèque *)

* Culture récemment introduite par les immigrants Mossé

Tableau II

Densité de glossines capturées par site

Site de piégeage	Nb. de pièges	Nb. de jours	<i>Glossina tachinoides</i>						<i>Glossina p. palpalis</i>						<i>G. m. submorsitans</i>						DAP
			M			F			M			F			M			F			
			T	NT	TM	T	NT	TF	T	NT	TM	T	NT	TF	T	NT	TM	T	NT	TF	
Tambango (Fosse aux lions)	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Nano - Moane	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Tampialime	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Pogno	2	2	0	0		0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0,00
Borgou - Bombenga	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Panseri - Bouldjoaré	12	2	12	6	18	14	16	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00
Taro	12	2	4	19	23	6	12	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,71
Donga - Mandouri	8	2	2	7	9	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,78
Nagbati	6	2	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
D. Graviwou	14	2	1	1	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
Mango	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Gnagbandi	4	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
Naboulgou	12	2	26	17	43	0	2	2	0	0	0	1	0	1	0	1	1	3	12	15	2,58
Moyenne régionale																					0,67
Ecart-type																					2,84
Intervalle de confiance																					0,49

M : mâle ; F : femelle ; T : ténéral ; NT : non ténéral ; TM : total mâles ; TF : total femelles ; DAP : densité apparente/piège/jour
* $\alpha = 0,05$

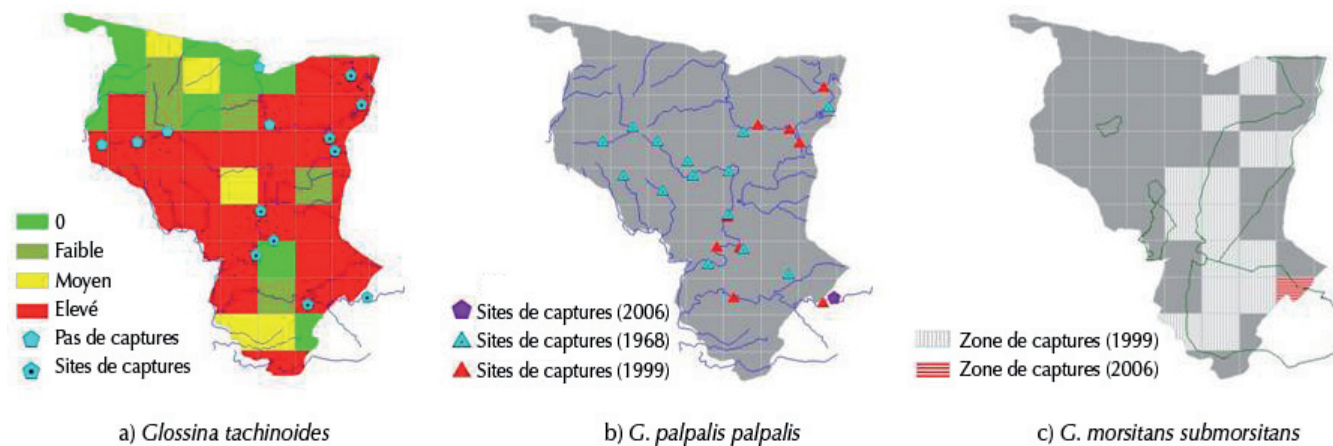


Figure 3 : carte de répartition des glossines. Source : Hendrickx et Napala, 1999.

pathologique) a été de 28 p. 100, soit 136/486. Ce pourcentage a été de 29, 30 et 22 p. 100 respectivement pour les taurins (23/79), les métis (93/315) et les zébus (22/92). Les rapports entre les prévalences et les hématocrites obtenus dans la présente étude et ceux provenant de résultats antérieurs sont présentés dans la figure 4.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que *G. tachinoides* a été la seule espèce de glossine capturée sur l'Oti et ses affluents au nord de 10° de latitude nord. Quant aux deux autres espèces,

G. m. submorsitans et *G. p. palpalis*, elles n'ont été prises que sur la rivière Koumongou. En revanche, sur la rivière Koulongou traversant la réserve de faune de la Fosse aux lions, aucune glossine n'a été capturée. La carte de distribution des glossines (figure 3) a montré un important changement de la distribution spatiale (limite Nord) des espèces capturées par rapport aux résultats précédents (11, 17, 18, 19, 21, 24, 25). Jusqu'en 1999, *G. p. palpalis* (figure 3b) a été souvent capturée au niveau des îlots de végétation riveraine dense associés à une eau stagnante au nord de 10° de latitude nord. Quant à *G. m. submorsitans* (figure 3c) souvent associée à la faune sauvage, elle a été capturée tout le long de l'Oti, de l'embouchure de Koumongou

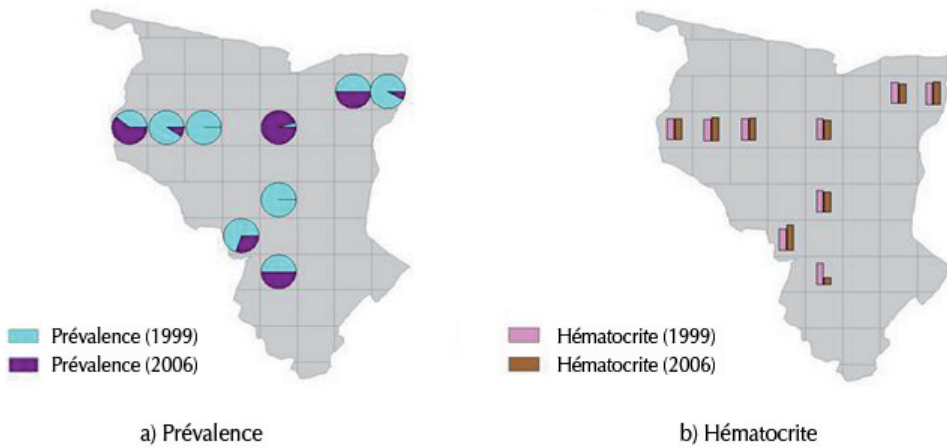


Figure 4 : rapport entre les prévalences et les hématocrites obtenus en 1999 et 2006.

Tableau III

Prévalences trypanosomiennes et hématocrite des bovins par localité

Localité	Taille échantillon	Hct	SD	IC	TC	TV	TB	Prévalence (%)	SD	IC	Nb. bovins Hct < 25
Tambango	24	28			0	0	0	0	3		3
Moane	35	26			2	0	0	5,71	17		17
Nano	50	27			0	0	0	0	10		10
Tampialime	35	27			2	2	0	11,43	7		7
Borgou	17	27			0	0	0	0	4		4
Bombenga	33	27			0	0	0	0	9		9
Bouldjoaré	34	25			0	0	0	0	13		13
Mandouri	50	27			0	2	0	4	15		15
Donga	63	26			0	2	0	3,17	32		32
Mango	64	22			0	3	0	4,69	17		17
Natchakou	18	29			0	0	0	0	1		1
N'gongopri	15	27			0	0	0	0	3		3
Massangou	17	27			0	0	0	0	4		4
Akpossou	31	28						9,68	1		1
Moy. rég.		26,17	6,18	0,55				3,29	17,86	1,59	
Taurin	79	27			1	2	0	3,8			23
Zébu x taurin	315	26			3	6	0	2,86			93
Zébu	92	27			0	4	0	4,35			20

Hct : hématocrite ; SD : écart-type ; IC : intervalle de confiance ; TC : *Trypanosoma congolense* ; TV : *Trypanosoma vivax* ; TB : *Trypanosoma brucei* ; Moy. rég. : moyenne régionale

au sud de 10°, jusqu'au-delà de 11° de latitude nord, au nord-est du bassin versant. En ce qui concerne *G. tachinoides*, les résultats des travaux antérieurs ont montré son omniprésence sur tout le réseau hydrographique du bassin versant de l'Oti (figure 3a). Les résultats ont montré que, bien que prédominante (90 p. 100 des captures soit 155/ 172), *G. tachinoides* n'a pas été capturée sur la rivière Koulougona. Sur la rivière Sansargou, elle n'a été capturée qu'au niveau de la confluence avec l'Oti. Quant à *G. p. palpalis* et *G. m. submorsitans*, elles ont été sous le seuil mesurable dans le parc national Oti-Mandouri.

Bien que moins efficaces pour les glossines de savanes, les pièges biconiques Challier - Laveissière et les pièges monoconiques de type Vavoua, utilisés dans cette étude, sont des pièges standard, très reconnus pour leur efficacité à capturer des glossines riveraines. Ainsi, la méthode utilisée ne pouvait pas être incriminée pour justi-

fier la disparition de *G. p. palpalis*. Néanmoins, la durée de capture des glossines (48 h) était probablement trop courte pour juger définitivement de l'absence de glossines dans une zone donnée. Une durée de 72 à 94 h répétée dans différents gîtes et à différentes saisons serait souhaitable.

Les actions anthropiques locales et le climat ont été les facteurs déterminants de la réduction de la répartition spatiale et de l'abondance des glossines. En effet, depuis 1990, les aires protégées ont été totalement ou partiellement envahies par les agriculteurs et éleveurs riverains auparavant chassés de force. Ces hommes, à la recherche de terres arables, de bois de chauffe et de charbon de bois, ont défriché de grandes surfaces et détruit des arbres. Ils ont aussi abattu la faune. L'extermination drastique de la faune dans la région des Savanes est rapportée par Schneider (32) qui écrit : « qu'après que les premiers animaux sauvages aient été tués sans

que les auteurs ne soient punis, un vrai massacre de la faune s'était enclenché ». Privées ainsi de leurs habitats et de leurs sources nourricières, les glossines ont régressé ou disparu. Comme d'autres auteurs l'ont déjà souligné (13, 19, 20, 30, 31), la disparition ou la régression des mouches de savanes a ainsi accompagné la flambée du braconnage et la réinstallation des agriculteurs dans les zones protégées. Le retour des agriculteurs et le braconnage ont provoqué une baisse du nombre des animaux sauvages, une augmentation des surfaces cultivées et une dégradation des habitats naturels des glossines. Les espèces de glossines du groupe *morsitans* ont été les premières victimes et les plus vulnérables à l'accroissement de la population humaine et des surfaces agricoles. Cependant, Hendrickx et coll. (17, 19, 20) ont trouvé de faibles densités de *G. tachinoides* dans les zones où l'intensité de l'agriculture était élevée. Les auteurs de la présente étude ont fait le même constat dans la réserve de la Fosse aux lions où le massacre des animaux sauvages a atteint son paroxysme. Aucune *G. tachinoides* n'a été capturée.

Le climat est un des facteurs de la régulation des populations de glossines, ces dernières ayant des exigences bien définies, même dans leurs propres zones de distribution (22). Les climats chauds et excessivement secs limitent leur expansion. Les enquêtes ont eu lieu en saison sèche chaude, période où les mouches tsé-tsé se concentrent dans leurs gîtes favorables. Des spécialistes ont montré que, depuis 1961, le climat de la région des Savanes du Togo tend à une aridification. Ils ont noté une augmentation de la température moyenne annuelle de 0,8 °C et une diminution de la pluviosité de 2,22 mm/an et de 10,6 jours de pluie (27). D'octobre 2005 à mai 2006, la région a connu huit mois secs (pluviométrie < 30 mm/mois). Ce déficit pluviométrique associé aux températures déjà élevées a favorisé le réchauffement, le tarissement des cours d'eau et des sols provoquant certainement une grande mortalité des pupes enfouies. Cette situation a pu mener à des densités de *G. p. palpalis* en dessous du seuil mesurable au niveau de la rivière Oti et a concerné toutes les espèces dans la réserve de la Fosse aux lions.

Un troisième facteur non moins important qui a pu contribuer à la régression des glossines dans le BVO a été la campagne anti-tsé-tsé menée par le Projet national de lutte contre les trypanosomoses et leurs vecteurs durant sa phase d'exécution entre 1990 et 1999. Au cours de celle-ci, des essais pilotes d'application d'insecticide sur bétail (imprégnation topique et pulvérisation) à grande échelle ont été réalisés. En outre, entre les années 1997 et 1999, douze communautés rurales des zones classées prioritaires ont été organisées afin de mener de manière autonome des applications collectives, synchrones et séquentielles d'insecticide sur du bétail. Cette campagne a réduit les glossines en dessous du seuil mesurable (5). Tous ces facteurs ont contribué à la chute de la densité des glossines réduisant ainsi le contact entre ces dernières et les bovins.

De faibles prévalences parasitologiques de trypanosomoses (0–5 p. 100) ont été observées dans les sites enquêtés à l'exception de deux sites, Akpossou (9 p. 100) et Tampialime (11 p. 100). Contrairement aux travaux antérieurs réalisés par Dao (11), et Hendrickx et coll. (17, 19, 20), les présents résultats ont révélé l'ascendance de *T. vivax* sur *T. congolense*. Ce changement a été certainement dû à la raréfaction de *G. m. submorsitans* qui est un vecteur de *T. congolense* (Djiteye, 2008, commun. pers.). Les vecteurs mécaniques permettent un relais de la transmission de *T. vivax*. Il serait judicieux qu'une étude sur ces vecteurs mécaniques soit menée afin de vérifier cette hypothèse. A l'exception du site de Tampialime à l'extrême ouest de la zone d'étude où la prévalence a été plus élevée que celle des travaux antérieurs (11, 19) dans la plupart des cas, le

rapport entre les deux prévalences a été en faveur de celle obtenue antérieurement (figure 4a). La faible prévalence obtenue pouvait aussi s'expliquer par la sensibilité de la méthode utilisée. En effet, la méthode du *buffy coat* n'est pas très sensible pour mesurer la prévalence des infections dans les situations d'enzootie (14). De plus la sélection extemporanée des animaux exposait au risque d'utiliser des animaux traités avec des chimiopréventifs, réduisant les prévalences observées. Néanmoins, associée à la valeur de l'hématocrite, elle a permis d'estimer l'importance des cas de trypanosomose à environ 28 p. 100 (tableau III). Comme toutes les autres techniques parasitologiques, elle est mieux indiquée en zone d'épizootie. Une analyse sérologique s'avère indispensable afin de compléter et d'améliorer ces résultats.

Les hématocrites moyens calculés ont été supérieurs ou égaux à 25 p. 100 dans tous les sites à l'exception de Mango, mais ils ont été concentrés autour de 27 p. 100. Ces hématocrites n'ont pas varié comparés à ceux obtenus antérieurement (figure 4b), ce qui est étonnant vu la réduction observée des prévalences parasitaires et des densités apparentes/piège/jour. D'autres facteurs anémiant tels que les helminthes, les hémoparasites autres que les trypanosomes et le déficit nutritionnel ont pu contribuer au maintien de ces hématocrites.

■ CONCLUSION

Cette étude a montré qu'il y a eu une modification très sensible dans la répartition géographique des glossines dans le Nord Togo. Ceci est observé surtout pour *G. m. submorsitans* et *G. p. palpalis*. La limite nord de ces glossines se localise maintenant nettement plus au sud où subsistent encore leurs habitats naturels, leurs hôtes et l'eau sur une grande partie de l'année. Cette modification de la répartition géographique des glossines a été provoquée indirectement par l'homme, par son action sur la nature (braconnage et déforestation) et aussi par la sécheresse que connaît la région ces derniers temps. Le recul et la baisse de la densité des glossines ont réduit le contact entre ces dernières et les hôtes domestiques, en particulier les bovins, ce qui s'est traduit par les faibles prévalences obtenues. La non ré-invasion de la partie nord du bassin de l'Oti à partir du sud pourrait être due au changement climatique. En effet, ces résultats renforcent l'hypothèse que, dans certains cas, l'effet combiné d'un climat en général plus aride et d'une pression importante de l'agriculture sur le biotope naturel des glossines contribue à empêcher la réinstallation de ces populations après des opérations de contrôle (16, 17) au niveau de leur limite nord en Afrique de l'Ouest. Dans d'autres cas cependant, les zones libérées ont été envahies à nouveau (12). Il serait souhaitable d'étudier ce phénomène avant la lutte, notamment en utilisant les outils génétiques qui permettent de mesurer les probabilités de ré-invasion (7) avec des conséquences importantes sur la méthode générale à adopter pour éradiquer progressivement ce fléau de la zone en partant de la limite nord et avec des risques de ré-invasion minimaux.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet FSP, financé par le ministère des Affaires étrangères de la France. Les auteurs remercient Pr A. Gouro, directeur général du Cirde, pour avoir créé de bonnes conditions de travail, et Dr Z. Bengaly, chef de l'Urbo. Ils remercient les responsables de l'Institut togolais de recherche agronomique (Itra), en particulier Dr A. Agbobl, directeur général, Dr K. Adomefa, directeur scientifique, et M. B. Bonfoh, directeur du CRA-SH. Ils adressent aussi leurs remerciements à D. Amédji, S. Yacnambé, K. Tsini, D. Tchassanti, I. Soulé, K. Awator et K.J. Sanou.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADDRA T.C., FAHEM A.K., DE JONG T., MANK T., 1984. Atlas du développement régional du Togo. Lomé, Togo, ministère du Plan et de l'Industrie, direction générale du Plan et du Développement, 207 p.
2. ASSI H., 2004. Définition d'une stratégie de revalorisation d'un écosystème fragile : cas de la forêt classée de Sadjé (Togo). Mémoire Etudes spécialisées en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, Université de Liège, Belgique, 77 p.
3. AUBREVILLE A., 1937. Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bull. Com. Etud. hist. sci. AOF*, **20**.
4. BANKATI W., 1996. Etude des systèmes d'élevage du bétail dans les zones à glossines récemment occupées par les paysans : cas de la vallée de l'Oti (région des Savanes). Mémoire Ingénieur Agronome, Ecole supérieure d'Agronomie, Université du Bénin, Lomé, Togo, 131 p.
5. BASTIAENSEN P., KOUAGOU N.T., GNOFAM M., BATAWUI K., NAPALA A., HENDRICKX G., 2004. Adoption d'une nouvelle technique de contrôle de la mouche tsétsé par des éleveurs du nord du Togo : considération socio-économiques. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **52** : 142-158.
6. BOUYER J., 2006. Ecologie des glossines du Mouhoun au Burkina Faso : intérêt pour l'épidémiologie et le contrôle des trypanosomoses africaines. Thèse Doct. Sci. chim. biol. Santé, Université de Montpellier II, France, 204 p.
7. BOUYER J., RAVEL S., DUJARDIN J.P., DE MEES T., VIAL L., THEVENON S., GUERRINI L., SIDIBE I., SOLANO P., 2007. Population structuring of *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae) according to landscape fragmentation in the Mouhoun River, Burkina Faso. *J. med. entomol.*, **44**: 788-795.
8. BRABANT P., DARRACQ S., EGUE K., SIMONNEAUX V., 1996. Etat de dégradation des terres résultant des activités humaines. Paris, France, Orstom, 47 p.
9. CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera, Muscidae) en savane d'Afrique Occidentale. Paris, France, Orstom, 274 p.
10. CHALLIER A., LAVEISSIERE C., 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossina : Diptera, Muscidae) : description et essai sur le terrain. *Cah. Orstom. Sér. Ent. méd. parasitol.*, **11** : 252-262.
11. DAO B.B., 1998. Trypanosomose et trypanotolérance au Togo : contribution du système d'information géographique (SIG) à l'étude de l'introgession zébu. Mémoire DEA, faculté des Sciences et Techniques, Université de Dakar, Sénégal, 56 p.
12. DE LA ROCQUE S., MICHEL J.F., BOUYER J., DE WISPELAERE G., CUISANCE D., 2005. Geographical information systems in parasitology: a review of potential applications using the example of animal trypanosomosis in West Africa. *Parasitologia*, **47**: 97-104.
13. DE LA ROCQUE S., MICHEL J.F., CUISANCE D., DE WISPELAERE G., SOLANO P., AUGUSSEAU X., ARNAUD M., GUILLOBEZ S., 2001. Du satellite au microsatellite, le risque trypanosomien : une approche globale pour une décision locale. Montpellier, France, Cirad, 151 p.
14. DESQUESNES M., MICHEL J.-F., DE LA ROCQUE S., SOLANO P., MILLOGO L., BENGALY Z., SIDIBE I., 1999. Enquête parasitologique et sérologique (Elisa-indirect) sur les trypanosomoses des bovins dans la zone de Sidéradougou, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** : 223-232.
15. FOURY P., 1948. Principes des sylvicultures tropicales. *Bois Forêts Trop.*, **2** : 7 p.
16. HENDRICKX G., DE LA ROCQUE S., MATTIOLI R., 2004. Towards long-term tsetse and trypanosomosis management options in West Africa. Rome, Italy, FAO, 57 p. (PAAT tech. sci. Ser. 6)
17. HENDRICKX G., DE LA ROCQUE S., REID R., WINT W., 2001. Spatial trypanosomosis management. From data-layers to decision making. *Trends Parasitol.*, **17**: 35-42.
18. HENDRICKX G., NAPALA A., 1999. Le contrôle de la trypanosomose « à la carte » : une approche intégrée basée sur un système d'information géographique. *Acad. R. Sci. Outre-Mer*, 90 p.
19. HENDRICKX G., NAPALA A., DAO B., BATAWUI D., DE DEKEN R., VERMEILEN A., SLINGENBERGH J.H.W., 1999. A systematic approach to area-wide tsetse distribution and abundance maps. *Bull. Entomol. Res.*, **89**: 231-244.
20. HENDRICKX G., ROGERS D.J., NAPALA A., SLINGENBERGH J.H.W., 1995. Predicting the distribution of riverine tsetse and the prevalence of bovine trypanosomosis in Togo using ground-based and satellite data. In: ISCTRC, Kampala, Uganda, 1993. Nairobi, Kenya, OUA-STRC.
21. ITARD J., 1968. Enquête entomologique dans la région des Savanes (République du Togo). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **21** : 375-385.
22. LAVEISSIERE C., 1976. Répartition des glossines en Haute-Volta : effet de la grande sécheresse de 1972-1973. *Cah. Orstom. Sér. Ent. méd. parasitol.*, **14** : 293-299.
23. LAVEISSIERE C., GREBAUT P., 1990. The trapping of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) Improvement of a model: the Vavoua trap. *Trop. Med. Parasitol.*, **41**: 185-192.
24. MAWUENA K., 1988. Données historiques et bibliographiques sur les glossines et les trypanosomoses animales au Togo (1894-1972). *Trypanotol. Prod. Anim.*, **5** : 101-105.
25. MAWUENA K., 1988. Les glossines au Togo de 1972 à 1987 : revue de la situation et synthèse. *Trypanotol. Prod. Anim.*, **5** : 131-135.
26. MDRHV, 1996. Inventaire de terres irrigables de la région des Savanes. Lomé, Togo, Mdrhv, 35 p.
27. MERF, 2001. Plan national d'action pour l'environnement. Lomé, Togo, Merf, 173 p.
28. MERF, 2001. Programme d'action national de lutte contre la désertification. Lomé, Togo, Merf, 161 p.
29. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINNTYE W.I.M., 1974. An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **71**: 325-326.
30. RAWLINGS P., CEESAY M.L., WACHER T.J., SNOW W.F., 1993. The distribution of the tsetse flies *Glossina morsitans submorsitans* and *G. palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae) in the Gambia and the application of survey results to tsetse and trypanosomiasis control. *Bull Ent. Res.*, **83**: 625-632.
31. REID R.S., KRUSKA R.L., DEICHMANN U., THORNTON P.K., LEAK S.G.A., 2000. Human population growth and the extinction of the tsetse fly. *Agric. Ecosys. Environ.*, **77**: 227-236.
32. SCHNEIDER K., 2001. La démocratie a fait disparaître les animaux sauvages dans le pays Moba au Togo. In : Atelier régional « Faune sauvage et bétail : complémentarité, coexistence ou compétition ? », Niamey, Niger, 16-19 janv. 2001. http://www.virtualcentre.org/fr/res/int/atelier_niamey/default.htm#contrib
33. TCHAMIE T.T.K., 1994. Enseignements à tirer de l'hostilité des populations locales à l'égard des aires protégées au Togo. *Revue int. Forêts Ind. for.*, **45** : 1-8.

Reçu le 14.05.2008, accepté le 06.07.2009

Summary

Dao B., Hendrickx G., Sidibé I., Belem A.M.G., De La Rocque S. Impact of Drought and Degradation of Protected Areas on the Distribution of Bovine Trypanosomoses and their Vectors in the Oti Catchment Basin of Northern Togo

Located at the transition of the semiarid area in the North and the humid area in the South, the Oti catchment basin (OCB) has been subjected to high anthropic and climatic pressures from the 1970s to the 1990s. Drought, advancing desertification and economic activities, which rely mainly on crops and animal husbandry, contributed to the deterioration of the basin. In addition, because of its location, OCB is visited by transhumant cattle from Burkina Faso and Niger every year during the dry season. This seasonal movement of transhumant cattle engenders transmission and upholding of transboundary animal diseases, in particular bovine trypanosomoses. Bibliographical and field data, collected at the end of the dry season in April and May 2006, and processed by a GIS, allowed to assess the impact of anthropic and climatic factors on the epidemiology of animal trypanosomoses in OCB. Results of the survey showed that OCB was badly degraded; large wild mammals and *Glossina* species have become almost extinct in the wildlife reserve of the Lion's Den. *Glossina tachinoides* was the only species captured north of 10° latitude N. *Trypanosoma vivax* was listed as the main parasite responsible for bovine trypanosomosis. It was concluded that land encroachment by man and climate change contributed to the southward retreat of the distribution area of *Glossina* species.

Keywords: Cattle – *Glossina* – Trypanosomosis – Drought – Deforestation – Geographical information system – Togo.

Resumen

Dao B., Hendrickx G., Sidibé I., Belem A.M.G., De La Rocque S. Impacto de la sequía y de la degradación de las áreas protegidas sobre la repartición de los tripanosomas bovinos y de sus vectores en la meseta del Oti, al norte de Togo

La meseta de Oti (BVO), situada en el área de transición entre las zonas semiárida al norte y húmeda al sur, ha sufrido durante las décadas de 1970–1990 fuertes presiones antrópicas y climáticas. La sequía, el avance del desierto y las actividades económicas, que reposan esencialmente sobre la agricultura y la cría han contribuido a la degradación de esta meseta. Por otro lado, debido a su localización, la BVO recibe cada año durante la estación seca, ganado trashumante proveniente de Burkina Faso y de Níger. Este movimiento estacional de los bovinos trashumantes ha sido fuente de mantenimiento y de transmisión de varias enfermedades transfronterizas y de las tripanosomosis animales. Mediante datos de síntesis bibliográfica y encuestas de campo efectuadas al final de la estación seca, de abril a mayo 2006, tratadas con un sistema de información geográfica (SIG), se logró la evaluación del impacto de los factores antrópicos y climáticos sobre la epidemiología de las tripanosomosis animales en la BVO. Los resultados del estudio muestran que la BVO se encuentra fuertemente degradada; los grandes mamíferos salvajes y las glosinas han casi desaparecido de la reserva de fauna de la fosa de los leones. *Glossina tachinoides* fue la única especie capturada al norte del paralelo 10 de latitud norte. *Trypanosoma vivax* se clasificó como el principal parásito responsable de las tripanosomosis bovinas. Se concluyó que el hombre, mediante su efecto sobre el medio ambiente y los cambios climáticos, ha provocado una disminución hacia el sur del área de distribución de las glosinas.

Palabras clave: Ganado bovino – *Glossina* – Tripanosomosis – Sequía – Deforestación – Sistema de información geográfica – Togo.

Traitement insecticide des bovins contre les glossines par pédiluve en conditions expérimentales

J. Bouyer^{1,2*} F. Stachurski^{1,3} A. Gouro² R. Lancelot¹

Mots-clés

Bovin – *Glossina* – Pyrèthrine de synthèse – Contrôle de maladie – Pulvérisation – Trypanosomose – Dispositif expérimental.

Résumé

L'étude du comportement des arthropodes vecteurs peut aboutir à la mise au point de méthodes de lutte innovantes et économiques pour les éleveurs. Ainsi, le traitement ciblé de l'extrémité des membres des bovins par pédiluve acaricide permet-il d'éliminer les tiques *Amblyomma variegatum* (Acari : Ixodidae) capturées au pâturage avant qu'elles n'accèdent à leurs sites de fixation définitifs. Les auteurs ont récemment montré qu'avec une solution d' α -cyperméthrine, le traitement pédiluve était aussi efficace qu'une pulvérisation intégrale pour lutter contre *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (Diptera, Glossinidae) et *G. palpalis gambiensis* Vanderplank 1949. Ils ont comparé ici en conditions expérimentales (cages et étable moustiquaire) l'efficacité d'une formulation de deltaméthrine (Vectocid) administrée par pulvérisation intégrale, partielle, ou par pédiluve, efficacité qui s'est traduite par la paralysie de ces deux espèces et de *G. morsitans submorsitans* Newstead 1910 lorsqu'elles ont été mises en présence des animaux traités. Lors de l'exposition aux glossines en cage, le taux de paralysie des glossines exposées aux bovins imprégnés par pédiluve a été similaire à celui obtenu par pulvérisation partielle ($p = 0,062$) mais inférieur à celui obtenu par aspersion complète ($p < 10^{-3}$). En volières, il a été inférieur à celui des deux autres modalités de traitement ($p < 10^{-3}$). Malgré cela, la mortalité due au pédiluve, calculée sur 15 jours avec une fréquence de traitement de trois jours, est restée supérieure à celle nécessaire pour obtenir l'extinction d'une population isolée de glossines (3 p. 100 j⁻¹). Cette technique pourrait donc être efficace dans la lutte préventive contre les trypanosomoses bovines transmises par les glossines dans certaines conditions.

■ INTRODUCTION

L'étude du comportement des arthropodes vecteurs de maladies infectieuses ou parasitaires peut aboutir à la mise au point de méthodes de lutte innovantes et économiques pour les éleveurs. L'application d'une suspension aqueuse de pyrèthroïdes sur la partie distale des membres des bovins à l'aide d'un pédiluve permet ainsi de tuer les tiques de l'espèce *Amblyomma variegatum* (Acari : Ixodidae) avant qu'elles ne se fixent définitivement sur

leurs hôtes. En effet, chez les bovins pâturant sur parcours naturel, ces tiques se fixent provisoirement dans les espaces interdigués avant de gagner, lorsque les animaux se couchent, leurs sites de prédilection (mamelle, perrinée...) ; elles peuvent alors être facilement éliminées par un traitement administré par pédiluve (14, 15).

De nombreux auteurs ont relevé une dominance marquée des attaques de glossines sur les parties basses des membres, en particulier chez *Glossina tachinoides* (3, 4, 11) et *G. longipennis* (9). Au Cirades, les auteurs ont étudié en étable moustiquaire les zones préférentielles de prise de repas sanguin par *G. palpalis gambiensis* et *G. tachinoides*, qui provoquent les pertes économiques les plus importantes au Burkina Faso. Les zones potentiellement atteintes lors d'un traitement par pédiluve (membres et, dans une moindre mesure, ventre et poitrail), totalisaient ainsi 84 ± 8 p. 100 et 92 ± 6 p. 100 des repas pour *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis* (intervalles de confiance avec $\alpha = 5$ p. 100) (1). L'impact du traitement de bovins à l'aide d'un pédiluve contenant une solution d' α -cyperméthrine (Dominex) a été étudié en étable moustiquaire

1. Cirad, UMR Contrôle des maladies animales exotiques et émergentes, TAA-15/B, Campus international de Baillarguet, Montpellier Cedex 5, F-34398 France.

2. Cirades, UR Elevage et environnement, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

3. Fofifa, département de Recherches zootechniques et vétérinaires, Antananarivo, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +226 20 97 22 87 ; fax : +226 20 97 23 20

E-mail : bouyer@cirad.fr

contre ces deux espèces lors d'un précédent essai. Les animaux avaient été traités à la fréquence de passage préconisée pour la lutte contre les tiques en début de saison des pluies (tous les deux jours). Le traitement par pédiluve a provoqué une paralysie des glossines identique à celle observée lors du traitement intégral par pulvérisation manuelle de la même molécule (1). Malgré le rinçage de l'animal traité, un taux de paralysie des glossines supérieur à 90 p. 100 a encore été observé trois jours après le dernier traitement. Par ailleurs, Vale et coll. ont récemment montré l'efficacité d'un traitement ciblé des parties déclives par pulvérisateur manuel contre *G. pallidipes* et *G. morsitans morsitans* (16, 17).

Le pédiluve permet le traitement de nombreux animaux en peu de temps (après habitude, 120 animaux passent en moins de 15 min dans l'installation) (15). Il donne aux éleveurs la possibilité de mettre en place de façon pérenne une lutte économiquement viable contre les glossines et les trypanosomes, d'une part, et contre *A. variegatum* d'autre part. Ces installations étant de plus en plus utilisées dans le pays pour lutter contre *A. variegatum*, il est important d'évaluer leur impact contre les glossines.

C'est pourquoi des essais ont été mis en place en conditions expérimentales afin de déterminer l'effet insecticide des traitements réalisés à une fréquence ayant une visée acaricide, de préciser l'intervalle entre traitements à appliquer pour lutter contre les glossines sur le terrain, et pour évaluer l'efficacité et la rémanence d'un traitement pédiluve contenant une suspension aqueuse de deltaméthrine (Vectocid) sur trois espèces de glossines, *G. morsitans submorsitans*, *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis*. Ce mode de traitement a été comparé à l'imprégnation totale des animaux par la même formulation, et à la pulvérisation partielle ciblée sur les pattes des bovins.

■ MATERIEL ET METHODES

Recueil des données

Six bovins métis zébu × baoulé, âgés de 3 à 5 ans et pesant de 250 à 350 kg ont été utilisés. Un animal a servi de témoin négatif et n'a fait l'objet d'aucun traitement. Un autre animal a été le témoin positif et a été traité intégralement par pulvérisation manuelle de 2 L de suspension aqueuse de deltaméthrine à la concentration préconisée par le fabricant en Europe (1 mL / 2 L, soit 0,0025 p. 100) ainsi qu'à une concentration double (1 mL / L, soit 0,005 p. 100), préconisée par le fabricant en Afrique subsaharienne. Deux animaux sont passés trois fois à deux jours d'intervalle dans un pédiluve contenant une suspension aqueuse de deltaméthrine à la même concentration (le niveau de la formulation dans le bac du pédiluve a varié durant l'essai entre 19 et 16 cm). Deux animaux ont été traités une fois au niveau des membres jusqu'à l'épaule et la hanche par la même suspension au moyen d'un pulvérisateur manuel (200 mL de suspension). Tous les deux jours, les animaux ont été exposés au soleil pendant 3 h et arrosés entièrement par 50 L d'eau pour se rapprocher des conditions naturelles de la saison des pluies et de l'effet de trempage des pieds qui intervient lors de l'abreuvement (effet de rinçage). Des rotations entre les modalités de traitement (tableau I) ont permis de différencier les variations individuelles des effets du traitement. Un délai permettant la disparition de tout effet insecticide a séparé ces rotations.

Afin d'évaluer l'impact des traitements sur les glossines, deux types de contacts entre les mouches et les animaux ont été étudiés. Pour le premier, des cages contenant 25 individus (*G. p. gambiensis* mâles) ont été régulièrement installées, pendant 10 min, sur huit emplacements précis du corps des bovins (cou, dos, ventre, sections proximales, intermédiaires et distales des pattes avant et arrière) dans le but de comparer l'imprégnation des différentes

zones anatomiques par la formulation insecticide ; au total, 252 lots d'insectes ont été utilisés, soit 6 302 glossines. Pour le second, 300 glossines (en nombre identique pour les trois espèces) ont été lâchées pendant deux heures (de 8 à 10 h du matin) en présence d'un des bovins de l'étude dans une étable recouverte d'une moustiquaire. Les insectes ont ensuite été capturés et placés en cages à l'insectarium. Ces lâchers ont été effectués tous les deux jours jusqu'à l'obtention pendant trois séances successives d'un taux de mortalité inférieur à 50 p. 100 pour le traitement le plus rémanent (pulvérisation complète). Deux cent trente-trois lots d'insectes ont été utilisés, totalisant 22 082 glossines.

Deux heures après leur capture, toutes les glossines ont été examinées afin d'estimer leur état de gorgement et leur éventuelle paralysie. Ce délai a permis de considérer toutes les glossines encore paralysées comme mortes, ce qui aurait été le cas si elles avaient été soumises aux conditions naturelles (prédation et dessèchement).

En début d'expérience, avant tout traitement, chaque bovin a été présenté aux glossines, dans l'étable moustiquaire, à quatre reprises afin d'évaluer une éventuelle différence d'attractivité entre les animaux. Durant l'expérience, les volières ont été systématiquement mouillées une heure avant chaque lâcher, pour assurer la survie des glossines en augmentant l'humidité ambiante, puis lavées après chaque séance pour éliminer les éventuels résidus d'insecticide. Des lâchers d'une heure (entre 8 et 9 h) ont été effectués en volières vides au cours de l'expérience pour déterminer une éventuelle rémanence des insecticides dans le bâtiment. La température et l'hygrométrie ont été mesurées au cours de toutes les séances de lâchers pour écarter l'effet d'un éventuel « accident » climatique.

Analyse des données

La variable à expliquer a été le taux de paralysie des glossines après leur exposition aux animaux traités. Ce taux était formé d'un numérateur égal au nombre de glossines paralysées ou mortes après exposition, et d'un dénominateur égal au nombre de glossines contenues dans la cage ou lâchées dans la volière.

Pour l'étude en cages, les variables explicatives ont été :

- la région anatomique où les cages ont été appliquées : « membres » (partie distale et proximale des membres) et « autres régions » (abdomen, corps, cou, tête) ;
- le type de traitement utilisé pour imprégner les bovins selon quatre modalités : une modalité « Témoin » qui ne comprenait pas d'imprégnation, pour montrer l'absence d'insecticide résiduel dans la volière ou sur les bovins utilisés et dont les données n'ont pas été utilisées dans les analyses statistiques ; une modalité « Spray partiel » avec application de 200 mL de suspension insecticide sur

Tableau I

Plan d'expérience : numéros de boucle des animaux utilisés pour les différentes modalités de traitement

Date du traitement	Témoin	Pulvérisation partielle	Pédiluve	Pulvérisation intégrale
Traitement simple dose				
29/01/2005	196	199	198	197
Traitement double dose				
25/06/2005	152	199	198	197
18/10/2005	932	197	196	199

les pattes des bovins à l'aide d'un spray manuel ; une modalité « Pédiluve » avec traitement des animaux à l'aide d'un pédiluve ; et une modalité « Spray total » avec aspersion de l'ensemble de l'animal par 2 L de suspension insecticide à l'aide d'un pulvérisateur manuel ;

– le temps (en jours) depuis l'imprégnation ; les mouches ont été exposées à des bovins imprégnés d'insecticide depuis le lendemain du traitement jusqu'à quatre semaines après cette date.

Pour l'étude en volière, les variables explicatives ont été :

– l'espèce de glossine – *G. tachinoides*, *G. palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* ;

– la dose utilisée pour le traitement, soit 0,0025 p. 100 (modalité « Simple »), ou 0,005 p. 100 (modalité « Double ») ;

– le type de traitement utilisé pour imprégner les bovins, avec les mêmes modalités que dans le cas précédent ;

– le temps depuis l'imprégnation (en jours).

Une analyse exploratoire a été réalisée afin d'étudier la forme et l'intensité de la relation entre les variables explicatives et la variable à expliquer. Un graphe de dispersion a été utilisé pour représenter la relation entre la variable à expliquer et le temps – ajustée par une régression logistique ordinaire, conditionnellement aux autres variables explicatives.

Etant donné la nature de la variable à expliquer (proportion), un modèle de régression logistique a été utilisé pour quantifier l'intensité de sa relation avec les variables explicatives (8). Différents facteurs étaient susceptibles d'introduire une dispersion des données plus grande – phénomène appelé surdispersion – que celle de la loi binomiale souvent utilisée pour modéliser les proportions (10) : répétition des expositions aux mêmes bovins, conditions climatiques variables selon les jours où les essais ont été réalisés, etc. Pour tenir compte de cette éventualité, les auteurs ont utilisé un modèle de régression logistique bêta-binomiale (12), sauf dans le cas de l'étude de la variabilité du taux de mortalité liée aux bovins imprégnés où un modèle de régression logistique à effets fixes et aléatoires a été utilisé (5). Avec la paramétrisation retenue pour le modèle bêta-binomial, la surdispersion des données (par rapport à une loi binomiale) a été représentée par un coefficient de corrélation intra-groupe ρ .

Différents modèles étaient plausibles et ont été comparés afin de sélectionner le modèle pouvant ajuster correctement les données tout en restant parcimonieux en nombre de paramètres. La qualité de l'ajustement a été vérifiée pour le modèle le plus complexe en calculant la statistique du chi-deux de Pearson (10) et en comparant graphiquement les valeurs observées et prédites. Un modèle plus parcimonieux a ensuite été sélectionné à l'aide du critère d'information d'Akaike (AIC) ou de l'AIC corrigé (AICc) dans le cas de taille d'échantillon n faible par rapport au nombre de paramètres k estimés ($n/k < 40$) (2).

La persistance $T_{50\%}$ de l'effet de la deltaméthrine a été estimée à partir de l'équation des modèles : temps au bout duquel on observe encore 50 p. 100 de mortalité chez les glossines exposées à des bovins imprégnés. L'intervalle de confiance a été estimé à l'aide d'une méthode de Monte Carlo.

Afin de comparer l'impact des différents types de traitement sur des populations de mouches en tenant compte des différents rythmes d'administration de la deltaméthrine (chaque quinzaine pour les aspersions complètes et partielles, tous les trois jours pour le pédiluve), la mortalité $M_{1-15}^{t,g}$ d'une cohorte de glossines de l'espèce g , nées trois jours avant le premier traitement, a été calculée après 15 j d'exposition à des bovins traités selon la méthode t . On a supposé pour cette estimation que les mouches se nourrissaient

uniquement sur bovins imprégnés et que l'intervalle entre les repas de sang était constant et d'une durée de quatre jours. Avec cette hypothèse, les glossines de la cohorte se sont nourries aux jours 1, 5, 9 et 13 pour lesquels la mortalité $p_i^{t,g}$ était celle prédite par le meilleur modèle de régression bêta-binomiale pour la catégorie de traitement t , l'espèce de glossine g le i^e jour après l'administration du traitement. Pour les autres jours, on a supposé que la mortalité des mouches de la cohorte était nulle. La mortalité $M_{1-15}^{t,g}$ a ainsi été calculée selon la formule :

$$\begin{cases} p_i^{t,g} = 0 \text{ si } i \notin \{1, 5, 9, 13\} \\ M_{1-15}^{t,g} = 1 - \prod_{i=1}^{15} (1 - p_i^{t,g}) \end{cases}$$

Une régression logistique à effets fixes et aléatoires a été effectuée pour étudier la variabilité de la réponse liée à la vache. Pour le lot i de glossines et la vache j , $j \in \{1, \dots, 6\}$, le modèle de la mortalité observée $p_{i,j}$ a été le suivant :

$$\begin{cases} p_{i,j} = \pi_j + e_{i,j} \\ \text{logit}(\pi_j) = \log\left(\frac{\pi_j}{1 - \pi_j}\right) = Xb + Z\hat{u}_j \\ u_j = N(0, v^2) \end{cases}$$

où π_j était la mortalité prédite par le modèle, $e_{i,j}$ l'erreur résiduelle, X la matrice du plan d'observation correspondant aux effets fixes du meilleur modèle bêta-binomial identifié précédemment, b le vecteur des coefficients de ces effets fixes, Z une matrice colonne unité (ne contient que des 1), u_j le coefficient de l'effet aléatoire lié à l'intercept du modèle, constant pour la vache j et indépendant de l'effet aléatoire de la vache k , avec $j \neq k$, supposé de distribution gaussienne, de moyenne nulle et de variance v^2 (à estimer).

Les valeurs estimées de la mortalité ont été utilisées pour calculer la mortalité $M^{t,g(1-15)}$ en séparant la variabilité liée aux effets fixes $X\hat{b}$ et à la vache j $Z\hat{u}_j$. Le logiciel R a été utilisé pour l'analyse des données et les graphiques (13).

■ RESULTATS

Expérience en cages

Le résultat de l'exploration graphique est présenté dans la figure 1. Les glossines mises au contact des parties déclives des animaux ont subi une mortalité plus forte ; l'application de deltaméthrine par pédiluve a entraîné un taux de mortalité plus faible que le spray partiel ou complet, qui a lui-même fait preuve d'une persistance plus forte que l'aspersion partielle. Aucune mortalité n'a été enregistrée avec le témoin négatif : cette catégorie a été éliminée des analyses ultérieures.

Sur la base des résultats de l'exploration graphique, un modèle additif avec des effets principaux « Temps », « Traitement » et « Région anatomique » semblait s'imposer. D'autres modèles ont été comparés à ce modèle additif pour tester l'existence d'une interaction entre le temps et la catégorie de traitement, et entre le temps et la région anatomique. Le modèle comportant tous les effets principaux ainsi que toutes les interactions d'ordre 1 a également été pris en compte pour servir de base aux comparaisons.

Le meilleur modèle au sens de l'AIC a été le modèle comportant tous les effets principaux ainsi que l'interaction entre le temps et le traitement. La qualité globale de l'ajustement du modèle le plus complet n'a pas été mise en doute par le calcul du chi-deux

($p = 0,67$). L'estimation du coefficient de corrélation intra-groupe du meilleur modèle bêta-binomial a été $\hat{\phi} = 0,64$ ($p < 10^{-3}$). Un test du rapport des vraisemblances a permis de confirmer la signification de l'interaction entre le temps et le traitement ($p = 0,009$). La dispersion des réponses est restée forte pour un profil de variables explicatives données, probablement en raison de l'hétérogénéité de l'imprégnation par la deltaméthrine des régions anatomiques classées dans chacune des deux catégories (membres ou autres). L'interaction entre le temps et la région anatomique n'a pas été significative ($p = 0,67$). L'effet de la région anatomique a été en revanche significatif ($p = 2.10^{-4}$), de même que l'effet du type de traitement ($p = 3.10^{-6}$).

Le taux de paralysie des glossines exposées aux bovins traités par pédiluve a été inférieur à celui obtenu lors de la mise en présence des bovins imprégnés par aspersion complète ($p < 10^{-3}$). En revanche, la différence de taux de mortalité entre les glossines exposées aux bovins traités par pédiluve et celles en contact avec des animaux ayant subi une aspersion partielle n'a pas été significative (test de Wald : $c = 5,6$; ddl = 2 ; $p = 0,062$). Comme attendu après l'exploration graphique (figure 1), le taux de mortalité des glossines exposées aux régions anatomiques supérieures a été inférieur à celui observé aux niveau des membres ($p < 10^{-3}$). Le tableau II présente une synthèse des résultats sous forme de persistance de l'effet de la deltaméthrine ($T_{50\%}$).

Expérience en volière

Le résultat de l'exploration graphique est présenté dans la figure 2. Les glossines exposées aux animaux témoins n'ont pas présenté de mortalité notable, excepté au jour 20 pour l'un d'entre eux (panel supérieur gauche). Cette mortalité a été imputable à une température externe particulièrement élevée ce jour-là. Les glossines exposées aux animaux traités par pulvérisation totale ont connu un taux de mortalité élevé (> 50 p. 100) jusque vers le dixième jour, avec les deux doses de traitement. En revanche, les taux de mortalité sont restés bas pour les animaux imprégnés par aspersion partielle et par pédiluve. Seul le traitement à double dose a permis de maintenir un taux de mortalité supérieur à 50 p. 100 pendant quelques jours. Cette observation a conduit à supposer l'existence

d'une interaction entre les variables temps et dose. La persistance de l'effet de l'insecticide a semblé plus élevée pour les glossines de l'espèce *G. morsitans*, notamment dans le cas des imprégnations à double dose.

La figure 2 montre l'influence de l'effet du temps et de la catégorie de traitement sur le taux de paralysie des glossines. La variable temps a été décalée d'un jour de manière à avoir son origine au premier jour d'observation (le lendemain de l'imprégnation). La persistance de l'effet de l'exposition a dépendu à la fois du traitement (lecture des panels par ligne), de la dose d'insecticide utilisée pour l'imprégnation (comparaison des courbes dans chaque panel) et de l'espèce de glossine (lecture des panels par colonne). Ces effets supposés ont correspondu à des interactions entre le temps et le type d'imprégnation, entre le temps et la dose d'insecticide, et entre le temps et l'espèce de glossine. L'ajustement des différents modèles possibles et leur comparaison à l'aide de l'AIC indiquait que le meilleur modèle comportait tous les effets fixes ainsi que les interactions Temps*Dose, Temps*Traitement et Temps*Espèce.

Tableau II

Persistance (en jours) de l'effet du traitement ($T_{50\%}$) des bovins par la deltaméthrine sur le taux de paralysie des glossines en cages

Type de traitement	Région anatomique	$T_{50\%}$	IC 95%
Pulvérisation intégrale	Membres	18	(16,22)
	Autres	14	(12,16)
Pulvérisation partielle	Membres	11	(7,17)
	Autres	7	(4,11)
Pédiluve	Membres	4	(2,8)
	Autres	0	(0,2)

IC : intervalle de confiance

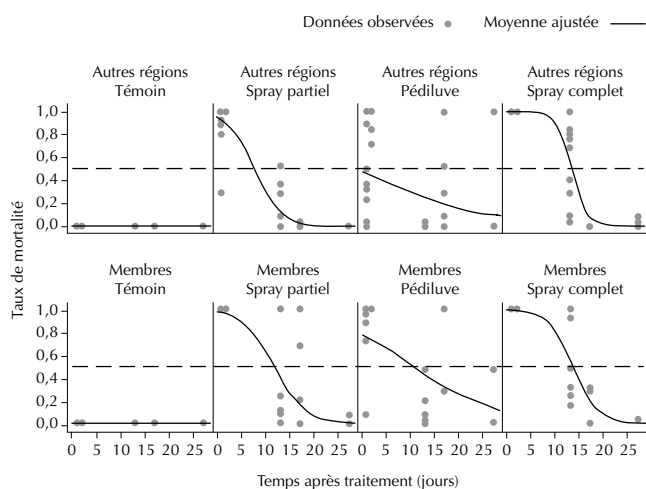


Figure 1 : effet des modalités de traitement des bovins à la deltaméthrine sur la mortalité de *Glossina palpalis gambiensis* mâles, mis dans des cages contenant 25 mouches, en fonction de la région anatomique d'exposition. L'intersection de la courbe de mortalité moyenne (ajustée avec une régression logistique) avec la ligne horizontale tiretée tracée à $y = 0,5$ représente la persistance de l'effet de l'insecticide ($T_{50\%}$).

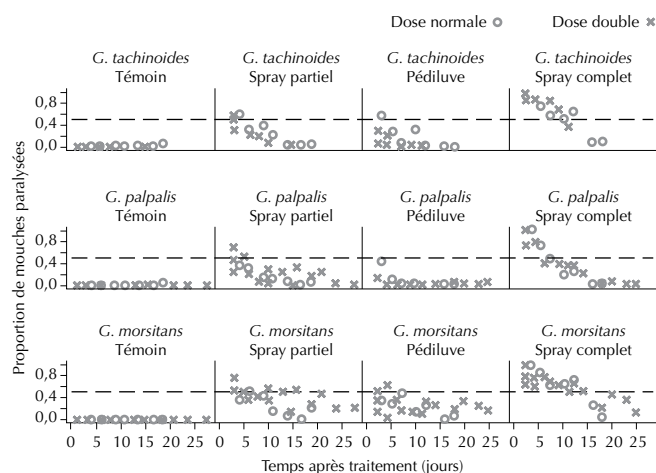


Figure 2 : effet du traitement sur le taux de paralysie des glossines selon leur espèce, la dose de produit actif et les modalités de son application sur les bovins. Les points représentent les données brutes. Les courbes sont les valeurs prédites par une régression logistique de la probabilité de mortalité en fonction du temps dans chaque panel. L'intersection de la courbe de paralysie avec la ligne horizontale tiretée tracée à $y = 0,5$ représente la persistance de l'effet de l'insecticide ($T_{50\%}$).

La qualité globale de l'ajustement n'a pas été mise en doute par le test du chi-deux ($p = 0,52$), et les graphes des valeurs observées et prédites (non montrés ici) ont révélé que l'ajustement des données par le modèle était satisfaisant.

Les coefficients des effets fixes du meilleur modèle bêta-binomial sont présentés dans le tableau III. Le coefficient de corrélation intra-groupe estimé a été $\hat{\phi} = 0,09$ ($p < 10^{-3}$). Le lendemain de l'imprégnation des bovins à la deltaméthrine, le taux de mortalité des mouches exposées aux bovins traités par pédiluve a été inférieur à celui obtenu par l'exposition aux bovins imprégnés par spray partiel ($p < 10^{-3}$). Paradoxalement, le taux de mortalité des glossines exposées à des bovins imprégnés par pulvérisation partielle à la deltaméthrine avec une dose double a été inférieur à celui observé avec une dose normale ($p < 10^{-3}$). Le taux de mortalité de *G. p. gambiensis* a été inférieur à celui de *G. m. submorsitans* en début d'expérience ($p < 10^{-3}$), mais il n'y a pas eu de différence significative entre *G. m. submorsitans* et *G. tachinoides* ($p = 0,443$). L'effet du traitement par pulvérisation totale a diminué plus rapidement que celui obtenu par spray partiel ($p < 10^{-3}$). Le traitement à double dose a permis d'obtenir une diminution plus lente du taux de mortalité qu'avec un traitement à dose normale ($p < 10^{-3}$). Enfin, la diminution du taux de mortalité a été plus lente avec *G. m. submorsitans* et plus rapide avec *G. tachinoides*.

Le tableau IV présente une synthèse des résultats sous forme de persistance de l'effet de la deltaméthrine. L'imprégnation des bovins par pédiluve n'a pas eu d'effet suffisant pour estimer la persistance telle que définie ici. La dose d'insecticide n'a pas eu d'influence dans le cas d'une imprégnation des bovins par spray total. En revanche, la persistance estimée avec le spray total a été environ deux fois plus longue qu'avec le spray partiel.

Les résultats du meilleur modèle bêta-binomial utilisé pour calculer la mortalité de cohortes de glossines sont présentés dans le tableau V. A titre de comparaison, les taux de mortalité d'une cohorte de glossines soumise pendant 15 j à des probabilités quotidiennes de mortalité de 1 et 3 p. 100 seraient respectivement de 14,0 et 36,7 p. 100. Le tableau V illustre l'effet compensatoire du passage régulier dans le pédiluve (par rapport aux traitements par aspersion) sur la mortalité cumulée calculée sur 15 j. Cette mortalité est restée supérieure à celle nécessaire pour obtenir l'extinction d'une population isolée de glossines (3 p. 100 j⁻¹) (6, 7). En revanche, l'utilisation d'une double dose d'insecticide n'a pas semblé être justifiée par les résultats de cette étude.

Afin d'évaluer l'impact des variations liées aux bovins, le même indicateur que celui calculé dans le tableau IV a été estimé à l'aide du modèle de régression logistique à effets fixes et aléatoires. Seuls ont été considérés les traitements effectués avec une dose normale de deltaméthrine. Les résultats sont présentés dans la figure 3. La variabilité liée à la vache a été importante, quelle qu'ait été l'espèce de glossine considérée, et s'est manifestée de manière d'autant plus forte que le taux de mortalité se rapprochait de 50 p. 100.

DISCUSSION

Les résultats des essais en cage ont présenté une forte variabilité probablement liée à l'inclusion, dans une même catégorie (membres et autres régions), de régions anatomiques subissant une imprégnation insecticide très variable lors des passages dans le pédiluve.

La persistance de la deltaméthrine 0,005 p. 100 (Vectocid) estimée dans cette étude pour les pulvérisations partielle ou totale a été similaire à celle rapportée par Torr et coll. (2007) pour *G. m. morsitans* et *G. pallidipes* avec du Decatic. Dans le cas

Tableau III

Coefficients des effets fixes du meilleur modèle bêta-binomial du taux de paralysie des glossines après exposition à des bovins imprégnés à la deltaméthrine

Effet	Estimation	Erreur standard	P
Intercept	1,06	0,28	< 10 ⁻³
Temps	-0,18	0,03	< 10 ⁻³
Pédiluve	-1,29	0,23	< 10 ⁻³
Pulvérisation totale	2,23	0,24	< 10 ⁻³
Double dose	-1,05	0,24	< 10 ⁻³
<i>G. palpalis gambiensis</i>	-0,59	0,24	0,014
<i>G. tachinoides</i>	0,20	0,26	0,443
Temps * Pédiluve	0,04	0,02	0,069
Temps * Spray total	-0,12	0,02	< 10 ⁻³
Temps * Double dose	0,14	0,02	< 10 ⁻³
Temps * <i>G. palpalis gambiensis</i>	-0,05	0,02	0,016
Temps * <i>G. tachinoides</i>	-0,11	0,03	< 10 ⁻³

Tableau IV

Persistance de l'effet du traitement (T_{50%}) des bovins par la deltaméthrine sur le taux de paralysie des glossines

Espèce	Traitement	Dose	T _{50%} (j)	IC 95% (j)
<i>Glossina morsitans submorsitans</i>	Pulvérisation partielle	Simple	7	(5,9)
		Double	1	(0,9)
	Pédiluve	Simple	0	(0,3)
		Double	-	-
	Pulvérisation totale	Simple	12	(11,13)
		Double	16	(14,18)
<i>G. palpalis gambiensis</i>	Pulvérisation partielle	Simple	3	(0,5)
		Double	-	-
	Pédiluve	Simple	-	-
		Double	-	-
	Pulvérisation totale	Simple	9	(8,10)
		Double	9	(8,10)
<i>G. tachinoides</i>	Pulvérisation partielle	Simple	5	(4,7)
		Double	2	(0,5)
	Pédiluve	Simple	1	(0,3)
		Double	-	-
	Pulvérisation totale	Simple	10	(9,11)
		Double	10	(9,12)

IC : intervalle de confiance

du traitement par pédiluve, elle a été en revanche inférieure à celle observée dans les mêmes conditions au Cirdes pour l' α -cyperméthrine 0,005 p. 100 (Dominex), alors que les résultats étaient similaires pour le traitement intégral (1). Il est possible que la deltaméthrine, sous cette forme, soit moins stable que l' α -cyperméthrine lorsqu'elle séjourne dans de l'eau souillée (boue et bouse s'accumulent rapidement dans le pédiluve). Il serait utile

de confirmer cette hypothèse par une étude expérimentale et, le cas échéant, de rechercher une formulation permettant d'améliorer cette stabilité.

Malgré une efficacité inférieure à celle obtenue avec une administration par spray, il semble possible d'envisager le contrôle de populations sauvages de glossines de ces trois espèces à l'aide de suspension de deltaméthrine administrée à des bovins par pédiluve, en particulier lorsque celui-ci est utilisé tous les trois jours, comme c'est le cas dans le cadre de la lutte acaricide. Un suivi de terrain d'une population de glossines dans le village de Dafinso avait d'ailleurs révélé une réduction rapide et significative des densités de glossines sauvages (*G. p. gambiensis* et *G. tachinoides*) (1). La

Tableau V

Taux de mortalité de cohortes de glossines exposées à des bovins imprégnés à la deltaméthrine pendant 15 j en fonction du type de traitement, sous l'hypothèse d'un cycle trophogonique de 4 j, d'une mortalité quotidienne prédite par le meilleur modèle bêta-binomial pour les jours de repas sanguins et nulle les autres jours

Espèce	Traitement	Dose	Mortalité (%)
<i>Glossina morsitans submorsitans</i>	Pulvérisation partielle	Simple	93,5
		Double	89,9
	Pédiluve	Simple	85,9
		Double	62,6
	Pulvérisation totale	Simple	99,9
		Double	99,7
<i>G. palpalis gambiensis</i>	Pulvérisation partielle	Simple	77,7
		Double	66,6
	Pédiluve	Simple	67,3
		Double	41,1
	Pulvérisation totale	Simple	98,8
		Double	97,3
<i>G. tachinoides</i>	Pulvérisation partielle	Simple	89,4
		Double	80,7
	Pédiluve	Simple	86,3
		Double	63,1
	Pulvérisation totale	Simple	99,6
		Double	99,1

IC : intervalle de confiance

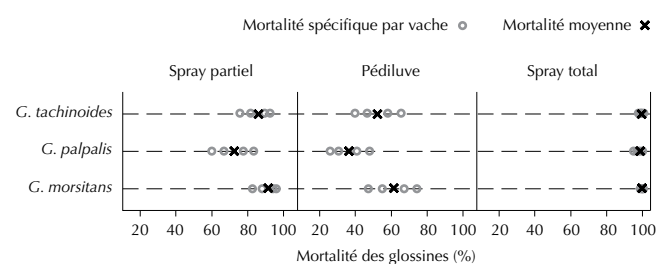


Figure 3 : taux moyen de mortalité cumulée sur 15 jours, et variations liées aux animaux, d'une population de glossines se nourrissant sur des bovins traités par différentes modalités d'application de la deltaméthrine.

pulvérisation partielle est encore plus efficace, probablement liée à une meilleure efficacité de la deltaméthrine non souillée, et pourrait donc être utilisée par les éleveurs nomades. Cependant, elle nécessite un temps de traitement plus important et une contention efficace des animaux, sans quoi une grande proportion du produit est perdue.

Au-delà de la réduction du coût en insecticides lié à l'utilisation du pédiluve, le gain de temps procuré par cette méthode est intéressant pour les agroéleveurs, notamment en saison des pluies, moment où ils sont très occupés par les cultures (15). Son efficacité contre *A. variegatum* (15) en fait par ailleurs une technique de lutte intégrée contre les vecteurs, qui a déjà été choisie par des projets de développement au Burkina Faso. Par ailleurs, des travaux sont en cours pour évaluer l'effet de ces traitements par pédiluve sur la transmission de la trypanosomose bovine.

■ CONCLUSION

La mortalité imposée aux glossines par le pédiluve permet de supposer que cette technique est utilisable pour la lutte préventive contre les trypanosomoses bovines transmises par les glossines dans certaines conditions. Il est cependant nécessaire d'étudier l'impact de cette technique sur l'incidence des trypanosomoses en milieu réel et dans différentes conditions environnementales pour en évaluer l'impact définitif. De plus, il est nécessaire de développer « l'emballage » de la technique qui reste difficile à utiliser pour les populations illettrées, en collaboration avec des chercheurs des sciences sociales. Il est déjà prévu de construire des pédiluves et de tester leur adoption dans le cadre de divers projets de développement au Burkina, Tchad, Mali, Bénin et Sénégal.

Remerciements

Nous remercions la société Ceva Santé animale (Libourne, France) pour le financement de cet étude. Nous remercions également le Cirde qui a mis à notre disposition ses installations et a fourni les glossines utilisées pour les essais, et plus particulièrement S. Boli, B. Cene, S.P. Kaboré, A. Sana, L. Sanogo, F. Sanou, W. Yoni et S. Zoungana.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUYER J., STACHURSKI F., KABORE I., BAUER B., LANCELOT R., 2007. Tsetse control in cattle from pyrethroid footbaths. *Prev. vet. Med.*, **78**: 223-238.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd Edn. New York, NY, USA, Springer-Verlag.
- CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Paris, France, Orstom, 274 p. (Mémoires, vol. 64)
- DAVIES H., 1967. Les glossines dans le Nord-Nigeria. Manuel destiné au personnel de lutte contre les glossines. Maisons-Alfort, France, lemvt, 260 p.
- DIGGLE P.J., HEAGERTY P., LIANG K., ZEGER S., 2002. Analysis of longitudinal data, 2nd Edn. Oxford, UK, Oxford University Press.
- HARGROVE J.W., 1988. Tsetse: the limits to population growth. *Med. vet. Entomol.*, **2**: 203-217.
- HARGROVE J.W., 2003. Tsetse eradication: sufficiency, necessity and desirability. Edinburgh, UK, CTVM.
- HOSMER D.W., LEMESHOW S., 2000. Applied logistic regression, 2nd Edn. New York, NY, USA, John Wiley & Sons.

9. MAKUMI J.N., GREEN C.H., BAYLIS M., 1996. The role of cattle as hosts of *Glossina longipennis* at Galana Ranch, South-Eastern Kenya. *Med. vet. Entomol.*, **10**: 331-336.
10. MCCULLAGH P., NELDER J.A., 1989. Generalized linear models, 2nd Edn. London, UK, Chapman & Hall.
11. NASH M.L., HUNGERFORD L.L., NASH T.G., ZINN G.M., 1996. Risk factors for perinatal and postnatal mortality in lambs. *Vet. Rec.*, **139**: 64-67.
12. PRENTICE R.L., GLOECKLER L.A., 1978. Regression analysis of grouped survival data with application to breast cancer data. *Biometrics*, **34**: 57-67.
13. R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
14. STACHURSKI F., 2000. Invasion of West African cattle by the tick *Amblyomma variegatum*. *Med. vet. Entomol.*, **14**: 391-399.
15. STACHURSKI F., LANCELOT R., 2006. Footbath acaricide treatment to control cattle infestation by the tick *Amblyomma variegatum*. *Med. vet. Entomol.*, **20**: 402-412.
16. TORR S.J., MAUDLIN I., VALE G.A., 2007. Less is more: restricted application of insecticide to cattle to improve the cost and efficacy of tsetse control. *Med. vet. Entomol.*, **21**: 53-64.
17. VALE G., 2003. Pyrethroid-treated cattle for tsetse control: effect of restricted application. *Newsl. Integrated Control Pathog. Trypanosomes Vectors*, **7**: 15-16.

Reçu le 11.03.2008, accepté le 11.06.2009

Summary

Bouyer J., Stachurski F., Gouro A., Lancelot R. On-Station Cattle Insecticide Treatment against Tsetse Flies using a Footbath

The study of arthropod vector behavior can lead to inexpensive and innovative control techniques for farmers. For instance, treating cattle feet with an insecticide footbath eliminates *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) ticks captured in the pasture, before they can reach their predilection sites. The authors recently showed that treating cattle with a formulation of α -cypermethrin in a footbath was as efficient as full spraying to control *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (Diptera, Glossinidae) and *G. palpalis gambiensis* Vanderplank 1949. Here, the authors compared the knock-down efficacy of a deltamethrin formulation (Vectocid) applied as full or partial spray, or in a footbath, against these two species and *G. morsitans submorsitans* Newstead 1910, in experimental conditions (exposure to tsetse flies in cage, and in the stable under mosquito netting). When exposing cattle to flies in cages, the knock-down effect was similar ($p = 0.062$) for the footbath and the partial spraying, but lower than with full spraying ($p < 10^{-3}$). In-stable, the footbath treatment was less efficacious than that of the other two techniques ($p < 10^{-3}$). Nonetheless, fly mortality obtained by footbath was higher than that needed to eliminate an isolated tsetse population ($> 3\% \text{ day}^{-1}$), when assessed over 15 days using a three-day treatment frequency. The footbath treatment may thus prevent tsetse-transmitted cattle trypanosomosis infection under some conditions.

Keywords: Cattle – *Glossina* – Synthetic pyrethrin – Disease control – Spraying – Trypanosomosis – Experimental design.

Resumen

Bouyer J., Stachurski F., Gouro A., Lancelot R. Tratamiento insecticida de bovinos contra las glosinas mediante pediluvio bajo condiciones experimentales

El estudio del comportamiento de los artrópodos vectores puede llevar al establecimiento de métodos de lucha innovadores y económicos para los criadores. De esta manera, el tratamiento orientado a las extremidades de los miembros de los bovinos mediante un pediluvio acaricida permite eliminar las garrapatas *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) capturadas en el potrero, antes de que accedan a sus sitios de fijación definitivos. Los autores mostraron recientemente que con una solución de α -cypermethrina, el tratamiento por pediluvio fue tan eficaz como una pulverización integral para luchar contra *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (Diptera, Glossinidae) y *G. palpalis gambiensis* Vanderplank 1949. Los autores comparan aquí bajo condiciones experimentales (jaulas y establo con mosquitero) la eficacia de una formulación de deltametrina (Vectocid) administrada mediante pulverización integral, parcial o por pediluvio, eficacia que se tradujo por la parálisis de estas dos especies y de *G. morsitans submorsitans* Newstead 1910 cuando se pusieron en presencia de los animales tratados. Durante la exposición a las glosinas en jaula, las tasas de parálisis de las glosinas expuestas a los bovinos impregnados por pediluvio fue similar a las obtenidas por pulverización parcial ($p = 0,062$), pero inferior al obtenido por aspersión completa ($p < 10^{-3}$). En pajareras, fue inferior al de las dos otras modalidades de tratamiento ($p < 10^{-3}$). A pesar de esto, la mortalidad debida al pediluvio, calculada sobre 15 días con una frecuencia de tratamiento de tres días, se mantuvo superior a la necesaria para obtener la extinción de una población aislada de glosinas ($3\% \text{ d}^{-1}$). Esta técnica podría ser eficaz en la lucha preventiva contra las tripanosomosis bovinas transmitidas por las glosinas bajo ciertas condiciones.

Palabras clave: Ganado bovino – *Glossina* – Piretrina sintética – Control de enfermedades – Pulverización – Tripanosomosis – Diseño experimental.

Effect of Berenil[®] and Cymelarsan[®] on the Alteration of Biochemical Parameters in Red-Fronted Gazelles (*Gazella rufifrons*) Experimentally Infected with *Trypanosoma brucei*

A.W. Mbaya^{1*} M.M. Aliyu² C.O. Nwosu¹ U.I. Ibrahim²

Keywords

Gazella rufifrons – Gazelle –
Trypanosoma brucei –
Trypanosomosis – Biochemistry –
Drug – Experimental
infection – Nigeria.

Summary

A study was carried out to investigate the chemotherapeutic effects of diminazene aceturate (Berenil[®]) and melarsamine hydrochloride (Cymelarsan[®]) on the alteration of biochemical parameters in red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. A significant ($P < 0.05$) increase in serum cortisol, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, total bilirubin, creatinine, urea, uric acid, total lipids, and a significant ($P < 0.05$) decrease in total serum proteins, albumin level and serum glucose were observed in the gazelles following parasitemia. Alkaline phosphatase activity fluctuated around normal values ($P > 0.05$). These biochemical alterations were effectively modulated to preinfection levels before the end of the experiment in gazelles treated with either 0.3 or 0.6 mg/kg body weight (BW) of Cymelarsan, or 7.0 mg/kg BW of Berenil. The results therefore suggested that an initial stress associated with an increased serum cortisol level and its immunosuppressive effect might have been responsible for the establishment and clinical manifestation of the infection in the gazelles. Furthermore, the severity of the biochemical effects experimentally induced indicated that trypanotolerance in wild gazelles could be compromised, especially when they are subjected to the stress of captivity. Results also showed that Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, and Berenil at 7.0 mg/kg BW were effective in managing the disease under experimental conditions.

INTRODUCTION

Changes in the essential serum enzymes and amino acid profiles in trypanosomosis infected animals have been reported (4, 15). One of the implications of amino acid deficiencies is immunosuppression, which features in trypanosomosis (18).

The toxic effects of trypanosome catabolites (P-hydroxyphenyl and phenylpyruvate) lead to the alteration of mitochondrial function and gluconeogenesis by inhibiting carboxylase and pyruvate transferase (35). The serum lipid concentration of trypanosome-infected rabbits is reported to have increased under natural and experimental conditions (12, 31). Decrease in liver glucose 6-phosphate and

cytochrome oxidase activity has also been shown (37). Liver dysfunction in the trypanosome-infected host is suggested by decrease in serum albumin and cholinesterase and increase in the activity of liver enzymes (4, 5), while kidney dysfunction is suggested by increase in blood urea and creatinine levels (4).

Most of the literature available on biochemical changes due to trypanosomosis is on domestic or laboratory animals. Despite several articles in clinical trypanosomosis in captive wild animals (23, 29), information on clinical biochemical changes due to trypanosomosis in wild animals in general and the red-fronted gazelles (*Gazella rufifrons*) in particular is scarce. Such baseline data are important because of the increasing interest in the *ex situ* conservation of these animals in captive breeding centers and zoological gardens. An added consideration is the fact that the red-fronted gazelle is almost domesticated in the semiarid zone of Northeastern Nigeria where it occurs naturally in abundance in the Saharo-Sahelian ecosystem and in farms where it is reared alongside sheep and goats (24).

1. Department of Veterinary Microbiology & Parasitology, University of Maiduguri, PMB 1069, Maiduguri, Nigeria.

2. Department of Veterinary Medicine, University of Maiduguri, Nigeria.

* Corresponding author

Tel.: 80 36 01 17 74; E-mail: awmbaya@yahoo.com

This study was designed to investigate the biochemical changes of an experimental *Trypanosoma brucei* infection in wild red-fronted gazelles subjected to captivity and treated with either diminazene aceturate or melarsamine hydrochloride.

■ MATERIALS AND METHODS

Experimental animals

Thirty apparently healthy red-fronted gazelles of both sexes aged between two to three years and weighing between 20 and 25 kg were obtained directly from the wild under authorization of the Ministry of Environment, Borno State, Nigeria. They were screened for blood, intestinal and external arthropod parasites according to standard criteria (38).

Ten of the gazelles harbored trypanosomes and were treated with DL- α -difluoromethyl ornithine (Merrill and Dow, USA) at 400 mg/kg orally for four consecutive days, while nine harbored helminths and were treated with Morantel (Pfizer, USA) at 400 mg/kg orally for four consecutive days. On the other hand, six harbored rickettsial organisms and were treated with oxytetracycline hydrochloride at 1 mL/10 kg of body weight (BW). They were allowed 40-day acclimatization to allow the drugs to be properly metabolized before beginning the experiment. They were housed in concrete-floored and fly-proof pens throughout the experiment and fed on wheat bran supplemented with bean husks, guinea corn and chopped cucumber while water was provided *ad libitum* throughout the period of the experiment. All handling procedures were in accordance with the International Ethics on Animal Welfare (8).

Source of trypanosomes

Trypanosoma brucei brucei (Mkar/84/Nitr/6) used for the study were obtained from the Nigeria Institute for Trypanosomosis Research (NITR) in Kaduna, Nigeria. The organism was first isolated in 1984 from a fatal outbreak of porcine trypanosomosis in Mkar in Benue State, Nigeria (3).

It was identified based on morphology and the negative blood inhibition and infectivity test (BIIT), stabilized by four passages in rats and stored in liquid nitrogen. The stabilates were passaged twice in rats and then transferred into Red Sokoto goats. Blood from the infected goats was diluted with phosphate buffered glucose saline (PBSG, PH 7.2). Each gazelle was inoculated via the jugular vein with blood from the goat containing 1.5×10^6 trypanosomes. Detection of parasitemia was by wet mount and hematocrit buffy-coat microscopy (BMC) (38), while the degree of parasitemia was estimated by the rapid matching technique as described by Herbert and Lumsden (14).

Experimental design

The infected gazelles were randomly separated into six groups (A through F) of five gazelles each. Groups A and B were treated subcutaneously with melarsamine hydrochloride (Cymelarsan[®]) at a single standard dose rate of 0.3 and 0.6 mg/kg BW, respectively, while groups C and D were treated intramuscularly with diminazene aceturate (Berenil[®]) at a single standard dose rate of 3.5 and 7.0 mg/kg BW, respectively. Groups E and F served as infected and untreated, and uninfected controls, respectively. All treatments began at the onset of parasitemia, by day 8 postinfection.

Biochemical analysis

The gazelles were bled every other day for a period of 52 days via the jugular vein. Blood samples (3 mL) for biochemical analysis

were collected into vacutainer tubes without anticoagulant, allowed to separate at 4°C and stored until used.

Total lipids in heart and liver tissue homogenates were estimated by the sulfo-phosphatevanillin reaction of Chabrol and Charonnat, cited in Chaudry (9). The aspartate and alanine aminotransferase activity was estimated by use of commercial kits (Randox Laboratories, UK) as described by Reitman and Frankel (33). Cortisol levels were however estimated by the method described by the World Health Organization (40). Total protein and albumin were determined by the Burette reaction and the bromocresol green methods, respectively (2). Serum creatinine was measured by the Jaffe reaction method of Seaton and Ali (34), while urea estimation was carried out by the diacetyl monoxime method (2). The uric acid level was determined by the enzymatic method (13) using commercial kits (Randox Laboratories, UK). The bilirubin concentration was determined by the Van den Berg reaction method (25), while the glucose level was determined by the oxidase procedure of Folin-Wu (10) and values were read with a spectrometer (Boehringer, 4010; Germany) at various wavelengths. Levels were calculated using standard formulae (10).

Statistical analysis

Data collected were analyzed using a two-way analysis of variance at 95% confidence limit (22).

■ RESULTS

Trypanosomes were first detected in circulation with a mean parasite count of $5.5 \times 10^3/\mu\text{L}$ for all infected groups following infection with a prepatent period of eight days. Only a single peak without relapse or death was encountered in groups treated with Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW, while the group treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW had a count of $250.0 \times 10^3/\mu\text{L}$ during the first wave and of $500.0 \times 10^3/\mu\text{L}$ during relapsed parasitemia. Successive peaks with similar values were also encountered in the infected and untreated control (Figure 1).

The effects of various drugs on serum cortisol changes in the red-fronted gazelles experimentally infected with *T. brucei* are presented in Figure 2. Berenil or Cymelarsan at the various dosages did not significantly ($P > 0.05$) modulate the continuous rise in mean serum cortisol levels. Mean preinfection serum cortisol levels were 10.8 ± 1.54 mmol/L. They were 12.2 ± 1.75 mmol/L by day 4 postinfection before the appearance of parasitemia, which occurred by day 7-8 postinfection, and reached peak values above 60 mmol/L by day 52 postinfection in all the infected groups. Similarly, the uninfected control reached a peak above 30 mmol/L.

On the contrary, following the appearance of parasitemia, the glucose levels significantly decreased ($p < 0.05$) in all groups. The decrease was continuous to the end of the study when the lowest values were attained in the infected and untreated group, and in the group treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, with the death of all the gazelles in the two groups occurring between days 46 to 52 postinfection (Figure 3).

Progressive but significant decrease ($p < 0.05$) in mean total serum protein and albumin levels also occurred following parasitemia and continued to day 20 postinfection. Thereafter, the levels were restored to normal preinfection levels which were maintained until the end of the study in groups treated with Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, and with Berenil at 7.0 mg/kg BW. The decrease continued until the end of the study in the group treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, and the infected and untreated control in relation to the uninfected control which had stable values (Figures 4 and 5).

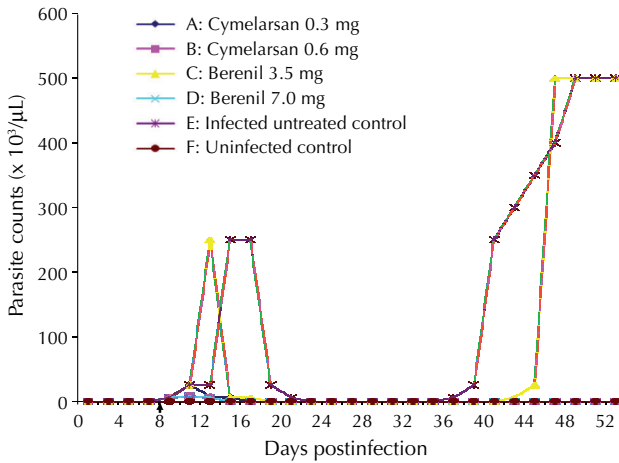


Figure 1: Parasite counts in the blood of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

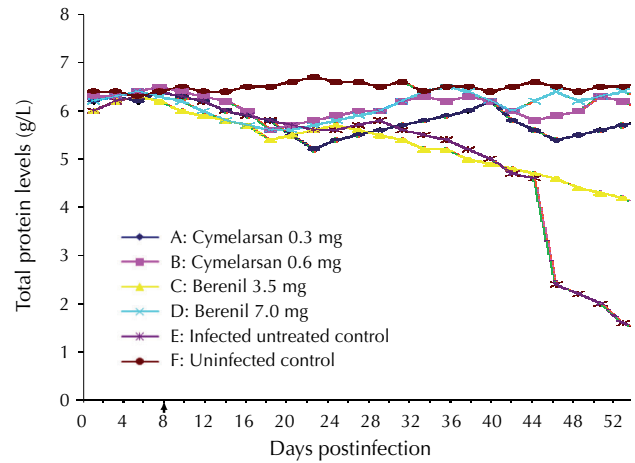


Figure 4: Mean total protein of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

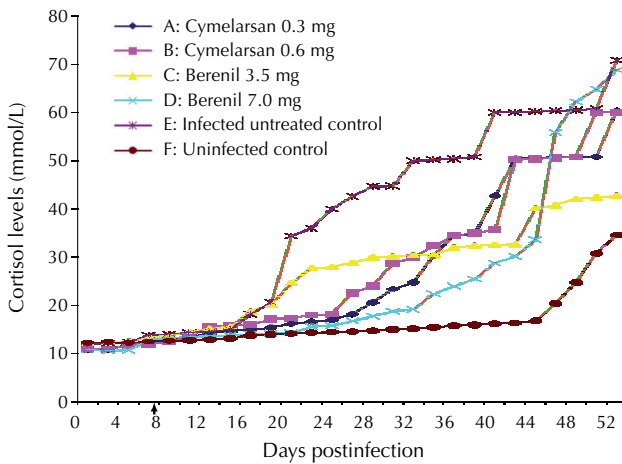


Figure 2: Mean serum cortisol of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

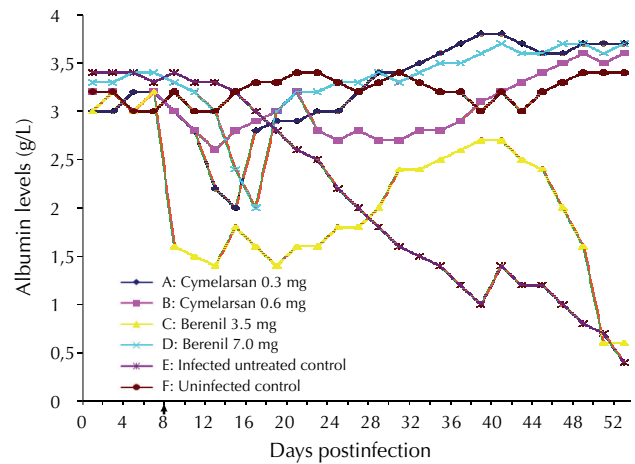


Figure 5: Mean serum albumin of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

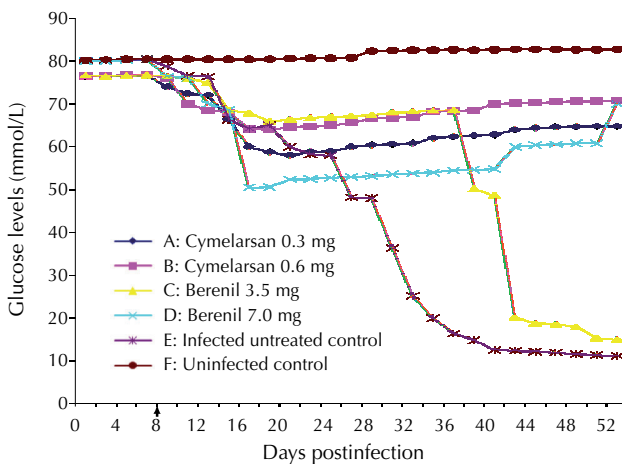


Figure 3: Mean serum glucose of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

With regard to liver enzymes, serum alanine amino and aspartate aminotransferase or total bilirubin remained within normal pre-infection levels throughout the observation period in the healthy control group and those treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW. Meanwhile, the levels of these enzymes showed a continuous rise in the group treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, and in the infected and untreated control (Figures 6, 7 and 8).

On one hand, administration of Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, and Berenil at 3.5 or 7.0 mg/kg BW following parasitemia affected significantly ($p < 0.05$) serum alkaline phosphatase concentrations. On the other hand, they fluctuated significantly ($p < 0.05$) at relatively higher levels in the infected and untreated control (Figure 9).

The effect of Cymelarsan or Berenil on mean serum urea, creatinine and uric acid concentrations in the red-fronted gazelles are presented in Figures 10, 11 and 12. The levels remained within the preinfection range in the uninfected control group throughout the

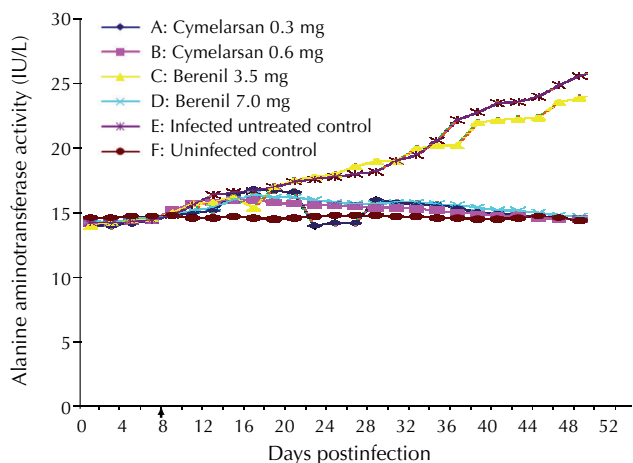


Figure 6: Mean alanine aminotransferase activity of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

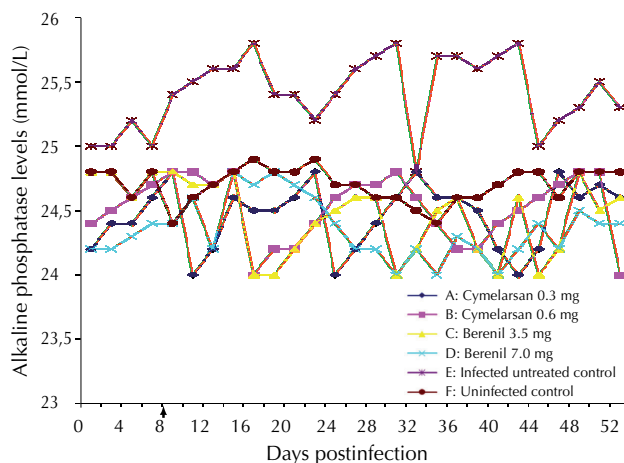


Figure 9: Mean alkaline phosphatase activity of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

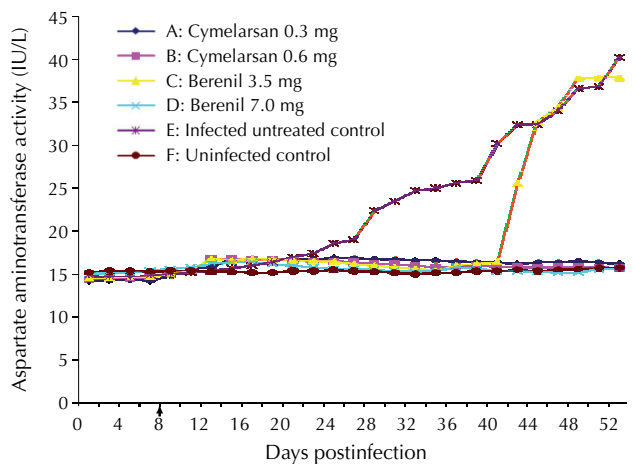


Figure 7: Mean aspartate aminotransferase activity of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

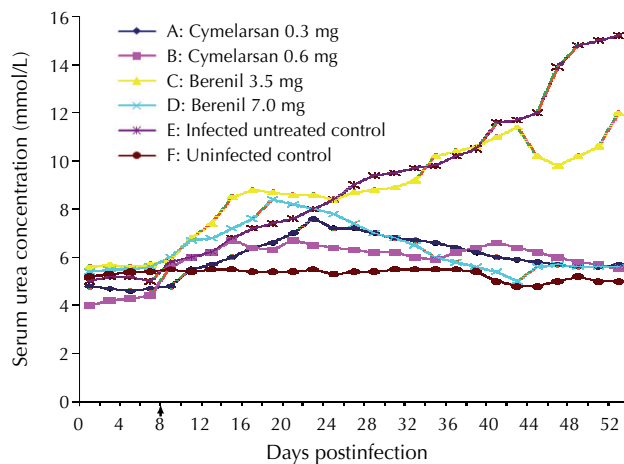


Figure 10: Mean serum urea concentration of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

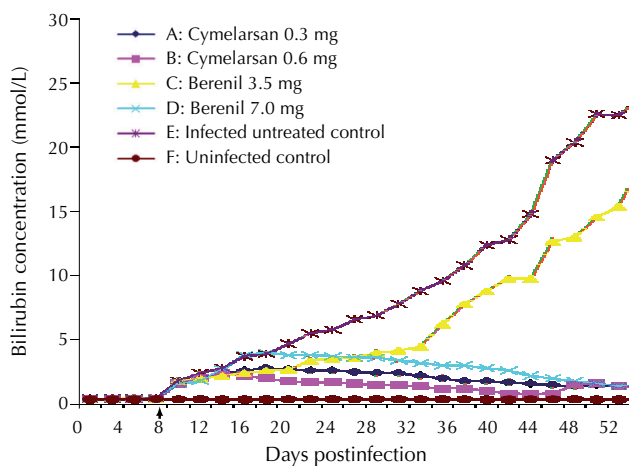


Figure 8: Mean total serum bilirubin concentration of red-fronted gazelle experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

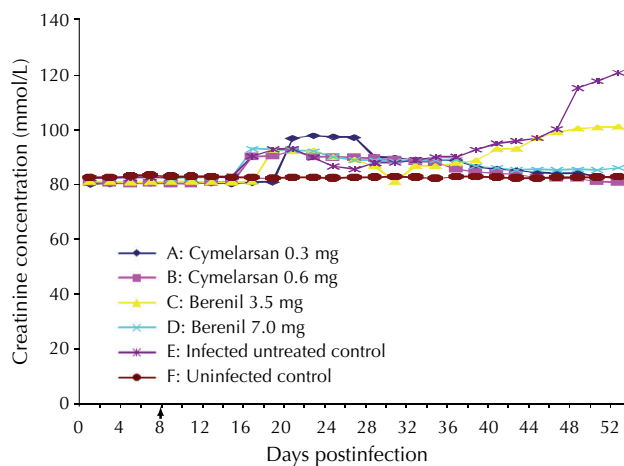


Figure 11: Mean serum creatinine concentration of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

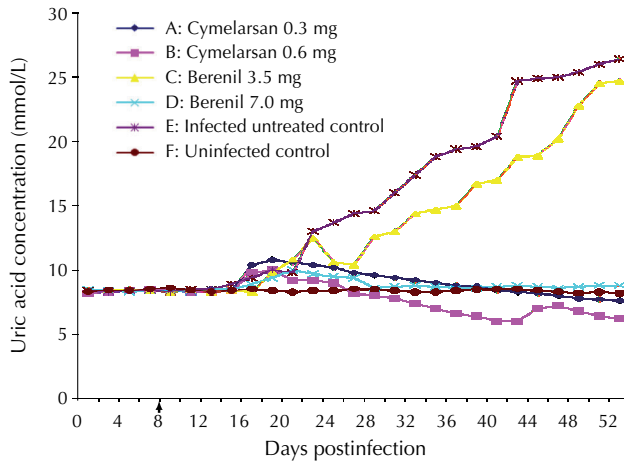


Figure 12: Mean serum uric acid concentration of red-fronted gazelles experimentally infected with *Trypanosoma brucei* and treated with either Cymelarsan or Berenil, and their controls. Arrow: day of treatment.

study period. However, the levels were significantly high ($p < 0.05$) in all infected groups following the first appearance of parasitemia. The increase in enzyme concentrations were noted between days 14 and 32 in the groups treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW. Thereafter, the concentrations of serum urea, creatinine and uric acid in these groups were restored almost to preinfection levels and remained as such throughout the observation period.

DISCUSSION

The results of the present study showed that biochemical alterations in red-fronted gazelles occurred after experimentally inducing an infection with *T. brucei*. These biochemical alterations were however reversed with the administration of Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW. There was a graded dose-response in the use of the two drugs, as the higher dosages of Cymelarsan at 0.6 mg/kg BW or Berenil at 7.0 mg/kg BW produced greater response than the lower dosages. This was clearly shown with Berenil at 3.5 mg/kg BW, which was rarely effective in modulating biochemical alterations leading to the death of all the gazelles in the group, probably as a result of the relapsed parasitemia encountered only in this group.

The reversal of biochemical changes due to trypanosomiasis in domestic animals has been extensively studied (1, 7, 17, 21, 28). All the gazelles in both infected but treated groups and their controls manifested unabated increased serum cortisol levels from day 4 postinfection, before the appearance of the parasites in circulation. Although the initial rise in the cortisol level was low, it has been however reported that small rises of cortisol, if sustained, can cause immunosuppression in goats (26). This showed that the wild gazelles experienced some degree of somatic stress due to handling or physiological stress via visual and auditory stimuli due to their new environment in spite of the long period of acclimatization. This initial corticosteroid output before the onset of parasitemia in the infected gazelles might have contributed to the establishment of the infection and continued to persist to unprecedented levels following the appearance of parasitemia. It was however noted that the level of serum cortisol was highest in the infected and untreated control, which showed that the infection exacerbated the level of stress in the infected gazelles. Similar observations were reported in *T. congolense* infection of

goats (26) and were found to be insignificant in cattle (27). Also, the strong alteration of cortisol by day 44 postinfection, particularly in the uninfected control, was an indication that stress due to handling was responsible for the cortisolemia since no infection was encountered in this group.

The pathophysiology of captivity-induced stress in domestic animals has been associated with an increased adrenal cortical activity 30 minutes from the onset of captivity, resulting in the secretion of 11-hydroxy corticosteroids (11-oxy) (30). In this study, however, the gazelles manifested cortisol secretion four days after the onset of captivity. The increase in circulating cortisol in trypanosomiasis is expected to produce metabolic features similar to the Cushing's syndrome, which is known to resemble diabetes mellitus in some respect (41). Consequently, high circulating cortisol levels are reported to impair glucose tolerance and may produce hyperglycemic and glycosuric effects since cortisol has an opposite action to insulin. In this study however, hypoglycemia was noted in spite of the persistent hypercortisolemia. This might probably be associated with the fact that the high-energy demand in the host during the high parasitemia impaired glucose release from the gluconeogenic pathway in the infected animals, as well as the fact that trypanosomes during high parasitemia consume a large amount of host glucose (16).

Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW effectively modulated the hypoglycemic effects of the infection to preinfection levels, by eliminating the parasites from circulation. Trypanosomes have been reported to destroy blood glucose due to aerobic glycolysis (16). The organism metabolizes glucose to produce 4-hydroxy-4-methyl α -ketoglutarate, which is inhibitory to the tricarboxylic acid cycle (TCA) in the mitochondria leading to energy deficit in the host (6, 16). This suggests that TCA and oxidative phosphorylation may be inhibited, thus leading to failure to generate energy from energy-rich compounds. Conn and Stompf showed that 90% of the energy available in glucose is released when pyruvate is oxidized to CO_2 and H_2O through the TCA and electron transport chain (11). This might therefore explain the profound weakness experienced by the gazelles in the course of the infection, which was more severe in both those treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW and those infected and untreated.

The increase in lipid deposits in the heart muscles of the gazelles treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, or in the infected and untreated control contrasted with the situation observed in gazelles treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW and agreed with earlier reports in rabbits infected with *T. brucei* (12, 32) (Table I). The increase in lipid deposits in the heart suggested alterations in lipid and carbohydrate metabolism which might have contributed to the protein catabolism and muscle wasting seen in the gazelles treated with either Berenil at 3.5 mg/kg BW, or in the infected and untreated control.

The infection also produced changes in the level of alkaline phosphatase in gazelles treated with Berenil at 3.5 mg/kg, or the infected and untreated control, while the values of gazelles treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW returned to the preinfection status. The increased level of enzymes in trypanosomiasis has been associated with liver and bone damage (39).

The infection was associated with a decrease, which remained unabated, in total serum proteins and the albumin level in gazelles treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, or in the infected and untreated control. On the other hand, an increase was effectively modulated to preinfection levels posttreatment in groups treated with Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or with Berenil at 7.0 mg/kg BW. Decrease in total serum protein and albumin levels in *T. brucei* infections may be linked with hepatic damage due to tissue invasion by the organism (39). The tissue invasion might have explained the aparasitemic phase

Table I

Effect of Berenil or Cymelarsan on the total lipid concentration in the heart of red-fronted gazelles that died or were sacrificed at the end of the study

Group	Treatment	Lipid concentration (g/kg)	Num. affected*
A (n = 5)	Treated with Cym at 0.3 mg/kg BW	23 ± 0.2 ^a	0
B (n = 5)	Treated with Cym at 0.6 mg/kg BW	23 ± 0.2 ^a	0
C (n = 5)	Treated with Ber at 3.5 mg/kg BW	40 ± 3.16 ^b	1.74
D (n = 5)	Treated with Ber at 7.0 mg/kg BW	23.9 ± 0.4 ^a	0
E (n = 5)	Infected/untreated	42.8 ± 3.27 ^b	1.83
F (n = 5)	Uninfected control	23.0 ± 0.2 ^a	0

* Number of gazelles affected by an increase in lipid concentration in relation to control

n: number of gazelles in each group; BW: body weight

Cym: Cymelarsan; Ber: Berenil

^{a,b} Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

encountered between the first and second waves of parasitemia in the infected untreated control. This is in agreement with earlier reports in several domestic animals infected with *T. brucei* (19, 20, 28).

Elevated serum levels of creatinine, urea and uric acids also accompanied the experimental infection. The presence of these enzymes in sera during a trypanosomosis has been associated with kidney dysfunction (5, 32). The retention of urea and uric acid in the body showed that the kidneys were disabled to the extent whereby they could not excrete by-products. The high level of creatinine in the gazelles treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, or in the infected and untreated control might be due to severe muscle wasting that occurred in the course of the infection or to renal failure preventing the kidneys to excrete by-products.

In the course of the experiment, increased levels of aspartate and alanine aminotransferase, and of total serum bilirubin were effectively modulated to preinfection values in gazelles treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW. This suggested that the liver damage in these groups was not severe due to the efficacy of the therapies in contrast with groups treated with Berenil at 3.5 mg/kg BW, or the infected and untreated control. Increased levels of hepatic enzymes are indicative of hepatic damage (36).

CONCLUSION

Trypanotolerance in wild animals and especially in red-fronted gazelles can be compromised when subjected to the stress of captivity with an evolution of biochemical alterations following the onset of parasitemia due to tissue damage caused by the organism. It is therefore necessary that such animals should be kept under stressless conditions or in near-reality conditions and that they be treated with either Cymelarsan at 0.3 or 0.6 mg/kg BW, or Berenil at 7.0 mg/kg BW when affected by trypanosomosis.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Ministry of Environment, Borno State, Nigeria, for allowing capture of the red-fronted gazelles, and the University of Maiduguri for providing grants for the study.

REFERENCES

- ADAH M.I., OTISELE E.B., JOSHUA R.A., 1992. Changes in levels of transaminase in goats experimentally infected with *Trypanosoma congolense*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45**: 284-286.
- AFONJA O.A., 1997. Basic clinical biochemistry practice. Ibadan, Nigeria, Macmillan, p. 85-88.
- AGU W.E., BAJEH S.T., 1986. An outbreak of *Trypanosoma brucei* infection of pigs in Benue State of Nigeria. *Trop. Vet.*, **4**: 25-28.
- ANOSA V.O., 1988. Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part II. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41**: 151-164.
- AROWOLO R.O.A., ELHASSAN E.O., AMURE B.O., 1988. Assessing hepatic dysfunction in rabbits experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41**: 277-281.
- ASHMAN P.U., SEED J.R., 1973. Biochemical studies in the vole, *Microtus montanus*. II. The effects of a *Trypanosoma brucei gambiense* infection in the diurnal variation of hepatic glucose-6-phosphate and liver glycogen. *Comp. Biochem. Physiol.*, **451**: 379-392.
- AYO J.O., OLADELE S.D., 1996. Road transport stress in food animals in Nigeria: A review. *Nigerian vet. J. (Special Edn)*: 49-57.
- BROOM D.M., JOHNSON K.G., 1993. Stress and animal welfare. London, UK, Chapman and Hall, p. 120-140.
- CHAUDRY K., 1989. Total lipids and urea. In: *Biochemical techniques*, 1st Edn. London, UK, Joy. Pec., p. 76-98.
- COLES F.H., 1980. *Veterinary clinical pathology*, 3rd Edn. London, UK, WB Saunders, p. 112-145.
- CONN E.E., STOMPF P.K., 1976. In: *Outline of biochemistry*, 4th Edn. New York, NY, USA, John Wiley, p. 279-343.
- DIEHL E.J., RISBY E.L., 1974. Serum changes in rabbits experimentally infected with *Trypanosoma gambiense*. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **23**: 10-19.
- FOSSATI P., PRENCIPI L., BERTI G., 1980. Methods for determination of serum uric acid. *Clin. Chem.*, **26**: 227-231.
- HERBERT W.J., LUMSDEN W.H.R., 1976. *Trypanosoma brucei*: A rapid matching method for estimating the host's parasitaemia. *Exp. Parasitol.*, **40**: 427-432.
- IGBOKWE I.O., 1990. Biochemical approaches to the pathogenesis of trypanosomosis. In: *Proc. OBABS, University of Maiduguri, Nigeria*, 12-16 Feb. 1990, p. 103.
- IGBOKWE I.O., 1994. Nutrition in the pathogenesis of African trypanosomosis. *Prot. Abst.*, **19**: 799-809.
- IGBOKWE I.O., MOHAMMED A., 1992. Some plasma biochemical changes in experimental *Trypanosoma brucei* infection in Sokoto Red goats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **45**: 287-290.
- JOSE D.G., GOOD R.A., 1973. Protein metabolism in African trypanosomosis. *J. exp. Med.*, **137**: 1.
- KALU A.U., IKWEGBU O.A., OGBONNAH G.A., 1989. Serum protein and electrolyte levels during trypanosome infection and following treatment in West African dwarf goat. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **37**: 41-45.
- KATUNGUKA-RWAKIHAYA E., MURRAY M., HOLMES P.H., 1992. The pathophysiology of ovine trypanosomosis: Haematology and biochemical changes. *Vet. Parasitol.*, **45**: 17-32.
- KAUSHIK R.S., GUPTA S.L., BHARDWAJ R.M., 1989. Some biochemical changes in the blood of pups experimentally infected with *Trypanosoma evansi*. *J. vet. Parasitol.*, **2**: 117-119.
- MAED R., CURNOW R.N., 1983. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. London, UK, Chapman and Hall, p. 132.
- MARIE C.J., 1998. African animal trypanosomosis (Nagana tsetse disease). In: *Foreign animal disease*. Richmond, VA, USA, United States Animal Health Association, p. 29-40.
- MBAYA A.W., 2007. Studies on trypanosomosis in captive red-fronted gazelles (*Gazella rufifrons*) in Nigeria. PhD Thesis, University of Maiduguri, Nigeria, 63 p.
- MICHAELSON M., 1991. Records of trypanosomosis in free-living wild animals. *Trop. Med. Parasitol.*, **178**: 490-520.

26. MUTOYOBA B.M., GOMBE S., 1989. Effect of African trypanosomosis on plasma cortisol and thyroxin concentration in goats. *Res. vet. Sci.*, **3**: 315-318.
27. OGWU D., NJOKU C.O., OGBOGU V.C., 1992. Adrenal and thyroid dysfunction in experimental *Trypanosoma congolense* infection in cattle. *Vet. Parasitol.*, **41**: 15-26.
28. OTESILE E.B., FAGBEMI B.O., ADEYEMO O., 1991. The effects of *Trypanosoma brucei* infection on serum biochemical changes in boars on differential planes of dietary energy. *Vet. Parasitol.*, **40**: 207-216.
29. PARIJA S.C., BHATTACHARYA S., 2001. Guest editorial, the tragedy of the tigers: Lessons to learn from Nandankan episode. *Ind. J. Med. Microbiol.*, **19**: 116-118.
30. PLASHENKA S.I., SIDORV V.T., 1987. Stress in farm animals. *Agro Perimizdat Moscow*, **192**: 56-57.
31. RABO J.S., 1998. Toxicity studies and trypanosuppressive effects of stem bark of *Butyrospermum paradoxum* in laboratory animals. PhD Thesis, University of Maiduguri, Nigeria, 97 p.
32. RABO J.S., ONYEYILI P.A., SALAKO M.A., KHALIL M.I., 2002. Acute toxicity studies on aqueous extract of stem bark of *Butyrospermum paradoxum* in rats. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **48**: 39-43.
33. REITMAN S., FRANKEL S., 1957. Reitman and Frankel's method of estimating SGOT and SGPT. *Am. J. clin. Pathol.*, **28**: 56-63.
34. SEATON B., ALI A., 1984. Serum creatinine estimation. *Med. Lab. Sci.*, **41**: 327-336.
35. SEED J.R., HALL J.F., 1985. Pathophysiology of African trypanosomiasis. In: Tizard I. Ed., Immunology and pathogenesis of trypanosomiasis. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 1-11.
36. SHALM O.W., JAIN N.C., CARROLL E.J., 1995. Veterinary haematology, 3rd Edn. Philadelphia, PA, USA, Lea and Fabinger, p. 498-512.
37. SHERTZER H.G., HALL J.E., SEED J.R., 1982. Hepatic microsomal alterations during trypanosomosis in the field vole *Microtus montanus*. *Mol. Biochem. Physiol.*, **71**: 25-32.
38. SOULSBY E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa parasites of domesticated animals. London, UK, Bailliere Tindall, p. 100-140.
39. TEITZ N.W., 1994. Fundamentals of clinical chemistry with clinical correlation, 1st Edn. London, UK, Bailliere Tindall, p. 234.
40. WHO, 1987. Methods recommended for essential clinical, chemical and haematological tests for intermediate hospital laboratories. Geneva, Switzerland, WHO, p. 1-92.
41. ZILVA J.F., PANNALL P.R., 1984. Clinical chemistry in diagnosis and treatment, 4th Edn. London, UK, Lloyd-Luke Medical Books, p. 1-24.

Accepté le 08.02.2010

Résumé

Mbaya A.W., Aliyu M.M., Nwosu C.O., Ibrahim U.I. Effets de l'acéturate de diminazène et de l'hydrochlorure de mélarsamine sur les modifications des paramètres biochimiques chez des gazelles au front rouge (*Gazella rufifrons*) expérimentalement infectées avec *Trypanosoma brucei*

Une étude a été menée pour déterminer les effets thérapeutiques de l'hydrochlorure de mélarsamine (Cymelarsan®) et de l'acéturate de diminazène (Bérenil®) sur les paramètres biochimiques sanguins chez des gazelles au front rouge expérimentalement infectées par *Trypanosoma brucei*. Suite à la parasitémie des gazelles, les observations suivantes ont été faites : une augmentation significative ($p < 0,05$) de cortisol sérique, de l'alanine aminotransférase, de l'aspartate aminotransférase, de la bilirubine totale, de la créatinine, de l'urée, de l'acide urique et des lipides totaux, ainsi qu'une baisse significative des protéines sériques totales, du niveau de l'albumine et du glucose. En revanche, l'activité de la phosphatase d'alcaline a fluctué autour des valeurs normales ($p > 0,05$). Ces modifications biochimiques sont revenues à des valeurs proches de celles de la période de préinfection avant la fin de l'expérience chez les gazelles traitées avec 0,3 ou 0,6 mg/kg de poids vif (PV) de Cymelarsan ou 7,0 mg/kg de Bérenil. Les résultats semblent indiquer qu'un stress initial, associé à une augmentation du niveau du cortisol sérique et à son effet immunodépresseur pouvaient être responsable de l'installation et de l'expression clinique de l'infection chez les gazelles au front rouge. Par ailleurs, la sévérité des effets biochimiques produits expérimentalement a montré que la trypanotolérance chez les gazelles sauvages pouvait être compromise, surtout lorsque ces dernières étaient exposées au stress de la captivité. Les résultats ont aussi montré que le Cymelarsan à 0,3 ou 0,6 mg/kg PV et le Bérenil à 7,0 mg/kg PV étaient efficaces pour contrôler la maladie dans les conditions de l'expérience.

Mots-clés : *Gazella rufifrons* – Gazelle – *Trypanosoma brucei* – Trypanosomose – Biochimie – Médicament – Infection expérimentale – Nigeria.

Resumen

Mbaya A.W., Aliyu M.M., Nwosu C.O., Ibrahim U.I. Efecto de Berenil® y Cymelarsan® sobre las alteraciones de parámetros bioquímicos en gacelas de frente rojo (*Gazella rufifrons*) infectadas experimentalmente con *Trypanosoma brucei*

Se llevó a cabo un estudio para investigar los efectos quimioterapéuticos del aceturato de diminazeno (Berenil®) y de la melarsamine (Cymelarsan®) sobre la alteración de los parámetros bioquímicos en gacelas de frente rojo infectadas en forma experimental con *Trypanosoma brucei*. Seguido a la parasitemia, se observó en las gacelas, un aumento significativo ($P < 0,05$) en el cortisol sérico, la alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, bilirrubina total, creatinina, urea, ácido úrico, lípidos totales y una disminución significativa ($P < 0,05$) de las proteínas séricas totales, de los niveles de albumina y de glucosa sérica. La actividad de la fosfatasa alcalina fluctuó alrededor de valores normales ($P > 0,05$). Estas alteraciones bioquímicas fueron moduladas efectivamente hacia niveles pre infección antes del fin del experimento en las gacelas tratadas con 0,3 o 0,6 mg/kg de peso corporal (PC) de Cymelarsan o 7,0 mg/kg PC de Berenil. Los resultados de los diversos experimentos sugieren que el estrés debido a un aumento asociado de cortisol sérico y su efecto inmunosupresor podrían haber sido responsables del establecimiento y de la manifestación clínica de la infección en las gacelas de frente rojo. Aún más, la severidad de los efectos bioquímicos inducidos en forma experimental en las gacelas indican que la tripano-tolerancia en gacelas salvajes podría verse comprometida, especialmente cuando están sujetas al estrés del cautiverio. Los resultados muestran también que 0,3 o 0,6 mg/kg PC de Cymelarsan y 7,0mg/kg PC de Berenil fueron efectivos en el manejo de la enfermedad bajo condiciones experimentales.

Palabras clave: *Gazella rufifrons* – Gazelle – *Trypanosoma brucei* – Tripanosomosis – Bioquímica – Medicamento – Infección experimenta – Nigeria.

Evaluation de la séroprévalence de la trypanosomose bovine en Guinée

A.M. Barry^{1*} F. Roger² M.B. Diallo¹ S. Geerts³

Mots-clés

Bovin – Antigène – Anticorps – Trypanosome – Immunodiagnostic – Guinée.

Résumé

Une évaluation de la prévalence de la trypanosomose a été menée en Guinée sur des sérums issus de la sérothèque du laboratoire vétérinaire de la Direction nationale de l'Élevage. Neuf cent vingt-huit sérums provenant de bovins N'dama ont été sélectionnés par randomisation et analysés par le test de détection d'anticorps et d'antigène de *Trypanosoma* spp. Les résultats obtenus par le premier test ont révélé la présence d'anticorps de *Trypanosoma* spp. chez 67 p. 100 des bovins, avec des taux de 72 p. 100 dans la région de la Haute Guinée, de 68 p. 100 en Basse Guinée, de 63 p. 100 en Guinée forestière et de 62 p. 100 en Moyenne Guinée. Parmi les animaux, 69 p. 100 des femelles étaient infectées ou avaient été en contact avec l'agent infectieux, contre 62 p. 100 des mâles. Les animaux étaient infectés indépendamment de leur âge. Les proportions d'infections ont été de 71, 43, 61, 63, 59, et 74 p. 100, respectivement chez les bovins âgés de moins d'un an, de 1 à 2 ans, 2 à 3 ans, 3 à 4 ans, 4 à 5 ans, et plus de 5 ans. Le second test a montré la présence d'antigènes de *T. brucei* (16 p. 100 des sérums), de *T. congolense* (11 p. 100) et de *T. vivax* (2 p. 100). La répartition et la combinaison des résultats ont montré que 2 p. 100 des animaux étaient positifs à un, deux, ou trois antigènes sans trace d'anticorps ; 17 p. 100 des animaux ont été positifs aux antigènes et aux anticorps et 50 p. 100 ont eu des anticorps seuls.

■ INTRODUCTION

Les trypanosomoses animales représentent un problème important en Afrique et dans certaines zones d'Asie et d'Amérique (4). En 2005, la Guinée a défini sa politique de santé publique en élevage. Cette politique vise à connaître la répartition des maladies d'origine parasitaire et à définir leur incidence et leur impact économique. La trypanosomose est une maladie parasitaire, endémique en Guinée, et qui s'inscrit dans cette politique. Les informations sur sa répartition et son importance dans les zones climatiques de la Guinée ne sont pas bien connues. L'outil le plus adapté pour évaluer l'importance des trypanosomoses dans la population bovine est la détection des anticorps dirigés contre les trypanosomes (3). Ce test ne signifie pas que l'animal est porteur de parasites (3). Un test de type Elisa, proposé par Nantulya et Lindqvist, met en évi-

dence les antigènes circulants de *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* (6). Grâce à ce test Elisa, l'importance des espèces de trypanosomes sévissant dans les différentes zones climatiques en Guinée peut être connue.

L'objectif de cette étude a été de connaître la séroprévalence des bovins vivant dans les différentes zones climatiques et d'envisager à terme une meilleure connaissance de l'épidémiologie de la maladie dans les zones à forte prévalence, en vue de mettre sur place une stratégie de contrôle intégré de la maladie.

■ MATERIEL ET METHODES

La structure administrative de la Guinée comprend les préfectures, les sous-préfectures, les villages. Dans les villages, les bovins de race N'dama sont regroupés en troupeaux. La taille moyenne du troupeau dans un village est de 50 têtes. La sérothèque du laboratoire vétérinaire de la Direction nationale de l'Élevage a été constituée en utilisant le troupeau comme unité. Dans chaque unité d'échantillons, le tiers des animaux (15 animaux) a fait l'objet d'un prélèvement sanguin en utilisant des tubes secs.

1. Direction nationale de l'Élevage, BP 559, Conakry, Guinée.

Tél. : + 224 60 51 30 06 ; e-mail : abarrymadiou@yahoo.fr

2. Cirad, UPR Animal et gestion intégrée des risques, Montpellier, France.

3. Département de santé animale, Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Anvers, Belgique.

Après sédimentation des hématies, les sérums obtenus ont été ali-quotés dans des cryotubes, puis congelés et conservés à -20 °C. A chaque utilisation, les échantillons ont été décongelés. Au total, 928 sérums ont été sélectionnés par randomisation, puis analysés par la technique Elisa de capture d'anticorps (5) et la technique Elisa de détection d'antigènes circulants de trypanosomes (6). Les sérums analysés provenaient des quatre régions administratives et éco-climatiques : Basse Guinée, Moyenne Guinée, Haute Guinée, Guinée forestière. La saisie et l'analyse des données ont été effectuées avec le logiciel EPI Info.

■ RESULTATS

Les résultats d'analyse des 928 sérums bovins ayant fait l'objet d'une recherche des anticorps anti-trypanosomes et des antigènes de *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* sont présentés dans le tableau I.

La prévalence de l'infection à *Trypanosoma* spp. selon l'âge et le sexe est montrée dans les tableaux II et III.

La combinaison des résultats a montré que 2 p. 100 (21/928) des sérums étaient positifs à un, deux ou trois antigènes sans trace d'anticorps, 17 p. 100 (156/928) des sérums étaient positifs pour les antigène(s) et anticorps, et 50 p. 100 (468/928) des sérums étaient positifs pour des anticorps seuls (tableau IV).

■ DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude a révélé que globalement 67 p. 100 des animaux testés avaient des anticorps contre *Trypanosoma* spp. Ce résultat semble montrer l'endémicité des différentes zones climatiques. Sur le plan immunologique, le caractère trypanotolérant des N'dama s'exprime par une forte réponse en anticorps.

L'âge n'a pas eu d'influence sur l'infection, les animaux s'étant exposés à la maladie à tous les âges. Il y a eu une différence significative entre l'infection chez les males et les femelles ($p = 0,04$).

Les antigènes circulants ont été mis en évidence chez 16 p. 100 des animaux pour les infections à *T. brucei*, 11 p. 100 pour les infections à *T. congolense*, 2 p. 100 pour celles à *T. vivax*. Il faut interpréter ces résultats avec prudence parce que le test de détection des antigènes circulants a montré une spécificité et une sensibilité réduites (1). Au Burkina Faso, dans le cadre d'un suivi épidémiologique, les sensibilités du test de détection des antigènes circulants étaient proches de celles relevées lors des infections naturelles chez les bovins (2). Deux pour cent des sérums testés étaient positifs pour les antigènes et négatifs pour les anticorps, ce qui indiquerait que les antigènes sont détectés très tôt avant la production des anticorps. Les infections à *T. congolense* et à *T. vivax* sont détectées 10 à 12 jours après l'infection et celles à *T. brucei* le sont 8 à 14 jours après l'infection (6).

Tableau I

Prévalence des antigènes circulants et des anticorps de *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* dans les sérums de bovins N'dama provenant des quatre régions de la Guinée

Bovin	Nb. de sérums	<i>T. brucei</i>			<i>T. congolense</i>			<i>T. vivax</i>			Anticorps		
		Pos.	Neg.	%	Pos.	Neg.	%	Pos.	Neg.	%	Pos.	Neg.	%
BG	337	56	281	17	37	300	11	9	328	3	228	109	68
MG	242	41	201	17	28	214	12	5	237	2	149	93	62
HG	289	38	251	13	33	256	11	4	285	1	209	80	72
GF	60	10	50	17	8	52	13	4	56	7	38	22	63
Total	928	145	783	16	106	822	11	22	906	2	624	304	67

BG : Basse Guinée ; MG : Moyenne Guinée ; HG : Haute Guinée ; GF : Guinée forestière

Tableau II

Prévalence des anticorps de *Trypanosoma* spp. chez les bovins N'dama selon l'âge

Age	Nb. de sérums	Anticorps		
		Pos.	Neg.	%
≤ 1 an	7	5	2	71
1-2 ans	60	26	34	43
2-3 ans	84	51	33	61
3-4 ans	137	86	51	63
4-5 ans	112	66	46	59
> 5 ans	528	390	138	74
Total	928	624	304	67

Tableau III

Prévalence des anticorps de *Trypanosoma* spp. chez les bovins N'dama selon le sexe

Bovin	Nb. de sérums	Anticorps		
		Pos.	Neg.	%
Femelle *	655	453	202	69
Mâle *	269	168	101	62
Total	924	621	303	67

* $P < 0,04$

Sexe non identifié pour quatre sérums

La trypanosomose existe dans toutes les zones climatiques de la Guinée. La prévalence est importante en Haute Guinée (72 p. 100). Cette zone est réputée pour la production cotonnière, cette dernière faisant recours à la traction animale. Le stress physique peut être à

l'origine de cette maladie dans les troupeaux N'dama. Il est opportun de connaître la situation épidémiologique de la maladie dans cette zone de production de coton de la Guinée, en vue de mettre en place une stratégie intégrée de contrôle de la maladie.

Tableau IV

Répartition et combinaison des résultats

Tb	Tc	Tv	Ac	Nb
+	-	-	-	10
+	+	-	-	7
+	-	+	-	0
+	-	-	+	53
+	+	+	-	0
+	-	+	+	1
+	+	-	+	62
+	+	+	+	12
-	+	-	-	2
-	-	+	-	2
-	-	-	+	468
-	+	+	-	0
-	+	-	+	21
-	-	+	+	5
-	+	+	+	2
-	-	-	-	283
Total				928

Tb : *Trypanosoma brucei* ; Tc : *T. congolense* ; Tv : *T. vivax* ; Ac : anticorps

BIBLIOGRAPHIE

- EISLER M.C., PIERRE L., MASAKE R.A., MOLOO S.K., PEREGRINE A.S., 1998. Sensitivity and specificity of antigen-capture ELISAs for diagnosis of *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma vivax* infections in cattle. *Vet. Parasitol.*, **79**: 187-201.
- DELAFOSSÉ A., BENGALY Z., DUVALLET G., 1996. Utilisation du test Elisa de détection des antigènes circulants de trypanosomes dans le cadre d'un suivi épidémiologique dans la zone de Sidéradougou, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **49** : 32-37.
- DESQUESNES M., BENGALY Z., DIA, M.L., 2003. Evaluation de la persistance des anticorps détectés par Elisa-indirect *Trypanosoma vivax* après traitement trypanocide chez des bovins naturellement infectés. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **56** : 141-144.
- DUVALLET G., DE LA ROCQUE S., REIFENBERG J.M., SOLANO P., LEFRANÇOIS T., MICHEL J.F., BENGALY Z., SIDIBE I., CUISANCE D., CUNY G., 1999. Review of the molecular tools for the understanding of the epidemiology of animal trypanosomosis in West Africa. *Mem Inst. Oswaldo Cruz*, **94**: 245-248.
- LUCKINS A.G., 1977. Detection of antibodies in trypanosome-infected cattle by means of a microplate enzyme-linked immunosorbent assay. *Trop. Anim. Health Prod.*, **9**: 53-62.
- NANTULYA V.M., LINDQVIST K.J., 1989. Antigen-detection enzyme immunoassays for the diagnosis of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* infections in livestock. *Trop. Med. Parasit.*, **40**: 267-271.

Accepté le 13.02.2010

Summary

Barry A.M., Roger F., Diallo M.B., Geerts S. Evaluation of Cattle Trypanosomosis Seroprevalence in Guinea

An evaluation of trypanosomosis prevalence was carried out in Guinea on sera originating from the serum bank of the veterinary laboratory of the National Livestock Services. Nine hundred and twenty-eight sera sampled on N'dama cattle were randomly selected and analyzed for antibody and antigen detection of *Trypanosoma* spp. Results obtained in the first test revealed *Trypanosoma* spp. antibodies in 67% of the cattle, with rates of 72% in the High Guinea area, 68% in Lower Guinea, 63% in Forest Guinea, and 62% in Middle Guinea. Among the animals, 69% of the females were infected or had been in contact with the infectious agent, against 62% of the males. The animals were infected regardless of their age. Infection rates were 71, 43, 61, 63, 59, and 74% in cattle under one year of age, 1-2 years old, 2-3 years old, 3-4 years old, 4-5 years old, over 5 years old, respectively. The second test showed the presence of antigens against *T. brucei* (16% of the sera), *T. congolense* (11%) and *T. vivax* (2%). The distribution of the results of both tests showed that 2% of the animals were positive for one, two or three antigens without the presence of antibodies, 17% were positive for both antigen(s) and antibodies, and 50% were positive for antibodies only.

Keywords: Cattle – Antigen – Antibody – *Trypanosoma* – Immunodiagnosis – Guinea.

Resumen

Barry A.M., Roger F., Diallo M.B., Geerts S. Evaluación de la seroprevalencia de la tripanosomosis bovina en Guinea

Se efectuó una evaluación de la prevalencia de la tripanosomosis en Guinea, en sueros provenientes de la seroteca del laboratorio de diagnóstico veterinario de la Dirección Nacional de l'Elevage. Se seleccionaron aleatoriamente novecientos veintiocho sueros procedentes de bovinos N'dama y se analizaron mediante las pruebas de detección de anticuerpos de *Trypanosoma* spp. y de antígeno. Los resultados obtenidos por la primera prueba revelaron la presencia de anticuerpos de *Trypanosoma* spp. en el 67% de los bovinos, con tasas del 72% en la región de la Guinea Alta, del 68% en la Guinea Baja, del 63% en la Guinea Forestal y del 62% en la Guinea Media. Dentro de los animales, el 69% de las hembras estaba infectado o había estado en contacto con el agente infeccioso, frente al 62% de los machos. Los animales estaban infectados con independencia de la edad. Las proporciones de infecciones fueron del 71, 43, 61, 63, 59 y 74% en los bovinos con edades inferiores a 1 año, de 1 a 2 años, de 2 a 3 años, de 3 a 4 años, de 4 a 5 años y de más de 5 años, respectivamente. La segunda prueba reveló la presencia de antígenos de *T. brucei* (16% de los sueros), de *T. congolense* (11%) y de *T. vivax* (2%). La distribución y combinación de los resultados mostró que el 2% de los animales eran positivos a uno, dos o tres antígenos sin rastro de anticuerpos; el 17% de los animales resultaron positivos a los antígenos y a los anticuerpos y la mitad de los animales sólo tenían anticuerpos.

Palabras clave: Ganado bovino – Antígeno – Anticuerpo – *Trypanosoma* – Inmunodiagnóstico – Guinea.

Présence de *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, trématode) au Sénégal

M.T. Seck^{1*} C.T. Bâ² B. Marchand³

Mots-clés

Paramphistomum daubneyi – Paramphistomidae – Sénégal.

Résumé

Paramphistomum daubneyi Dinnik, 1962, est un trématode appartenant à la famille des Paramphistomidae. Les auteurs décrivent chez un bovin et pour la première fois au Sénégal un cas d'infestation par *Paramphistomum daubneyi*. Le parasite a été récolté dans le rumen d'un bovin infesté naturellement. Cette identification porte le nombre de paramphistomes appartenant à la famille des Paramphistomidae à deux genres (*Paramphistomum* et *Cotylophoron*) et à quatre espèces au Sénégal (*P. microbothrium*, *P. phillerouxi*, *P. daubneyi* et *C. cotylophorum*).

INTRODUCTION

Dans la région de Kolda, située au sud du Sénégal, le bétail souffre fréquemment de la présence de parasites parmi lesquels certains appartiennent à la famille des Paramphistomidae (Trematoda). Ces parasites se localisent à l'état adulte dans le rumen des animaux. Au Sénégal, très peu d'études ont été réalisées sur la systématique des Paramphistomidae. Les espèces signalées à ce jour au Sénégal dans cette famille sont : *Paramphistomum microbothrium* Fiscoeder 1901, *Paramphistomum phillerouxi* Dinnik 1961 et *Cotylophoron cotylophorum* Fiscoeder 1901 (1, 3, 4). Dans la présente étude, les auteurs signalent la présence d'une autre espèce, identifiée comme étant *Paramphistomum daubneyi*, Dinnik 1962, et découverte pour la première fois au Sénégal.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel était constitué par des spécimens de paramphistomes adultes, récoltés vivants sur la muqueuse stomacale d'un bovin Ndama (*Bos taurus*) infesté naturellement, puis sacrifié dans les

abattoirs de Kolda. Pour identifier le parasite, les spécimens ont été observés au microscope photonique.

Les parasites adultes ont d'abord été fixés dans de l'éthanol à 70°, ce qui a provoqué une précipitation, une coagulation des protéines ainsi qu'une insolubilisation de tous les constituants cellulaires et tissulaires (13). Puis, les échantillons ont été déshydratés par de l'éthanol absolu et du butanol. Après passage par la butyparaffine, ces parasites ont été inclus dans de la paraffine. Les coupes sagittales sériées, de 7 µm d'épaisseur, réalisées au microtome et étalées sur des lames porte-objets, ont ensuite été déparaffinées par du toluène et réhydratées par des bains d'éthanol de concentrations décroissantes, avant leur coloration à l'hématoxyline-éosine. Après déshydratation à l'éthanol et au toluène, ces coupes, recouvertes d'une lamelle portant de l'Euckitt sur une face, ont été gardées à l'étuve (60 °C) avant d'être examinées au microscope photonique.

RESULTATS

La détermination du matériel de l'étude (neuf spécimens adultes) a été faite en se basant sur les travaux de Fiscoeder (10, 11), Näs-mark (14), Dinnik (5) et Eduardo (8, 9). Les coupes histologiques ont montré un corps conique courbé ventralement (figure 1). Il n'y avait pas de poche ventrale. Le pharynx était simple, sans diverticule, avec absence également de bulbe pharyngien et l'acétabulum était terminal. Les testicules sur la paroi ventrale étaient en tandem. Les glandes vitellogènes étaient situées latéralement le long du corps. L'ovaire et la glande de Mehlis étaient post-testiculaires mais pré-acétabulaires. Le canal de Laurer croisait le canal excréteur.

1. Isra/Lnerv de Hann, BP 2057, Dakar, Sénégal.

2. Laboratoire de parasitologie-helminthologie, département de biologie animale, faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal.

3. Cnrs Umr 6134, laboratoire parasites et écosystèmes méditerranéens, faculté des Sciences et Techniques, Corte, F-20250 France.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +221 77 559 30 36 ; fax : +221 33 832 36 79

E-mail : mtseck@hotmail.fr

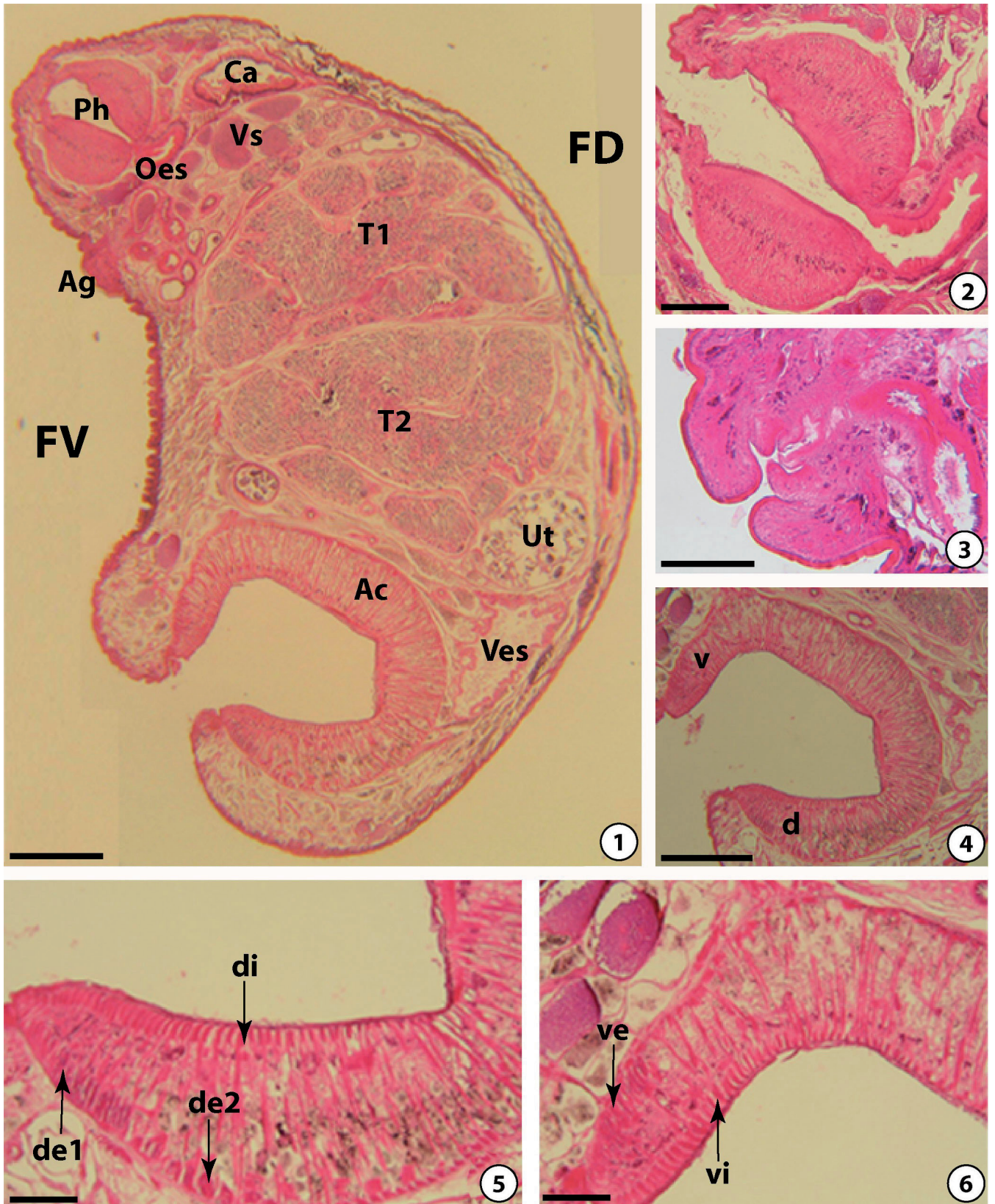


Figure 1 : étude histologique de *Paramphistomum daubneyi*. 1) Coupe histologique sagittale du ver entier (échelle : 200 μ m). 2) Coupe histologique médio-sagittale du pharynx (échelle : 50 μ m). 3) Coupe histologique médio-sagittale du pore génital (échelle : 30 μ m). 4) Acétabulum, coupe histologique médio-sagittale (échelle : 100 μ m). 5) Acétabulum, partie dorsale (échelle : 50 μ m). 6) Acétabulum, partie ventrale (échelle : 50 μ m).

Ac = acétabulum ; Ag = atrium génital ; Ca = cæcum ; d = partie dorsale de l'acétabulum ; de1 = muscles dorsaux externes 1 ; de2 = muscles dorsaux externes 2 ; di = muscles dorsaux internes ; FD = face dorsale ; FV = face ventrale ; Oes = œsophage ; Ph = pharynx ; T1 = testicule antérieur ; T2 = testicule postérieur ; Ut = utérus ; v = partie ventrale de l'acétabulum ; ve = muscles ventraux externes ; ves = vessie ; vi = muscles ventraux internes ; Vs = vésicule séminale.

Ces différents caractères ont permis de déterminer le genre *Paramphistomum*. Les vers mesuraient en moyenne $7 \pm 1,9$ mm avec un diamètre moyen dorso-ventral de $4 \pm 0,7$ mm.

L'acétabulum (figure 1 : 1, 4, 5, 6) était en position terminale. Il occupait l'extrémité postérieure du parasite avec un diamètre de $2 \pm 0,3$ mm. On y distinguait une partie dorsale et une ventrale, et pour chaque partie une face interne et une externe. L'acétabulum présentait également des faisceaux musculaires circulaires externes et internes (dorsaux et ventraux). Les dorsaux externes étaient divisés en deux groupes. L'acétabulum présentait aussi des faisceaux musculaires longitudinaux. Le rapport diamètre de l'acétabulum sur longueur du corps était en moyenne de 1/3,2. L'acétabulum ainsi décrit était de type *Paramphistomum*.

Le pharynx (figure 1 : 1, 2) avait en moyenne une longueur de 800 ± 200 µm et un diamètre de 900 ± 100 µm. Le rapport longueur du pharynx sur longueur du corps était de 1/8,4. Le rapport longueur du pharynx sur diamètre de l'acétabulum était de 1/2,6. Le pharynx présentait des faisceaux musculaires circulaires (internes, externes et basaux) et longitudinaux (internes, externes et radiaux). Le pharynx était de type *Calicophoron* (8, 17).

L'œsophage (figure 1 : 1) faisait suite au pharynx, mesurait en moyenne 600 ± 100 µm de longueur et était dépourvu de bulbe œsophagien.

Les cæcums (figure 1 : 1) avaient une position latérale et se terminaient au-dessus de l'acétabulum.

Dans l'appareil génital mâle (figure 1 : 1), les deux testicules étaient volumineux, très fortement lobés et disposés en tandem au milieu du corps. En coupe, ils occupaient une large surface du parasite. La vésicule séminale était enroulée et bien développée. La *pars musculosa* et la *pars prostatica* étaient réduites.

Dans l'appareil génital femelle (figure 1 : 1), l'ovaire était subsphérique et avait une position post-testiculaire et pré-acétabulaire. Les coupes transversales utérines étaient visibles sur la partie dorsale du parasite, entre l'acétabulum et le testicule postérieur, et au-dessus du testicule antérieur.

Dans l'appareil excréteur (figure 1 : 1), la vessie était en position dorsale, derrière le testicule postérieur.

Dans l'atrium génital (figure 1 : 1, 3) ; les auteurs ont noté l'absence d'une véritable ventouse, la présence d'un sphincter génital et d'un sphincter papillaire à la surface de la papille génitale. Il existait un atrium ventral très petit et un atrium génital réduit. Le diamètre de l'atrium génital était en moyenne de $124 \pm 11,5$ µm. Les fibres musculaires radiales étaient développées. Cet atrium appartenait au type *microbothrium*.

■ DISCUSSION

La systématique des Paramphistomidae, basée sur la description morphologique à travers des études histologiques des formes adultes, reste très difficile et est sujette à controverse. Le genre *Paramphistomum* se différencie du genre *Cotylophoron* qui possède un atrium entouré d'une musculature. De plus, la structure du genre *Cotylophoron* se présente comme une véritable ventouse et les faisceaux musculaires internes circulaires dorsaux de l'acétabulum ne sont pas divisés, il existe un seul groupe.

La répartition géographique de *Paramphistomum daubneyi* se situe essentiellement dans les zones tempérées : les hautes terres du Kenya, l'Éthiopie, la France, la Hongrie, la Bulgarie et la Yougoslavie (12). *Paramphistomum daubneyi* a été décrit par plusieurs auteurs (2, 5, 7, 15, 16). Les caractères morphologiques et histolo-

giques de *Paramphistomum daubneyi*, décrits par ces auteurs, sont sensiblement identiques à ceux observés chez les spécimens de la présente étude.

Jusqu'à ce jour, *Paramphistomum daubneyi* n'avait pas été trouvé au Sénégal où, d'après Albaret et coll. (1), et Diaw et coll. (4), les infestations à paramphistomes sont causées par *Paramphistomum microbothrium*, *P. phyllerouxi* et *Cotylophoron cotylophorum*. A titre de comparaison par rapport aux autres espèces de *Paramphistomum* existantes, *P. daubneyi* est très voisin de *Paramphistomum microbothrium* dont il ne diffère que par quelques détails anatomiques et par des mensurations moindres. Les testicules chez les deux espèces sont fortement lobés et disposés en tandem. Mais chez *P. daubneyi*, les testicules sont plus volumineux, ils occupent une large surface du parasite et sont situés au milieu du corps. L'autre différence se situe au niveau du cycle évolutif mais n'a pas fait l'objet de ce travail. L'hôte intermédiaire de *P. microbothrium* est un bulin. Celui de *P. daubneyi* est une limnée (*Lymnea truncatula*).

Jusqu'à ce jour, une seule espèce de limnée a été trouvée au Sénégal, il s'agit de *Lymnea natalensis*. Les dernières prospections malacologiques au Sénégal datent de plus d'une dizaine d'années. Diaw et coll. (4), après la mise en service des barrages de Diama et de Manantali au nord du Sénégal, indiquent que les prospections malacologiques ont montré une nette tendance à la prolifération de populations de mollusques (bulins, limnées et *Biomphalaria*). Les modifications du milieu, induites par la mise en service des barrages, ont donc créé des conditions favorables à la prolifération des mollusques hôtes intermédiaires.

■ CONCLUSION

Au Sénégal, la famille des Paramphistomidae qui comptait trois espèces (*Paramphistomum microbothrium*, *Paramphistomum phyllerouxi* et *Cotylophoron cotylophorum*) s'est agrandie par la présence d'une quatrième : *Paramphistomum daubneyi*.

Les préparations sont déposées au laboratoire parasites et écosystèmes méditerranéens de la faculté des Sciences et Techniques de l'université de Corse et au Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires (Lnerv) de Dakar-Hann (numéro d'accès : 92 BV).

BIBLIOGRAPHIE

- ALBARET J.L., BAYSSADE-DUFOUR C., DIAW O.T., VASSILIADES G., SEY O., GRUNER L., 1981. Disposition des organites argyrophiles superficiels du miracidium et de la cercaire de *Paramphistomum phyllerouxi* Dinnik, 1961 (Trematoda, Paramphistomidae). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **56** : 147-154.
- CASSET I., 1989. Enquête sur la paramphistomose bovine : recherche des parasites en abattoir. *Revue Méd. vét.*, **140** : 925-927.
- DIAW O.T., SAMNALIEV P., PINO L.A., BAYSSADE-DUFOUR C., ALBARET J.L., VASSILIADES G., 1983. Structures argyrophiles des formes larvaires de deux souches de *Paramphistomum microbothrium* : l'un parasite d'*Isodora guernei* et *Ovis aries*, l'autre parasite d'*Isodora truncata* et *Bos taurus*. *Ann. Parasitol. Hum. comp.*, **58** : 455-465.
- DIAW O.T., SEYE M., SARR Y., 1988. Epidémiologie des trématodoses du bétail dans la région de Kolda, Casamance (Sénégal). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **41** : 257-264.
- DINNIK J.A., 1962. *Paramphistomum daubneyi* sp. nov. from cattle and its snail host in the Kenya Highlands. *Parasitology*, **52**: 143-151.
- DINNIK J.A., 1964. *Paramphistomum sukumum* sp. nov. and other stomach flukes from the Sukumaland area of the lake region, Tanganyika. *Parasitology*, **54**: 201-209.

7. DORCHIES P., 1989. Les paramphistomidés : leur apparente extension en France et les difficultés pratiques d'identification en coproscopie. *Revue Méd. vét.*, **140** : 573-577.
8. EDUARDO S.L., 1982. The taxonomy of the family Paramphistomidae Fiscoeder, 1901 with special reference to the morphology of species occurring in ruminants. I. General considerations. *Syst. Parasitol.*, **4**: 7-57.
9. EDUARDO S.L., 1982. The taxonomy of the family Paramphistomidae Fiscoeder, 1901 with special reference to the morphology of species occurring in ruminants. II. Revision of the genus *Paramphistomum* Fiscoeder, 1901. *Syst. Parasitol.*, **4**: 189-238.
10. FISCHOEDER F., 1901. Die Paramphistomiden der Säugethiere. *Zool. Anzeiger*, **24**: 365-375.
11. FISCHOEDER F., 1901. Die Paramphistomiden der Säugethiere. *Zool. Jahr. Abt. Syst.*, **17**: 485-660.
12. GRABER M., 1975. Les trématodoses hépatiques et gastriques des zébus d'Afrique centrale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** : 311-314.
13. MARTOJA R., MARTOJA-PIERSON M., 1967. Initiation aux techniques de l'histologie animale. Paris, France, Masson, 339 p.
14. NASMARK K.E., 1937. A revision of the trematode family Paramphistomidae. *Inaug. Dissert. Zool. Bidr. Uppsala*, **16**: 301-566.
15. SEY O., 1974. On the species of *Paramphistomum* of cattle and sheep in Hungary. *Acta vet. Acad. Sci. Hung.*, **24**: 19-37.
16. SZMIDT-ADJIDE M., ABROUS M., ADJIDE C.C., DREYFUSS G., LECOMPTE A., CABARET J., RONDELAUD D., 2000. Prevalence of *Paramphistomum daubneyi* infection in cattle in central France. *Vet. Parasitol.*, **87**: 133-138.
17. VAN STRYDONCK D., 1970. Contribution à l'étude de l'anatomie, de la morphologie et de la systématique des Paramphistomidae africains (Plathelminthes : Trematoda). *Ann. Sci. Zool. Mus. R. Afr. Centr.*, **8** : 1-56.

Reçu le 15.07.2008, accepté le 09.04.2009

Summary

Seck M.T., Bâ C.T., Marchand B. Presence of *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, Trematoda) in Senegal

Paramphistomum daubneyi Dinnik, 1962, is a trematode belonging to the Paramphistomidae family. The authors describe for the first time in Senegal a case of infestation by *Paramphistomum daubneyi* in cattle. The parasite was collected in the rumen of cattle naturally infested. This presence brings the number of paramphistomes belonging to the Paramphistomidae family to two genera (*Paramphistomum* and *Cotylophoron*) and four species in Senegal (*P. microbothrium*, *P. phillerouxi*, *P. daubneyi* and *C. cotylophorum*).

Keywords: *Paramphistomum daubneyi* – Paramphistomidae – Senegal.

Resumen

Seck M.T., Bâ C.T., Marchand B. Presencia de *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Digenea, Paramphistomidae, tremátodo) en Senegal

Paramphistomum daubneyi Dinnik, 1962, es un tremátodo perteneciente a la familia Paramphistomidae. Los autores describen en un bovino y por la primera vez en Senegal, un caso de infestación por *Paramphistomum daubneyi*. El parásito se colectó en el rumen de un bovino infestado naturalmente. Esta identificación lleva el número de paramphistomos pertenecientes a la familia Paramphistomidae a dos géneros (*Paramphistomum* y *Cotylophoron*) y a cuatro especies en Senegal (*P. microbothrium*, *P. phillerouxi*, *P. daubneyi* y *C. cotylophorum*).

Palabras clave: *Paramphistomum daubneyi* – Paramphistomidae – Senegal.

Arthropodes ectoparasites du dindon (*Meleagris gallopavo*) dans le nord-ouest du Bénin

S. Salifou^{1*} Y.A. Natta¹ A.M. Odjo¹ L.J. Pangui²

Mots-clés

Dindon – Arthropoda – Parasite – Elevage extensif – Bénin.

Résumé

Une étude a été menée d'août 2003 à mars 2004 sur les arthropodes ectoparasites du dindon, élevé selon le mode extensif dans le département de la Donga (nord-ouest du Bénin). Sur un échantillon de 657 animaux examinés, 524 étaient porteurs de parasites, soit un taux global d'infestation de 79,8 p. 100. Treize espèces ont été identifiées : *Nemidocoptes mutans*, *Epidermoptes bilobatus*, *Dermanyssus gallinae*, *Hyalomma rufipes*, *Amblyomma variegatum*, *Argas persicus* et *Haemaphysalis hoodi* pour les acariens ; *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Lipeurus caponis*, *Goniodes meleagridis*, *Goniocotes gallinae* et *Echidnophaga gallinacea* pour les insectes. Les résultats ont montré que la prévalence du parasitisme due aux insectes était significativement plus élevée que celle due aux acariens ($p < 0,05$). Les acariens fixés à la peau étaient répartis sur tout le corps des oiseaux, tandis que les insectes étaient observés sur le plumage et le corps. Le taux d'infestation a été plus élevé pendant la période humide de l'étude ($p < 0,05$). La prévalence du parasitisme a augmenté significativement avec l'âge des oiseaux ($p < 0,05$). *Menacanthus stramineus* a été le parasite présentant la prévalence la plus élevée. Cette situation, liée au mode traditionnel de l'élevage pratiqué dans cette région du Bénin, laisse envisager des mesures de lutte associant les traitements antiparasitaires des oiseaux à l'hygiène de l'habitat et de l'alimentation.

INTRODUCTION

Le département de la Donga est situé dans la partie septentrionale ouest de la République du Bénin et couvre une superficie de 11 126 km². Il est caractérisé par un climat de type soudano-guinéen avec une saison pluvieuse longue de six mois (2). Dans cette région du Bénin, l'élevage est la deuxième activité du secteur agricole après la production végétale. La volaille constitue, après les bovins et les petits ruminants, l'une des principales activités d'élevage. Les pintades (*Numida meleagris*) et les dindons (*Meleagris gallopavo*) sont généralement élevés selon le mode traditionnel, le plus souvent en association avec les poulets. Sur le plan numérique, l'élevage des dindons vient en deuxième position après celui des poulets (2). Les mortalités sont élevées (environ 70 p. 100) et

sont essentiellement liées aux problèmes d'alimentation, d'hygiène de l'habitat et de pathologies parasitaires. Parmi ces pathologies, en dehors de l'histomonose fréquemment signalée suite aux observations cliniques *in situ*, très peu de données existent sur le parasitisme des dindons. Pourtant, il n'est pas rare de constater, dans les élevages, la présence dans le plumage ou sur le corps de ces oiseaux d'arthropodes souvent visibles à l'œil nu. Le présent article rapporte les résultats d'une enquête parasitologique sur les acariens et les insectes parasites du dindon dans le département de la Donga, en vue de faire l'inventaire des espèces ectoparasites et de déterminer les divers facteurs de régulation du parasitisme.

MATERIEL ET METHODES

Choix des troupeaux

Les enquêtes ont été menées d'août 2003 à mars 2004, soit pendant une période de huit mois dont trois mois humides (août à octobre 2003) et cinq mois secs (novembre 2003 à mars 2004). Les quatre communes de la région de la Donga (Djougou, Ouaké, Bassila et Copargo) ont été étudiées, et une soixantaine de troupeaux de dindons

1. Larba, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin.

2. Laboratoire de parasitologie et mycologie médicale, Ecole inter-Etats des Sciences et Médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal.

* Auteur pour la correspondance

Laboratoire de recherche en biologie appliquée (Larba), Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, BP 2009, Cotonou, Bénin.

de taille comprise entre 10 et 30 individus ont été choisis au hasard. Les animaux n'étaient en général pas suivis sur le plan sanitaire ou l'étaient irrégulièrement. Dans chaque élevage sélectionné, tous les dindons ont été examinés. Aucun traitement antiparasitaire n'a été entrepris après l'examen des oiseaux. Les animaux ont été répartis en trois classes d'âge : 0-2 mois, 2-6 mois et plus de 6 mois.

Collecte et identification des parasites

Le plumage et les différentes parties du corps des oiseaux ont été minutieusement fouillés. Tous les ectoparasites macroscopiques récoltés à l'aide d'une pince ont été plongés dans un liquide de conservation (éthanol 70°). Les lésions croûteuses repérées ont été raclées et conservées dans un sachet hermétique. Les parasites de grande taille (tiques), éclaircis au lactophénol, ont été observés à la loupe à faible grossissement ($\times 2,5$). Les plus petits parasites (poux et puces) et les croûtes, montés entre lame et lamelle respectivement dans du polyvinyle lactophénol ou dans quelques gouttes de lactophénol, ont été observés au microscope. Certains prélèvements de croûtes ont été traités par la technique de digestion et de concentration à base d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 p. 100. Les parasites ont été identifiés à partir des éléments de diagnose décrits par plusieurs auteurs (3, 4, 8, 11).

Analyses statistiques

Les taux d'infestation ont été calculés pour l'ensemble des parasites et par groupe de parasites observés (acariens et insectes). L'influence de la saison de récolte (saison humide vs saison sèche), de la classe d'âge des animaux et de la localisation corporelle des parasites a été quantifiée par la procédure du test d'homogénéité des proportions au seuil de 5 p. 100 (Statistica 6.1).

■ RESULTATS ET DISCUSSION

La prévalence parasitaire en fonction de la saison, de la classe d'âge et de la localisation corporelle est rapportée dans le tableau I, celle des grands groupes d'ectoparasites en fonction de la classe d'âge et du sexe des animaux dans le tableau II, et la localisation anatomique des diverses espèces de parasites dans le tableau III.

Prévalence des infestations et divers groupes parasitaires

Le taux global d'infestation (79,8 p. 100) observé dans cette partie du Bénin (tableaux I et II) a été élevé dans l'ensemble. Ce taux a semblé être inférieur à celui enregistré chez les pintades dans la partie septentrionale Est du Bénin en 2003 à la même période (10) et à celui obtenu en Gambie (1). Il devrait être revu à la hausse en raison du caractère intermittent du portage de certains insectes, comme les puces. Ce taux élevé du parasitisme serait lié au caractère traditionnel de l'élevage du dindon où l'hygiène et le suivi sanitaire font généralement défaut.

Le parasitisme a été observé dans toutes les localités, ce qui pouvait s'expliquer par les conditions climatiques presque identiques dans toute la région. La grande diversité des insectes par rapport aux acariens expliquerait leur taux d'infestation plus élevé ($p < 0,05$) pour la classe d'âge et le sexe (tableau II). Par ailleurs, les acariens, sauf *Cnemidocoptes mutans* qui parasite les pattes des oiseaux, ne passent que quelques temps brefs sur les hôtes, surtout la nuit, contrairement aux insectes qui sont en permanence sur leurs hôtes (7). Aussi dans le groupe des acariens, certaines tiques dites télotropes se rencontrent à l'état immature chez les oiseaux alors que le stade imaginal parasite les mammifères.

Tableau I

Prévalence parasitaire en fonction des saisons, des classes d'âge et de la localisation corporelle

Facteur de variation	Nb. animaux observés	Nb. animaux parasités	Prévalence (%)
Saison d'observation			
Mois secs			
Novembre	80	64	80,00
Décembre	167	137	82,03
Janvier	38	31	81,57
Février	157	88	56,06
Mars	29	19	65,52
Total	471	339	71,97 ^a
Mois humides			
Août	61	61	100
Septembre	81	80	98,76
Octobre	44	44	100
Total	186	185	99,46 ^b
Classe d'âge (mois)			
0-2	126	42	33,33 ^a
2-6	109	80	73,39 ^b
> 6 mois	422	402	95,26 ^c
Localisation corporelle			
Tête cou	657*	270	41,09
Peau	657*	261	39,72
Plume du corps	657*	115	17,50
Plume du croupion	657*	132	20,09
Plume des ailes	657*	185	28,15
Patte	657*	114	17,35

* Nombre total d'animaux examinés. Les prévalences marquées de différentes lettres pour chaque groupe de facteurs sont significativement différentes : total mois humides vs mois secs, $p < 0,05$; classe d'âge 0-2 vs 2-6, $p < 0,05$; classe d'âge 0-2 et 2-6 vs 6 mois et plus, $p < 0,05$

Tableau II

Prévalence des grands groupes d'ectoparasites en fonction des classes d'âge et du sexe des animaux

Facteur de variation	Acariens		Insectes	
	Effectif parasité	Prévalence (%)	Effectif parasité	Prévalence (%)
Classes d'âge (mois)				
0-2	18	14,28	29	23,01
2-6	45	41,28	78	71,55
> 6 mois	227	53,79	302	71,56
Moyenne		44,14 ^a		62,25 ^b
Sexe				
Mâle	137	43,76 ^a	195	62,30 ^b
Femelle	153	44,47 ^a	214	62,20 ^b
Total	290		409	

Spectre parasitaire

Les prévalences des diverses espèces de parasites observées sur le corps et dans le plumage des oiseaux ont été les suivantes : pour le groupe des acariens, larves de *Hyalomma marginatum rufipes* (31,09 p. 100), larves, nymphes et adultes de *Cnemidocoptes mutans* (24,78 p. 100) et d'*Amblyomma variegatum* (23,91 p. 100), adultes de *Dermanyssus gallinae* (8,26 p. 100), larves d'*Argas persicus* (3,91 p. 100), adultes d'*Epidermoptes bilobatus* (1,96 p. 100), et larves de *Haemaphysalis hoodi* (0,43 p. 100) ; pour le groupe des insectes, les formes adultes seules de *Menacanthus stramineus* (41,96 p. 100), de *Goniodes meleagridis* (36,74 p. 100), de *Lipeurus caponis* (31,17 p. 100), de *Menopon gallinae* (22,83 p. 100), d'*Echidnophaga gallinacea* (17,83 p. 100) et de *Goniocotes gallinae* (11,96 p. 100).

Le spectre parasitaire enregistré chez le dindon s'est superposé globalement à celui observé chez le poulet et la pintade au Bénin (2, 9) et dans les régions du Niger (12). Cette diversité parasitaire se rapporte au caractère traditionnel de l'élevage où les dindons sont élevés en association avec les poulets et les pintades dans cette partie du Bénin. Toutefois, *Amblyomma variegatum* et *Epidermoptes bilobatus* n'ont été enregistrés ni chez le poulet ni chez la pintade dans les régions du Niger. Les stades larvaire et nymphal d'*Amblyomma variegatum* ont été observés chez la pintade dans le nord-est du Bénin (10). La présence de tous les stades d'*Amblyomma variegatum* (généralement parasite au stade adulte des vertébrés de grande taille) chez la volaille locale peut s'expliquer par les conditions d'élevage traditionnel où bovins, ovins, caprins et volaille vivent généralement en communauté. En effet, dans le département de la Donga, surtout dans les localités de Djougou et d'Ouaké, le système d'embouche de case de bovins et d'ovins est très développé dans les ménages où l'élevage de volaille est également pratiqué. La cohabitation de ces différentes espèces animales dans ces localités serait à l'origine de la présence chez la volaille d'*Amblyomma variegatum*, tique télotrope. Cette diversité de la faune parasitaire observée chez le dindon laisse envisager l'existence de certaines maladies infectieuses chez les espèces d'oiseaux dans la région de la Donga. En effet, selon Kauffman (7), *Argas persicus*, tique cosmopolite des régions chaudes d'Afrique de l'Ouest, peut transmettre des germes comme *Borrelia anserina*, *Aegyptianella pullorum* et *Pasteurella multocida*, tous agents de maladies induisant des pertes qui avoisinent dans certaines conditions celles occasionnées par les pestes aviaires.

Influence des saisons

Les animaux examinés présentaient un taux d'infestation global de 79,8 p. 100 (657 dindons examinés dont 524 porteurs d'arthropodes ectoparasites). Le parasitisme a été observé pendant toute la période d'investigation (tableau I). Le taux de parasitisme noté pendant les mois humides a été significativement plus élevé ($p < 0,05$) que celui observé pendant les mois secs (tableau I). Ce fort taux d'infestation des mois humides s'explique par la réunion des conditions favorables (température et humidité) au développement des parasites pendant cette période et par la difficulté qu'ont les éleveurs à maintenir l'hygiène des locaux en saison pluvieuse, à cause des intempéries qui accentuent leur état insalubre (1).

Incidence de l'âge et du sexe

La prévalence des infestations a été significativement plus élevée ($p < 0,05$) chez les oiseaux de plus de six mois que chez les oiseaux des autres catégories d'âges (tableau I). Dans cette région de la Donga, l'histomonose est généralement signalée par les services d'élevage, comme une pathologie affectant les plus jeunes

dindons. Pour cette raison, les jeunes bénéficiaient de plus d'attention que les adultes qui étaient davantage en divagation. Ceci pouvait justifier le faible taux d'infestation des jeunes par rapport aux adultes. Par ailleurs, on pouvait supposer que le parasitisme helminthique était important car les insectes ingérés dans la nature par les adultes sont le plus souvent des hôtes intermédiaires de divers helminthes (7). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre le taux d'infestation des sujets femelles et celui des sujets mâles (tableau II).

Incidence des insectes et acariens

La prévalence des infestations dues aux insectes a été significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celle due aux acariens (tableau II). Cette grande prévalence du parasitisme par les insectes a été également observée chez les poulets dans la région méridionale (5, 6) et chez les pintades dans le nord-est du Bénin (9).

Localisation des parasites et associations parasitaires

Les acariens fixés sur la peau étaient répartis sur tout le corps des oiseaux tandis que les insectes ont été observés sur le plumage et la peau (tableau III). Les parasites étaient répartis sur le corps des oiseaux sur six localisations : tête-cou, pattes, peau, plumes du corps, plumes des ailes et plumes du croupion. Les acariens ont été trouvés fixés à la peau sur presque toutes les parties du corps et les insectes aussi bien au niveau des plumes qu'au niveau de la peau. La localisation des ectoparasites serait influencée par leur mode de nutrition et leur cycle de développement. Le mode de nutrition dépend lui-même de la nature des pièces buccales de ces arthropodes. En effet, les chélicères, organes préhensibles des tiques, dilacèrent les tissus alors que les insectes, surtout les poux, sont broyeur ou piqueurs.

Charges parasitaires

La charge parasitaire des dindons a varié en fonction des élevages et des espèces parasites. Ainsi, lors d'infestations par *Goniodes meleagridis*, *Lipeurus caponis* et *Menacanthus stramineus*, des charges allant de 90 à 150 individus ont été observées sur un seul hôte. Des densités moyennes de 40 à 80 ont été observées pour *Echidnophaga gallinacea* et *Hyalomma rufipes*, et de 20 à 30 pour *Menopon gallinae*, *Goniocotes gallinae* et *Dermanyssus gallinae*. Dans les lésions croûteuses, les divers stades de *Cnemidocoptes mutans* ont été observés avec un nombre variant de 3 à 5 parasites par champ microscopique.

Observation clinique

Dans l'ensemble, les dindons examinés étaient apparemment sains. Toutefois, il a été noté une atteinte de l'état général chez les animaux fortement infestés, avec cachexie, anémie et dépôt de nombreuses taches blanchâtres sur les plumes. Les oiseaux parasités par *Cnemidocoptes mutans* présentaient également, au niveau des tarses et des doigts, des croûtes épaisses, blanchâtres et crayeuses ayant l'aspect de mie de pain séchée. Des signes de boiteries ont été observés.

La cachexie chez certains dindons pouvait être liée à l'action des parasites associée ou non à la sous-alimentation ou à d'autres affections parasitaires ou infectieuses. Les croûtes crayeuses des tarses et des doigts étaient liées à l'action térébrante de *Cnemidocoptes mutans*. Ces lésions étaient identiques à celles décrites par Pangui (8). Les nombreuses taches blanchâtres sur les plumes des animaux étaient en rapport avec les œufs de poux.

Tableau III

Localisation des diverses espèces de parasites chez le dindon

	Ordre	Famille	Espèce	Localisation
Acariens	Acarina	Sarcoptidae	<i>Cnemidocoptes mutans</i> ***	Pattes
	Acarina	Dermanyssidae	<i>Dermanyssus gallinae</i> **	Tête cou
	Astigmata	Epidermoptidae	<i>Epidermoptes bilobatus</i> **	Tête cou
	Ixodida	Argasidae	<i>Argas persicus</i> *	Tête cou, peau
	Ixodida	Amblyomidae	<i>Amblyomma variegatum</i> ***	Tête cou, peau
	Ixodida	Amblyomidae	<i>Hyalomma rufipes</i> *	Tête cou, peau
	Ixodida	Amblyomidae	<i>Haemaphysalis hoodi</i> *	Peau
Insectes	Phthiraptera	Goniodidae	<i>Goniocotes gallinae</i> **	Tête cou, peau, plumes du corps, plumes des ailes et plumes du croupion
	Phthiraptera	Goniodidae	<i>Goniodes meleagridis</i> **	Tête cou, peau, plumes du corps, plumes des ailes et plumes du croupion
	Phthiraptera	Philopteridae	<i>Lipeurus caponis</i> **	Plumes des ailes
	Phthiraptera	Menoponidae	<i>Menopon gallinae</i> **	Tête cou, peau, plumes du corps, et plumes du croupion
	Phthiraptera	Menoponidae	<i>Menacanthus stramineus</i> **	Tête cou, peau, plumes du corps, plumes des ailes et plumes du croupion
	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Echidnophaga gallinacea</i> **	Tête cou

* Larves uniquement ; ** Adultes uniquement ; *** Larves, nymphes et adultes

CONCLUSION

La population d'ectoparasites était très diversifiée chez les dindons dans le nord-ouest du Bénin avec une prédominance des insectes (surtout des poux) par rapport aux acariens. Cette situation, qui présage l'existence de transmission de certaines pathologies infectieuses, laisse envisager la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures devant combiner l'hygiène de l'habitat et l'amélioration

des techniques d'élevage pour ce qui concerne les interventions antiparasitaires, surtout chez les adultes qui paraissent plus infestés.

Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Gbangboche Armand Bienvenu pour l'assistance portée à cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- BONFOH B., ANKERS P., PFISTER K., PANGUI L.J., TOGUEBAYE B.S., 1997. Répertoire de quelques contraintes de l'aviculture villageoise en Gambie et propositions de solutions pour son amélioration. In : Proc. INFPD workshop, M'bour, Senegal, p. 135-141.
- DOSSA S.C., SALIFOU S., DOSSOU-GBETE G., MENSAH S., 2005. Helminthes et arthropodes parasites du poulet local de la basse-cour au Bénin. *Ann. Sci. agron. Bénin*, 7 : 195-213.
- FRANC M., 1994. Puces et méthodes de lutte. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, 13 : 1019-1037.
- FRANC M., 1994. Poux et méthodes de lutte. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, 13 : 1039-1051.
- GBESSI C.C., 1998. Nématodes, acariens et insectes parasites des oiseaux de basse-cour dans le département du Mono : taxonomie et épidémiologie. Mémoire fin de cycle, Collège polytechnique universitaire, Cotonou, Bénin, 78 p.
- ILLIASSOU M.S., 1996. Enquête sur les insectes et acariens parasites du poulet dans le département de l'Atlantique. Mémoire fin d'études, Ecole polytechnique d'Abomey Calavi, Cotonou, Bénin, 76 p.
- KAUFFMAN J., 1996. Parasitic infections of domestic animals. A diagnostic manual. Berlin, Germany, Girkhäuser Verlag Basel, p. 338-392.
- PANGUI L.J., 1994. Gales des animaux domestiques et méthodes de lutte. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, 13 : 1227-1247.
- SALIFOU S., DOKO S.Y., SALIFOU A.N., PANGUI L.J., 2004. Acariens et insectes parasites de la pintade domestique (*Numida meleagridis galeata*) dans la région de l'Alibori et du Borgou (Nord-Est du Bénin). *Revue Afr. Santé Prod. Anim.*, 2 : 43-46.
- SEKO N'GOYE B.J., 2003. Helminthes et arthropodes parasites de la pintade dans le département de l'Alibori. Mémoire, Diplôme étude agricole tropicale (Deat), Lycée agricole Médji de Sékou, Bénin, 69 p.
- SOULSBY E.J.L., 1968. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 6th Edn. In: Monning's veterinary heminthology and entomology. London, UK, Baillière, Tindall and Cassell, p. 226-517.
- TAGER-KAGAN P., TIBAYRENC R., DJIBO GARBA, 1992. Epidémiologie du parasitisme aviaire en élevage villageois dans la région de Niamey (Niger). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 45 : 139-147.

Reçu le 15.10.2007, accepté le 03.03.2009

Summary

Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J. Ectoparasite Arthropods of the Turkey (*Meleagris gallopavo*) in the North-west of Benin

Ectoparasite arthropods of extensively reared turkeys were studied from August 2003 to March 2004 in Donga Department (Northwest Benin). Out of 657 sampled and examined birds, 524 were parasite carriers, i.e. the overall infestation rate was 79.8%. Thirteen species were identified: *Cnemidocoptes mutans*, *Epidermoptes bilobatus*, *Dermanyssus gallinae*, *Hyalomma rufipes*, *Amblyomma variegatum*, *Argas persicus* and *Haemaphysalis hoodi* as acarids; *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Lipeurus caponis*, *Goniodes meleagridis*, *Goniocotes gallinae* and *Echidnophaga gallinacea* as insects. Insect parasitism was significantly higher than acarid parasitism ($p < 0.05$). Acarids were present on all bird body parts, while insects were found on feathers as well as body. The infestation rate was higher during the humid period of the study ($p < 0.05$). Parasitism prevalence significantly increased with birds' age ($p < 0.05$). The highest infestation rate was caused by *Menacanthus stramineus*. This status, due to the traditional way of rearing turkeys in the studied area, suggests a control strategy which should associate treatment of the birds with parasiticide drugs, habitat hygiene and improved feeding.

Keywords: Turkey – Arthropoda – Parasite – Extensive husbandry – Benin.

Resumen

Salifou S., Natta Y.A., Odjo A.M., Pangui L.J. Artrópodos ectoparásitos del pavo (*Meleagris gallopavo*) en el noroeste de Benin

Entre agosto 2003 y marzo 2004, se llevó a cabo un estudio sobre los artrópodos ectoparásitos del pavo, criado de manera extensiva en el departamento de Donga (noroeste de Benin). Sobre una muestra de 657 animales examinados, 524 fueron portadores de parásitos, o sea una tasa global de infestación de 79,8%. Se identificaron trece especies: *Cnemidocoptes mutans*, *Epidermoptes bilobatus*, *Dermanyssus gallinae*, *Hyalomma rufipes*, *Amblyomma variegatum*, *Argas persicus* y *Haemaphysalis hoodi* para los ácaros; *Menopon gallinae*, *Menacanthus stramineus*, *Lipeurus caponis*, *Goniodes meleagridis*, *Goniocotes gallinae* y *Echidnophaga gallinacea* para los insectos. Los resultados mostraron que la prevalencia del parasitismo debida a los insectos fue significativamente más alta que la debida a los ácaros ($p < 0,05$). Los ácaros fijados a la piel se encontraron repartidos en todo el cuerpo de las aves, mientras que los insectos fueron observados sobre el plumaje y el cuerpo. La tasa de infestación fue más alta durante el periodo húmedo del estudio ($p < 0,05$). La prevalencia del parasitismo aumentó significativamente con la edad de las aves ($p < 0,05$). *Menacanthus stramineus* fue el parásito con mayor prevalencia. Esta situación, ligada al modo tradicional de cría practicado en esta región de Benin, deja entrever medidas de lucha que asocian los tratamientos antiparasitarios de las aves a la higiene del medio y de la alimentación.

Palabras clave: Pavo – Arthropoda – Parásito – Ganadería extensiva – Benin.

Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc

I. Boujenane ^{1*} H. Aïssa ¹

Mots-clés

Bovin – Vache laitière – Holstein – Montbéliarde – Reproduction – Production laitière – Maroc.

Résumé

L'étude a porté sur l'analyse de 1 727 lactations réalisées par 493 vaches de race Holstein et de 1 148 lactations réalisées par 319 vaches de race Montbéliarde d'un élevage privé. Les données ont été collectées entre 1997 et 2007. L'âge au premier vêlage des Holstein et des Montbéliardes a presque été de 29 mois. L'intervalle entre vêlages et l'intervalle vêlage - insémination fécondante des Montbéliardes ont été respectivement de 385,6 et 83,1 jours. Ils ont été respectivement de 9,7 et 30 jours plus courts que ceux des Holstein. La durée de lactation des Holstein a été de 4,2 jours plus courte et la durée de tarissement de 14,1 jours plus longue que celles des Montbéliardes. En revanche, les Holstein ont produit 623,1 kg de lait et 30,2 kg de matières grasses de plus par lactation de référence que les Montbéliardes. En conclusion, la race Montbéliarde a présenté un léger avantage du point de vue de la reproduction et un léger désavantage du point de vue de la production laitière par rapport à la race Holstein. L'étude de quelques autres caractères est nécessaire pour une meilleure comparaison de ces races.

■ INTRODUCTION

Au Maroc, l'élevage bovin laitier constitue l'un des piliers de l'économie agricole. Pour améliorer ce secteur, l'Etat a préconisé l'importation de génisses à haut potentiel génétique afin de constituer un *pool* génétique perfectible. Parmi les races pures importées, il y a les races Holstein et Montbéliarde. Par ailleurs, devant le prix intéressant enregistré ces dernières années par les animaux à viande comparés aux laitiers, certains éleveurs laitiers ont préféré élever les vaches de race Montbéliarde qui ont à la fois une bonne production laitière et des veaux ayant une croissance plus rapide que celle des veaux Holstein. L'autre argument avancé par ces mêmes éleveurs pour justifier leur choix est que dans les conditions marocaines d'élevage, caractérisées par un mode de conduite peu satisfaisant et un climat rude, il n'est pas nécessaire d'élever des vaches Holstein d'un très haut potentiel laitier, mais plutôt des vaches relativement moins productrices mais légèrement plus résistantes comme la Montbéliarde. Au Maroc, les performances

des vaches Holstein ont été largement étudiées (1, 3, 4, 5, 14), celles de la race Montbéliarde l'ont été moins (12). Le seul travail qui s'est intéressé aux deux races à la fois a concerné les performances de reproduction (7), mais, même dans ce cas, les deux races ont été élevées dans des étables différentes. De ce fait, aucune comparaison des performances des deux races élevées dans les mêmes conditions n'a été faite au Maroc. Ainsi, l'objectif de la présente étude a été de comparer les performances de reproduction et de production laitière des vaches Holstein et Montbéliardes élevées dans un même élevage au Maroc.

■ MATERIEL ET METHODES

Source des données

Les données analysées étaient issues des résultats du contrôle laitier officiel effectué au sein d'une ferme privée située dans la région du Tadla au centre du pays. Le climat dans cette région est de type aride à semi-aride, avec une saison sèche d'avril à octobre et une saison humide de novembre à mars. La pluviométrie annuelle moyenne est de 326 mm. La température moyenne annuelle est de 18 °C, avec un maximum de 40 °C en août et un minimum de 3,5 °C en janvier.

1. Département de productions et de biotechnologies animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202 Rabat-Instituts, 10101 Rabat, Maroc.

* Auteur pour la correspondance

Tél./fax : +212 537 77 64 20 ; email : i.boujenane@iav.ac.ma

Les données ont concerné 1 727 lactations réalisées par 493 vaches Holstein et 1 148 lactations réalisées par 319 vaches Montbeliardes. L'âge au vêlage a été en moyenne de 51,9 et 53,8 mois respectivement pour les Holstein et les Montbeliardes. Les rangs de lactation ont été respectivement de 2,8 (allant de 1 à 10) et de 2,9 (allant de 1 à 9). Les données analysées ont été collectées de 1997 à 2007. Les vêlages étaient répartis tout au long de l'année. Néanmoins, ceux d'automne et d'hiver étaient plus fréquents que ceux du printemps et d'été, surtout chez la Montbeliarde.

Conduite de la reproduction

Les génisses étaient mises à la reproduction à un âge compris entre 16 et 24 mois. Le mode de reproduction le plus utilisé au niveau de la ferme était l'insémination artificielle. Les semences étaient importées du Canada pour la Holstein et de France pour la Montbeliarde. En cas d'échec de la troisième insémination artificielle, la saillie était assurée par des taureaux de monte naturelle, choisis sur la base de leur conformation et des productions laitières de leurs mères.

Conduite alimentaire

L'alimentation des vaches était raisonnée selon leur stade physiologique et leur niveau de production. Elle était assurée par une ration de base composée essentiellement de fourrages verts ou conservés en foin ou en ensilage, qui étaient produits sur l'exploitation, et d'un aliment concentré dont la composition a varié en fonction du disponible sur le marché (tourteau de soja, tourteau de tournesol, maïs grain et pulpe sèche de betterave).

Contrôles effectués et traitement des données

Pour chaque lactation, les auteurs ont disposé des informations suivantes : du numéro national de la vache, des numéros du père et de la mère, de la race de la vache, du rang de lactation et de la date de naissance ; de la date de saillie, de la date de vêlage et de la durée de lactation ; de la quantité de lait, de la quantité de matières grasses et du taux butyreux.

A partir des informations précédentes, les paramètres suivants ont été calculés : l'âge au vêlage de la vache, la durée de gravidité, l'intervalle entre deux vêlages, l'intervalle vêlage - insémination fécondante, la durée de tarissement.

Les données ont été analysées pour chaque race séparément. La comparaison des moyennes arithmétiques des deux races pour chaque caractère a été faite selon la formule (10) :

$$z \approx \frac{\bar{y}_H - \bar{y}_M}{\sqrt{\frac{s_H^2}{n_H} + \frac{s_M^2}{n_M}}}$$

où \bar{y}_H et \bar{y}_M sont les moyennes arithmétiques, s_H^2 et s_M^2 les variances, et n_H et n_M les nombres de données des différents caractères respectivement des races Holstein et Montbeliarde. Le test d'absence de différence entre les deux races a été réalisé au niveau de signification de 5 p. 100.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Age au premier vêlage

L'âge au premier vêlage a été presque identique chez les vaches Holstein et Montbeliardes. Il a été en moyenne de 28,9 mois avec un coefficient de variation de 10,7 p. 100 chez les Holstein et de 29,6 mois avec un coefficient de variation de 10,8 p. 100 chez les Montbeliardes (tableau I). Chez ces deux races, les vêlages qui ont eu lieu avant l'âge de 24 mois ont représenté respectivement 7,5 et 2,7 p. 100, tandis que ceux qui ont eu lieu à un âge compris entre 24 et 27 mois ont représenté respectivement 23,3 et 26,8 p. 100 (figure 1).

La similitude entre les âges au premier vêlage des deux races a été due à la conduite adoptée par le gérant de la ferme qui a consisté à mettre les génisses des deux races à la reproduction pour la première fois à un âge compris entre 16 et 24 mois. Les âges au premier vêlage

Tableau I

Moyennes arithmétiques et écarts-types des paramètres de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbeliarde

Variable	Holstein			Montbeliarde			$\bar{y}_H - \bar{y}_M$
	Nombre	Moyenne	ET	Nombre	Moyenne	ET	
APV (mois)	477	28,9	3,1	291	29,6	3,2	*
IVV (jours)	1113	395,3	72,4	794	385,6	71,3	*
IVIF (jours)	342	113,1	76,9	10	83,1	28,5	*
DG (jours)	704	281,1	11,7	113	279,7	12,1	NS
DL (jours)	1240	309,9	54,8	655	314,1	61,6	NS
DT (jours)	999	90,0	59,1	609	75,9	50,2	*
QL305 (kg)	1245	6 239,1	50,8	846	5 616,9	74,4	*
QMG305 (kg)	653	228,4	2,58	110	198,2	4,75	*
TB305 (‰)	653	37,0	0,21	110	38,1	0,42	*

APV : âge au premier vêlage ; IVV : intervalle vêlage - vêlage ; IVIF : intervalle vêlage - insémination fécondante ; DG : durée de gravidité ; DL : durée de lactation ; DT : durée de tarissement ; QL305 : quantité de lait par lactation de référence ; QMG305 : quantité de matières grasses par lactation de référence ; TB305 : taux butyreux moyen par lactation de référence.

ET : écart-type

$\bar{y}_H - \bar{y}_M$: différence entre les moyennes arithmétiques des Holstein et des Montbeliardes.

* P < 0,05 ; NS : P > 0,05

obtenus dans la présente étude étaient proches de ceux trouvés par Boujenane et Ba (4) chez la race Holstein-Frisonne, et Elfiou (7) chez la race Montbéliarde, qui étaient respectivement de 29,5 et 28,9 mois.

Intervalle entre vêlages

L'intervalle entre vêlages des Holstein a été en moyenne de 395,3 jours, soit de 10 jours plus long que celui des Montbéliardes ($P < 0,05$) (tableau I). Il a été inférieur à 360 jours pour 39,1 p. 100 des Holstein et 46,1 p. 100 des Montbéliardes, compris entre 360 et 420 jours pour 35 p. 100 des Holstein et 34,4 p. 100 des Montbéliardes, et supérieur à 420 jours pour 25,9 p. 100 des Holstein et 18,7 p. 100 des Montbéliardes (figure 2).

L'intervalle entre vêlages relevé chez la Montbéliarde a été proche de celui obtenu par Elfiou (7) qui a rapporté une moyenne de 379,1 jours chez la même race. De même, celui relevé chez la Holstein a avoisiné ceux obtenus par Elfiou (7) et Benbouajili (1) qui ont rapporté respectivement des moyennes de 399,5 et 398,6 jours.

Intervalle vêlage - insémination fécondante

L'intervalle vêlage - insémination fécondante des Holstein a été en moyenne de 113,1 jours avec un coefficient de variation de 68 p. 100. Il a été de 83,1 jours avec un coefficient de variation de

34,3 p. 100 chez les Montbéliardes (tableau I). Respectivement 27,5 et 20 p. 100 des Holstein et des Montbéliardes ont été fécondées dans l'intervalle compris entre 60 et 90 jours après le vêlage, 16,7 et 50 p. 100 l'ont été dans l'intervalle compris entre 90-120 jours après le vêlage, et 31,8 et 0 p. 100 l'ont été au-delà de 120 jours (figure 3).

L'intervalle vêlage - insémination fécondante des Montbéliardes a été plus court que celui des Holstein ($P < 0,05$). Ceci indique que la Montbéliarde est retournée en chaleurs après le vêlage plus précocement que la Holstein. Ce résultat est en accord avec celui de Haddada et coll. (8) qui rapportent que l'intervalle vêlage - insémination artificielle est plus court chez la Montbéliarde (112,3 jours) que chez la Holstein (142,2 jours). Cependant, la moyenne obtenue dans la présente étude chez les Montbéliardes a été inférieure à la moyenne de 103,8 jours trouvée par Elfiou (7) chez la même race. Concernant la Holstein, l'intervalle vêlage - insémination a été supérieur à la valeur maximale de l'intervalle optimum vêlage - insémination fécondante qui est de 60 à 90 jours (6).

Durée de gravidité

Les moyennes de durée de gravidité des Holstein et des Montbéliardes ont été respectivement de 281,1 et 279,7 jours ($P > 0,05$) (tableau I). Les classes modales ont correspondu aux classes 270-280 jours et 280-290 jours respectivement pour les Holstein (43,3 p. 100) et les Montbéliardes (39,8 p. 100) (figure 4).

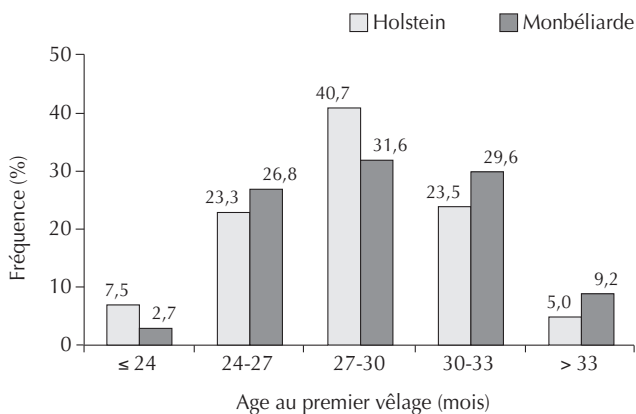


Figure 1 : distribution des fréquences de l'âge au premier vêlage des vaches de race Holstein ($n = 477$) et Montbéliarde ($n = 291$).

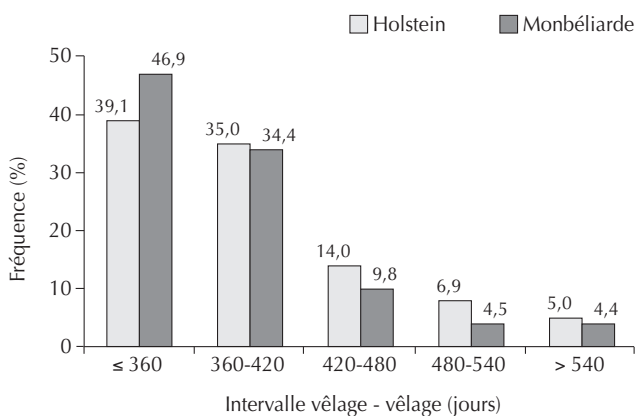


Figure 2 : distribution des fréquences de l'intervalle vêlage - vêlage des vaches de race Holstein ($n = 1 113$) et Montbéliarde ($n = 794$).

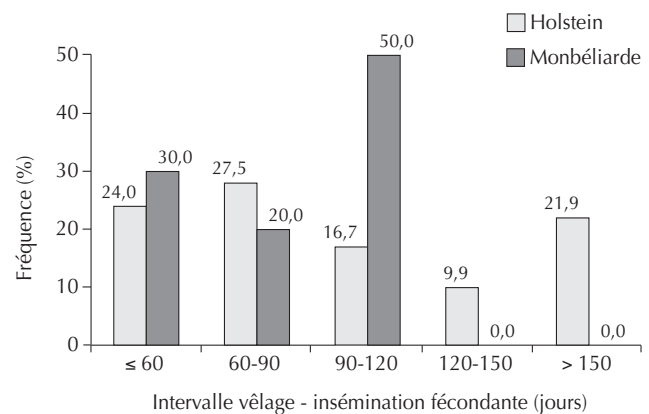


Figure 3 : distribution des fréquences de l'intervalle vêlage - insémination fécondante des vaches de race Holstein ($n = 342$) et Montbéliarde ($n = 10$).

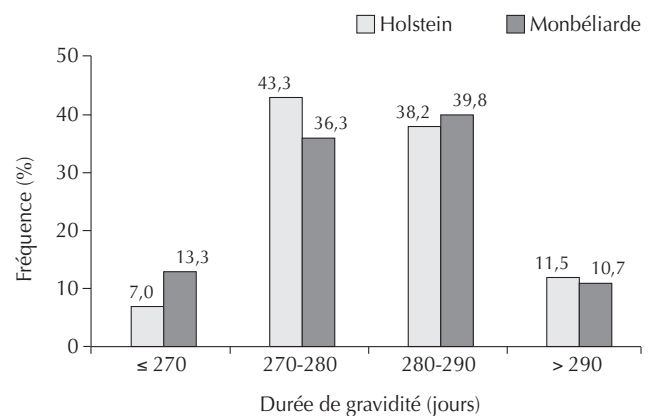


Figure 4 : distribution des fréquences de la durée de gravidité des vaches de race Holstein ($n = 704$) et Montbéliarde ($n = 113$).

La durée de gravidité des Montbéliardes a été inférieure à la valeur de 286,8 jours rapportée par Elfiou (7). Toutefois, la moyenne relevée chez la Holstein a été légèrement supérieure à celles rapportées par Benbouajili (1) et Diamoitou (5) qui étaient respectivement de 278,8 et 279 jours.

Durée de lactation

La durée de lactation totale des Holstein a été en moyenne de 309,9 jours, avec un coefficient de variation de 17,7 p. 100. Celle des Montbéliardes a été de 314,1 jours avec un coefficient de variation de 19,6 p. 100 (tableau I). Les durées de lactation comprises entre 240 et 270 jours ont concerné 16 p. 100 des Holstein et 18,7 p. 100 des Montbéliardes. Celles comprises entre 270 et 300 jours ont été relevées chez 63,8 et 55,8 p. 100 respectivement des Holstein et des Montbéliardes. Alors que celles qui ont été supérieures à 330 jours ont été observées respectivement chez 20,2 et 25,4 p. 100 d'entre elles (figure 5).

La moyenne de la durée de lactation des Holstein a été de 4,2 jours plus courte que celles des Montbéliardes ($P > 0,05$). La durée de lactation rapportée dans la présente étude pour la Holstein a été inférieure à celles de 338 et 340,5 jours rapportées respectivement par Boujenane et Ba (4), et Benbouajili (1). Quant à la moyenne obtenue chez la Montbéliarde, elle a été supérieure à celle relevée par Elfiou (7) chez la même race. Les courtes durées de lactation des vaches de cet élevage par rapport à celles rapportées par ces différents auteurs ont été expliquées par le fait que le gérant de la ferme accordait volontairement aux vaches une période de tarissement avant le prochain vêlage.

Durée de tarissement

La moyenne de la durée de tarissement obtenue chez les Holstein a été de 90 jours. Elle a été de 14,1 jours plus élevée que celle des Montbéliardes ($P < 0,05$) (tableau I). La distribution des fréquences a montré que la durée de tarissement a été inférieure à deux mois chez 24,4 p. 100 des Holstein et 28,1 p. 100 des Montbéliardes, tandis qu'elle a été comprise entre deux et trois mois respectivement chez 44,8 et 47 p. 100 d'entre elles (figure 6).

La moyenne obtenue chez la race Holstein a été supérieure à la valeur de 85 jours rapportée par Bennis (2), mais elle a été proche de la durée de tarissement de 91,3 jours obtenue par Benbouajili (1). La moyenne obtenue chez les Montbéliardes a été similaire à celle rapportée par Elfiou (7).

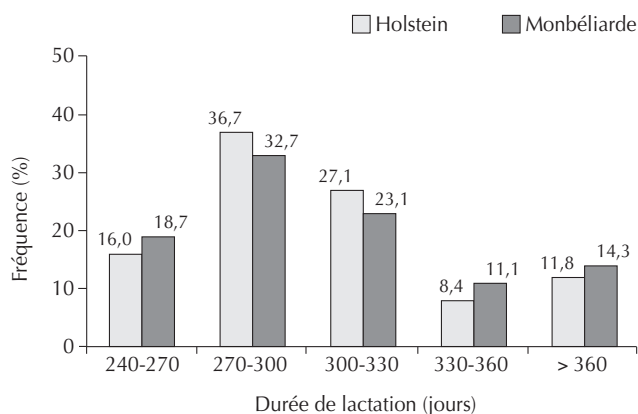


Figure 5 : distribution des fréquences de la durée de lactation des vaches de race Holstein (n = 1 240) et Montbéliarde (n = 655).

Quantité de lait par lactation de référence

La quantité de lait par lactation de référence des Holstein a été en moyenne de 6 239,1 kg. Celle des Montbéliardes a été de 622,2 kg de moins ($P < 0,05$) (tableau I). La quantité de lait par lactation de référence a été comprise entre 5 000 et 6 000 kg chez 34 p. 100 des Holstein et 30,8 p. 100 des Montbéliardes, entre 6 000 et 7 000 kg chez 33,1 p. 100 des Holstein et 24,6 p. 100 des Montbéliardes, et supérieure à 7 000 kg chez 17,8 p. 100 des Holstein et 18,9 p. 100 des Montbéliardes (figure 7).

La quantité de lait produite par les Montbéliardes de cette étude a été inférieure à celle de 6 451 kg produite par des Montbéliardes en France (9) ou élevées au domaine Douiet (12). La moyenne chez les Holstein a été inférieure à celle rapportée par Benbouajili (1) au domaine Douiet.

Quantité de matières grasses par lactation de référence

La quantité de matières grasses par lactation de référence des Holstein a été en moyenne de 228,4 kg, alors que celle des Montbéliardes a été de 198,2 kg ($P < 0,05$) (tableau I). La distribution des fréquences de la quantité de matières grasses par lactation de référence a montré que 47 p. 100 des Holstein et 17,9 p. 100 des Montbéliardes ont eu une production comprise entre 200 et 250 kg,

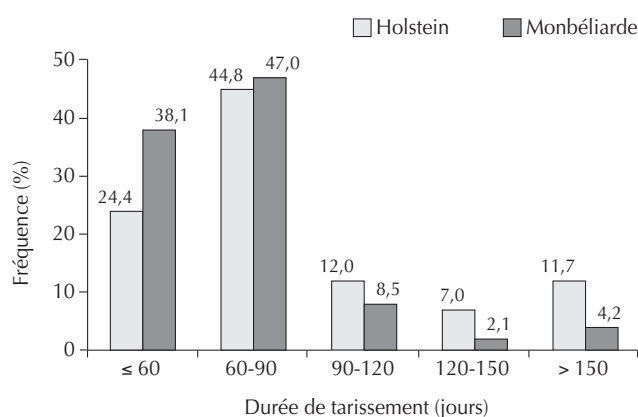


Figure 6 : distribution des fréquences de la durée de tarissement des vaches de race Holstein (n = 999) et Montbéliarde (n = 609).

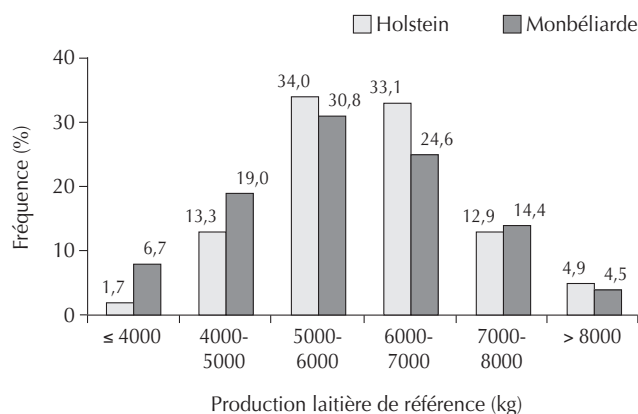


Figure 7 : distribution des fréquences de la quantité de lait par lactation de référence des vaches de race Holstein (n = 1 282) et Montbéliarde (n = 863).

alors que la majorité des Montbéliardes (58 p. 100) ont enregistré une quantité de matières grasses comprise entre 150 et 200 kg contre 32,7 p. 100 pour les Holstein. En outre, 18,1 p. 100 des Holstein et seulement 1,8 p. 100 des Montbéliardes ont réalisé une quantité supérieure à 250 kg (figure 8).

La quantité de matières grasses par lactation de référence réalisée par les Holstein a été supérieure à celles rapportées par Reboudi (14) et Diamoitou (5) respectivement de 190,7 et 193,7 kg. Ceci était dû au fait que la quantité de lait des vaches de l'étable étudiée était en moyenne plus élevée que celle des vaches des études de ces auteurs.

Taux butyreux par lactation de référence

Le taux butyreux par lactation de référence des Holstein a été en moyenne de 37 p. 1 000. Celui des Montbéliardes a été de 38,1 p. 1 000 ($P < 0,05$) (tableau I). La distribution des fréquences du taux butyreux par lactation de référence a montré que la classe modale a correspondu à la classe 35-40 p. 1 000 à la fois pour les Holstein (75,2 p. 100) et pour les Montbéliardes (83,9 p. 100) (figure 9).

Le taux butyreux par lactation de référence des Holstein a été de 1,5 p. 1 000 inférieur à celui des Montbéliardes. Ceci n'est pas en accord avec les résultats de Martin et coll. (11), et Piacere et Elsen

(13) qui ont souligné la richesse en matières grasses du lait de vache de race Holstein-Frisonne par rapport à celui de la Montbéliarde.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude dans des conditions marocaines montrent que les vaches Montbéliardes ont eu un léger avantage du point de vue de la reproduction et un léger désavantage du point de vue de la production laitière par rapport aux Holstein. Ainsi, pour que cette comparaison soit plus intéressante, il serait utile d'étudier d'autres caractères tels que la croissance, l'indice de consommation, la résistance aux maladies et la longévité.

Remerciements

Les auteurs remercient MM. Mohamed Aït El Haj et Khalid Lachgar de la société Agropus qui ont mis les données analysées à leur disposition.

BIBLIOGRAPHIE

- BENBOUJILI M., 2006. Evaluation génétique des bovins Holstein du domaine agricole Douiet sous le modèle de lactation de référence et le modèle de contrôle individuel. Mémoire 3^e cycle Agronomie, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- BENNIS M.S., 1990. Contribution à la caractérisation de la production laitière : analyse des données de la conduite de quelques élevages bovins en pépinière à Fès. Mémoire 3^e cycle Agronomie, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- BOUJENANE I., 2002. Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk production in Moroccan Holstein-Friesian cows. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **55**: 63-67.
- BOUJENANE I., BA M., 1986. Performances de reproduction et de production laitière des vaches Pie-Noires au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **39** : 145-149.
- DIAMOITOU B., 1998. Evaluation génétique des bovins laitiers et estimation du progrès génétique réalisé. Mémoire 3^e cycle Agronomie, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- EL BAKKOURI I., 2006. Evaluation technico-sanitaire de l'élevage bovin laitier dans quelques unités de production dans la région de Fes-Taouate. Thèse Doct. vét., IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- ELFIOU B., 2006. Evaluation des performances de reproduction des vaches Montbéliardes et Holstein des domaines agricoles Douiet et Lakouacem. Mémoire 3^e cycle Agronomie, ENA, Meknès, Maroc.
- HADDADA B., GRIMARD B., EL ALAOUÏ HACHIMI A., NAJDI J., LAKHDISSI H., PONTER A.A., MALOT J.P., 2005. Performances de reproduction des vaches laitières natives et importées dans la région du Tadla (Maroc). *Renc. Rech. Ruminants*, **12** : 173.
- INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2007. Evolution génétique et phénotypique de la production laitière. Paris, France, Institut de l'Élevage. <http://www.inst-elevage.asso.fr/> Article = 13254, consulté 31 déc. 2007.
- KAPS M., LAMBERSON W., 2004. Biostatistics for animal science. Mongoose, Wallingford, UK, Cabi Publishing.
- MARTIN B., PRADEL P., VERDIER-METZ I., 2000. Effet de la race (Holstein/Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Ruminants*, **7** : 317.
- OUBAAOUS A., 2006. Evaluation génétique des bovins Montbéliards des domaines agricoles Douiet et Lakouacem sous le modèle de lactation de référence. Mémoire 3^e cycle Agronomie, ENA, Meknès, Maroc.
- PIACERE A., ELSÉN J.-M., 1992. Aptitude fromagère du lait et polymorphisme des protéines : perspectives d'utilisation en sélection. *Prod. Anim.*, hors série (Éléments de génétique quantitative et application aux populations animales) : 123-128.
- REBOUDI A., 1997. Analyse génétique des données du contrôle laitier national. Mémoire 3^e cycle Agronomie, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.

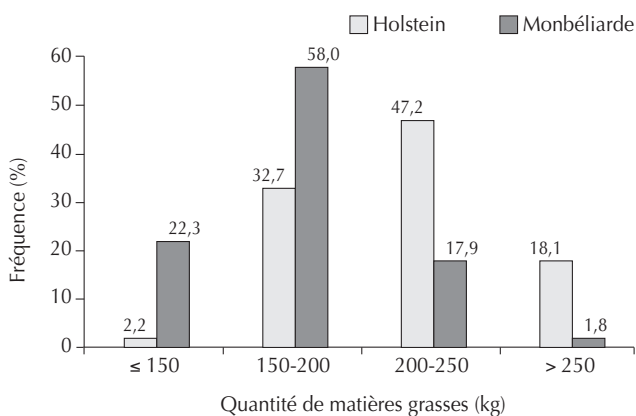


Figure 8 : distribution des fréquences de la quantité de matières grasses par lactation de référence des vaches de race Holstein ($n = 663$) et Montbéliarde ($n = 114$).

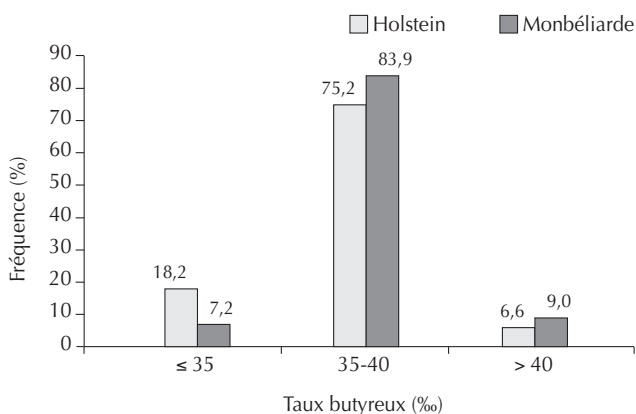


Figure 9 : distribution des fréquences du taux butyreux par lactation de référence des vaches de race Holstein ($n = 663$) et Montbéliarde ($n = 114$).

Reçu le 20.03.2008, accepté le 20.07.2009

Summary

Boujenane I., Aissa H. Reproductive and Milk Performances of Holstein and Montbeliarde Cows in Morocco

The study was carried out on 1727 lactations of 493 Holstein cows and 1148 lactations of 319 Montbeliarde cows kept on a private farm. Data were collected from 1997 to 2007. The age at first calving of Holsteins and Montbeliardes was almost 29 months. The calving interval, and the interval between calving and fertilizing insemination of Montbeliardes were 385.6 and 83.1 days, respectively. They were 9.7 and 30 days, respectively, shorter than those of Holsteins. The lactation length of Holsteins was 4.2 days shorter and the dry period 14.1 days longer than those of Montbeliardes. However, Holsteins produced 623.1 kg more of milk and 30.2 kg more of fat per lactation of reference than Montbeliardes. In conclusion, Montbeliardes had a slight advantage with regard to reproduction and a slight disadvantage with regard to milk production compared to Holsteins. The study of other traits will be necessary to improve comparison of these breeds.

Keywords: Dairy cattle – Holstein – Montbeliarde – Reproduction – Milk production – Morocco.

Resumen

Boujenane I., Aissa H. Rendimientos de reproducción y de producción lechera de las vacas de raza Holstein y Montbeliard en Marruecos

El estudio se basó en el análisis de 1727 lactaciones de 493 vacas de raza Holstein y de 1148 lactaciones de 319 vacas de raza Montbeliard en un establecimiento privado. Los datos fueron recolectados entre 1997 y 2007. La edad al primer parto de las Holstein y de las Montbeliard fue de casi 29 meses. El intervalo entre partos y el intervalo parto-inseminación fecundante de las Montbeliard fueron respectivamente de 385,6 y 83,1 días. Fueron respectivamente más cortos de 9,7 y 30 días que los de las Holstein. La duración de la lactación de las Holstein fue de 4,2 días más corta y la duración al secado de 14,1 días más larga que las de las Montbeliard. Las Holstein, por el contrario, produjeron 623,1 kg de leche y 30,2 kg de materia grasa más por lactación en comparación con las Montbeliard. En conclusión, la raza Montbeliard presentó una ligera ventaja desde el punto de vista de la reproducción y una ligera desventaja desde el punto de vista de la producción lechera, con respecto a la raza Holstein. Es necesario el estudio de algunos otros caracteres para una mejor comparación de estas razas.

Palabras clave: Ganado bovino – Vaca lechera – Holstein – Montbeliarde – Reproducción – Producción lechera – Marruecos.

Performances en croisement et facteurs de variation des ovins Beni Guil au Maroc.

I. Caractères de reproduction de la brebis et de viabilité et de croissance pré-sevrage des agneaux

M. El Fadili ¹

Mots-clés

Ovin – Lignée pure – Croisement –
Reproduction – Viabilité –
Croissance – Maroc.

Résumé

Les performances de reproduction des brebis, de viabilité et de croissance des agneaux ont été analysées pour les années 1994 à 1998 sur 484 brebis et 461 agneaux issus de l'accouplement de la race Béni Guil en race pure et en croisement avec les béliers de race D'man, Ile-de-France et Lacaune, à la station expérimentale El Koudia de l'Inra. Les résultats ont montré que la race du bélier a eu un effet très significatif sur la fertilité, le poids de la portée et les performances pondérales de la naissance au sevrage, mais elle n'a eu aucune influence significative sur la taille de la portée et la viabilité des agneaux à la naissance et au sevrage. La race Beni Guil a réalisé des performances moindres, excepté pour les caractères de fertilité et de viabilité des agneaux. Les croisements de la brebis Beni Guil avec les béliers Ile-de-France et Lacaune ont donné les meilleurs poids, gains de poids et productivité pondérale. L'âge de la brebis et l'année de naissance n'ont pas eu d'effet significatif sur les caractères de reproduction, à l'exception du poids de la portée à 90 jours. A tout âge, les agneaux nés simples et de sexe mâle ont réalisé une croissance supérieure à celle des femelles. L'année de naissance a eu un effet important sur les performances pondérales des agneaux. Il a été conclu que le croisement avec les béliers Ile-de-France et Lacaune améliore la productivité pondérale par brebis au Maroc.

■ INTRODUCTION

Au Maroc, l'élevage ovin se chiffre à plus de 17,3 millions de têtes et joue un rôle important dans l'économie nationale. Ce cheptel est dominé, à plus de 95 p. 100, par des races locales rustiques de parcours. Ces dernières se caractérisent principalement par une faible prolificité des brebis (3) et une croissance modeste de leurs agneaux. Depuis le début des années 1990, le développement du

croisement industriel pour la production d'agneaux précoces avec une carcasse conformée connaît de plus en plus d'intérêt. Les études sur l'utilisation des races de croisement terminal, Ile de France, Suffolk, Mérinos précoce et Lacaune, avec les races pures Timahdite, Sardi et Béni Guil (2, 3, 6, 7), ont montré une amélioration importante de la productivité de la brebis, et de la croissance et de la qualité de carcasse des agneaux. Dans cette étude ont été quantifiées les performances de reproduction de la brebis, de viabilité et de croissance des agneaux en race pure Beni Guil et aussi en croisement avec les races paternelles D'man, Ile-de-France et Lacaune, rameau viande, au domaine expérimental El Koudia de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra).

1. Unité de production animale et fourrages, Crra-Rabat/Inra, BP 415, Rabat, Maroc.
Tél. : +212 7 37 67 50 98 ; fax : +212 7 37 67 50 98
E-mail: elfadili.moussa@yahoo.com

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux et modalités d'accouplement

L'expérimentation s'est déroulée durant les années 1994-98 à la station El Koudia, située à 30 kilomètres au sud est de Rabat, à 150 m d'altitude, sur la côte atlantique. Le climat est semi-aride avec des précipitations annuelles moyennes variant de 350 à 500 mm et réparties entre novembre et mai.

La race Beni Guil (BG) fait partie des principales races locales de parcours concernées par le programme national d'amélioration génétique. Elle peuple les zones des plateaux de l'Oriental du Maroc, de Tendirara, Bouarfa, Figuig. Elle valorise particulièrement les plateaux et les steppes de cette région mais elle est capable de s'acclimater ailleurs au Maroc. Son effectif est estimé en 1996 à 1 910 881 têtes, soit 11,42 p. 100 du cheptel national ovin (11). La race BG est de taille moyenne et sa queue est fine. La tête est nue, brune foncée chez le mâle et légèrement plus claire chez la femelle. Cette coloration s'étend jusqu'à l'arrière des cornes et à la mâchoire inférieure. Les membres sont également nus, de couleur brun feu ou marron. Chez le mâle, le profil et le chanfrein sont busqués et les cornes sont régulières et bien ouvertes en spirale. La femelle est motte et le chanfrein est plutôt droit ou légèrement busqué et la toison est blanche. Les animaux (brebis et béliers) utilisés ont été achetés en 1994 chez les éleveurs de l'Anoc et au niveau des souks situés dans le berceau de la race BG.

La race D'man (D) est connue pour ses caractéristiques reproductives exceptionnelles de prolificité, de précocité sexuelle et d'absence d'œstrus (1). Cependant, le mode de conduite spécifique au système d'élevage oasien de cette race, sa mauvaise adaptation aux conditions de pâturage et la faiblesse de ses effectifs (inférieurs à 4 p. 100) dans la population totale de moutons au Maroc suggèrent son utilisation en croisement (race de bélier) en vue d'améliorer la productivité numérique des autres races locales beaucoup moins prolifiques. L'utilisation de béliers D'man dans cette étude a permis surtout d'apprécier les performances de croissance et de viabilité des agneaux issus du croisement D'man x Béni Guil et celles de Béni Guil purs. Les béliers D'man provenaient de la station expérimentale de l'Inra à Errachidia.

La race Ile-de-France (IF) est connue pour sa bonne croissance et sa conformation. Elle est très utilisée au Maroc en croisement industriel depuis les années 1950. La race Lacaune issue du rameau viande (LC) a été introduite à la station expérimentale El Koudia pour être testée comme une race alternative dans le croisement terminal, compte tenu de son potentiel de croissance élevé et aussi de son origine laitière et rustique du sud de la France. Les béliers

améliorés IF et LC utilisés ont été achetés chez les éleveurs sélectionneurs de l'Anoc.

La répartition du nombre de brebis par type d'accouplement et par âge ainsi que celle des agneaux par génotype, par sexe et par type de naissance est montrée dans les tableaux I et II.

Conduite d'alimentation des animaux

Les brebis dans les différents accouplements ont été élevées dans des conditions de conduite et d'alimentation similaires selon un rythme de reproduction d'un agnelage par an. Les antenaises ont été mises à la lutte en bergerie, à l'âge moyen de 1,5 an, en été, pour une période de 45 jours (j) en juillet et août. Les brebis ont été conduites toute l'année sur des pâturages du domaine constitués de jachères et de chaumes dans des troupeaux de grande taille. Les brebis ont reçu le soir en bergerie un complément alimentaire dont la composition variait selon les aliments disponibles (orge et triticale grain, paille, foin d'avoine, tourteau de tournesol et complément minéral vitaminé). La quantité du complément distribué a dépendu de l'état des pâturages et des besoins physiologiques des animaux (entretien, gestation, allaitement). Chaque année, un programme annuel de vaccination et de déparasitage a été appliqué à l'ensemble des animaux.

Les agneaux nés en décembre et janvier ont été identifiés et pesés dans les 12 premières heures qui ont suivi la naissance. En plus du lait maternel, ils ont eu accès à un complément alimentaire solide pour jeunes animaux. Les agneaux ont été pesés individuellement à la naissance, puis tous les vingt et un jours pendant cinq pesées successives. Les poids obtenus lors des différentes pesées ont été standardisés aux âges types de 10, 30 et 90 j par extrapolation linéaire entre deux pesées adjacentes. Les gains moyens quotidiens (Gmq) ont été calculés à partir des poids standardisés.

Caractères étudiés

Chez la brebis, les caractères mesurés ont été la fertilité (nombre de brebis agnelées sur le nombre de brebis à la lutte), la taille et le poids de la portée à la naissance (TPN = nombre d'agneaux nés vivants ou morts par brebis agnelée ; PPN = poids de la portée par brebis agnelée), la taille de la portée au sevrage à 90 j (TPS = nombre d'agneaux sevrés par brebis agnelée) et le poids de la portée au sevrage à 90 j (PPS = poids total sevré par brebis agnelée). Chez l'agneau, les caractères contrôlés ont été la viabilité à la naissance durant les 12 premières heures et à 90 j d'âge, le poids à la naissance, à 30 et à 90 j, et les Gmq entre 10 et 30 j (Gmq10-30) et entre 30 et 90 j (Gmq30-90). Tous les agneaux ont été évalués en terme de viabilité (0 = mort ; 1 = vivant).

Tableau I

Répartition du nombre de brebis par type d'accouplement et par âge

Age	BG	D x BG	LC x BG	IF x BG
Age ≤ 3 ans	18	47	13	92
3 < âge ≤ 4	60	32	14	12
4 < âge ≤ 5	54	28	16	17
5 < âge ≤ 6	40	22	15	18
Age > 6 ans	15	20	14	15

BG : Beni Guil ; D : D'man ; LC : Lacaune ; IF : Ile de France

Tableau II

Répartition du nombre d'agneaux par génotype, sexe et mode de naissance

Génotype	Sexe		Mode de naissance	
	Mâle	Femelle	Simple	Double
BG	92	120	06	6
D x BG	64	58	194	18
LC x BG	31	32	58	5
IF x BG	38	26	58	6

BG : Beni Guil ; D : D'man ; LC : Lacaune ; IF : Ile de France

Analyse statistique

Les modèles d'analyse statistique ont inclus les principaux facteurs de variation contrôlés : le type d'accouplement de la brebis ou le génotype de l'agneau, l'âge de la brebis, l'année de naissance, le sexe et le type de naissance de l'agneau. Les modèles linéaires fixes définis ci-dessous ont été ajustés aux données en utilisant la procédure du modèle linéaire généralisé (13). Les modèles utilisés ainsi que les facteurs de variation retenus ont été :

– pour la fertilité, TPN, PPN, TPS et PPS :

$$Y_{ijkn} = \mu + AC_i + AN_j + AG_k + e_{ijkn}$$

– pour le poids à la naissance, 30 j, 90 j, Gmq10-30 et Gmq30-90 :

$$Y_{ijlmn} = \mu + G_i + AN_j + S_l + T_m + e_{ijlmn}$$

où Y_{ijkn} est la n^e performance de la brebis d'âge k, utilisée dans l'accouplement i durant l'année j ;

Y_{ijlmn} est une performance du n^e agneau de génotype i, de sexe l, de type de naissance m né durant l'année j ;

μ est la moyenne générale ;

AC_i est l'effet fixe du type d'accouplement i (BG ; D x BG ; IF x BG, LC x BG) ;

G_i est l'effet fixe du génotype de l'agneau i (BG ; D x BG ; IF x BG, LC x BG) ;

AN_j est l'effet fixe de l'année de naissance j (1994 ... 1998) ;

AG_k est l'effet fixe de l'âge de la brebis k (âge ≤ 3 ans, 3 < âge ≤ 4, 4 < âge ≤ 5, 5 < âge ≤ 6, âge > 6) ;

S_l est l'effet fixe du sexe de l'agneau l (mâle, femelle) ;

T_m est l'effet fixe du type de naissance de l'agneau m (simple, double) ;

e_{ijlmn} est l'effet aléatoire résiduel.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Performances de reproduction

Les estimations des moindres carrés et leur erreur standard pour les effets type d'accouplement, année et âge de la brebis sur la fertilité, taille et poids de la portée à la naissance et à 90 j sont présentées dans le tableau III.

Fertilité et prolificité

La fertilité et la prolificité à la naissance moyennes enregistrées ont été respectivement de 91 p. 100 et 1,05 agneau. Le type d'accouplement a eu un effet très significatif ($p < 0,0001$) sur la fertilité des brebis (tableau III). Accouplées en race pure ou en croisement avec les béliers D, les brebis BG ont réalisé un taux de fertilité significativement supérieur à celles accouplées en croisement avec les béliers IF et LC. L'écart de fertilité entre les brebis accouplées aux béliers LC et IF a été de 2 p. 100. Boujenane et coll. (2) ont observé que la fertilité des brebis Timahdite et Sardi accouplées aux béliers IF était en moyenne inférieure de 5 p. 100

Tableau III

Moyennes des moindres carrés (\pm erreur standard) des différentes performances par accouplement et selon l'âge de la brebis

Source de variation	Nb.	Fertilité (%)	TPN (agneaux)	TPS (agneaux)	PPN (kg)	PPS (kg)
Moyenne générale		91 (27)	1,05 (0,21)	0,98 (0,31)	3,65 (0,76)	19,86 (6,44)
Accouplement		***	NS	NS	***	***
BG	120	93 \pm 2 ^a	1,07 \pm 0,02	1,02 \pm 0,03	3,60 \pm 0,08 ^a	17,20 \pm 0,62 ^b
D x BG	216	94 \pm 2 ^a	1,05 \pm 0,01	0,98 \pm 0,02	3,44 \pm 0,06 ^b	18,94 \pm 0,50 ^a
LC x BG	73	80 \pm 3 ^b	1,04 \pm 0,02	0,97 \pm 0,04	3,73 \pm 0,11 ^b	22,32 \pm 0,87 ^c
IF x BG	75	78 \pm 3 ^b	1,02 \pm 0,02	0,93 \pm 0,04	4,11 \pm 0,10 ^b	21,79 \pm 0,86 ^c
Age de la brebis		NS	NS	NS	NS	*
Age ≤ 3 ans	92	88 \pm 4	1,02 \pm 0,04	0,92 \pm 0,05	3,59 \pm 0,13	19,93 \pm 1,15 ^{ab}
3 < âge ≤ 4	118	93 \pm 8	1,02 \pm 0,04	0,88 \pm 0,10	3,67 \pm 0,13	19,37 \pm 1,13 ^{ab}
4 < âge ≤ 5	115	82 \pm 7	1,03 \pm 0,08	0,97 \pm 0,09	3,53 \pm 0,23	16,99 \pm 2,01 ^a
5 < âge ≤ 6	95	84 \pm 8	1,16 \pm 0,07	1,04 \pm 0,09	4,00 \pm 0,20	23,74 \pm 1,69 ^b
Age > 6 ans	64	84 \pm 6	1,10 \pm 0,06	1,05 \pm 0,09	4,01 \pm 0,17	21,69 \pm 1,46 ^b
Année		***	NS	NS	NS	**
1994	56	70 \pm 5 ^a	1,03 \pm 0,05	1,02 \pm 0,08	3,48 \pm 0,16	17,14 \pm 1,04 ^a
1995	109	79 \pm 9 ^{ab}	1,03 \pm 0,07	1,05 \pm 0,10	3,69 \pm 0,25	19,65 \pm 2,06 ^a
1996	127	88 \pm 6 ^b	1,12 \pm 0,06	0,96 \pm 0,09	3,86 \pm 0,21	22,96 \pm 1,95 ^b
1997	110	97 \pm 7 ^b	1,03 \pm 0,05	0,98 \pm 0,08	4,09 \pm 0,19	20,31 \pm 1,08 ^{ab}
1998	82	97 \pm 6 ^b	1,03 \pm 0,05	0,85 \pm 0,07	3,49 \pm 0,17	22,77 \pm 1,64 ^b

BG : Beni Guil ; D : D'man ; LC : Lacaune ; IF : Ile de France

TPN : taille de la portée à la naissance ; TPS : taille de la portée à 90 j ; PPN : poids de la portée à la naissance ; PPS : poids de la portée à 90 j

NS : $p > 0,5$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Les valeurs dans une même colonne avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

comparée à celle des brebis accouplées aux béliers Mérinos précoces. Le faible taux obtenu avec l'accouplement des brebis avec les béliers IF a également été observé dans le croisement avec les brebis Timahdite, élevées dans les mêmes conditions (5). En effet, les auteurs ont rapporté une fertilité inférieure de 7 à 8 p. 100 chez les brebis accouplées aux béliers IF en comparaison avec celles accouplées avec les béliers Mérinos précoces. La fertilité des brebis BG est comparable, en race pure, à celle des brebis Timahdite (89-91 p. 100), Sardi (91 p. 100) et D (91 p. 100), mais supérieure à celle des brebis Timahdite et Sardi croisées avec des béliers D (83-86 p. 100 et 82 p. 100, respectivement), et inférieure aux résultats du croisement des brebis Timahdite (91-93 p. 100) et Sardi (88 p. 100) avec les béliers LC et IF (4, 6).

La prolificité étant un caractère de la brebis, le type d'accouplement n'a pas eu d'effet significatif ($p > 0,05$) sur la taille de la portée à la naissance et à 90 j (tableau III). La TPN des brebis BG, quelle qu'elle ait été la race du bélier, s'est située entre 1,02 et 1,07 à la naissance, et entre 0,93 et 1,02 au sevrage à 90 j. La prolificité reste cependant comparable à celle des brebis Timahdite ($< 1,20$ et $< 1,14$) et des brebis Sardi ($< 1,09$ et $< 1,0$), respectivement à la naissance et à 90 j (4, 6).

Le PPN a été significativement plus faible ($p < 0,05$) chez les brebis BG en race pure, mais les brebis accouplées aux béliers du croisement terminal ont enregistré le PPN le plus élevé, suivies par celles accouplées aux béliers D. De même, le PPS des brebis BG a été significativement supérieur ($p < 0,05$) dans les croisements avec les béliers LC (22,32 kg) et IF (21,79 kg) en comparaison avec l'accouplement en race pure (17,20 kg) ou avec les béliers D (18,94 kg). Dans les mêmes conditions d'élevage, les portées sevrées des brebis Timahdite et Sardi ont été respectivement de 21,70 et 20,60 kg en race pure, de 21,89 et 20,20 kg en croisement avec les béliers D, et de 25,19 et 24,19 kg avec les béliers du croisement terminal (4).

La faible productivité pondérale (PPS) de la BG en comparaison avec la Timahdite et la Sardi, élevées dans les mêmes conditions de la station et avec les mêmes races de béliers de croisement, peut être expliquée en partie par le fait que les animaux (brebis et béliers) BG ont été achetés en majorité dans les souks, alors que les brebis Timahdite et Sardi ont été sélectionnées au niveau de la station El Koudia de l'Inra depuis plusieurs années.

Effet de l'âge de la brebis

L'âge de la brebis n'a pas eu d'influence significative ($p > 0,05$) sur les caractères de fertilité et la taille de la portée à la naissance et au sevrage, mais son effet a été significatif ($p < 0,05$) sur le PPS. Les brebis jeunes ont enregistré des performances légèrement inférieures à celles des brebis âgées de plus de quatre années (tableau III). En général, tous les caractères de reproduction de la brebis ont eu tendance à augmenter avec l'avancement de l'âge de la brebis. Mavrogenis (12) a rapporté une diminution des performances des brebis à partir de la quatrième parité. El Fadili et coll. (6) ont observé que l'âge de la brebis a eu une influence significative sur les paramètres de reproduction lorsque les brebis étaient comparées dans différents accouplements en race pure et en croisement. Pour ces auteurs les performances maximales ont été réalisées par les brebis âgées de 4,5 ans.

Effet de l'année

L'année a eu une influence très significative sur la fertilité ($p < 0,001$) et sur le PPS ($p < 0,01$). Elle n'a pas eu d'effet significatif ($p > 0,05$) sur la taille et le poids de la portée à la naissance et au sevrage. La fertilité et le PPS les plus faibles ont été observés

en 1994 et 1995. Toutefois, l'effet de l'année semble être aléatoire et ne montre pas, en général, de tendance précise puisqu'il inclut des facteurs comme la disponibilité fourragère naturelle, les changements dans la gestion du troupeau et les conditions climatiques, particulièrement pour une conduite des animaux sur pâturage toute l'année, comme dans le cas de la présente étude. L'effet de l'année sur les performances de reproduction a été également rapporté par Boujenane et coll. (2).

Viabilité et croissance des agneaux

Les moyennes générales et les estimations de moindres carrées ainsi que leur erreur standard par facteur de variation sont rapportées dans le tableau IV.

Effet du génotype

Le génotype de l'agneau a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la viabilité des agneaux à la naissance mais a été sans effet à 90 j d'âge (tableau IV). La viabilité des agneaux a été élevée et a varié de 94 à 100 p. 100 à la naissance et de 86 à 93 p. 100 au sevrage à 90 j. Le taux de viabilité observé chez les agneaux BG purs et croisés a été comparable à celui observé dans les croisements impliquant les races Timahdite et Sardi (4, 6). La viabilité légèrement inférieure des agneaux issus des croisements impliquant la race améliorée IF peut être expliquée en partie par l'apparition des mises bas dystociques, notamment chez les jeunes brebis donnant naissance à des agneaux plus lourds à la naissance. La mortalité élevée des agneaux à la suite du croisement de jeunes brebis avec les béliers de grand format a été aussi observée par Fahmy et coll. (9).

Le génotype de l'agneau a eu un effet très significatif ($p < 0,001$) sur le poids et le Gmq des agneaux de la naissance au sevrage. A la naissance, les agneaux nés de pères IF ont été plus lourds, alors que les poids des agneaux issus de pères D et BG ont été comparables ($p > 0,05$). Ceux nés de pères améliorés LC ont réalisé des poids intermédiaires (tableau IV). L'écart de poids entre les agneaux BG et croisés améliorés LC et IF s'est situé en moyenne à 0,26 et 0,62 kg à la naissance. La supériorité des croisés de pères IF et LC a été aussi observée pour les poids à 30 et 90 j et les Gmq10-30 et Gmq30-90. En effet, pour le poids au sevrage, les écarts entre les agneaux purs BG et les croisés LC et IF ont été respectivement de 4,07 et 3,93 kg. Les agneaux LC ont réalisé des poids et Gmq qui n'étaient pas significativement différents ($p > 0,05$), excepté à la naissance où la différence a été significative ($p < 0,05$), comparés à ceux réalisés par les agneaux IF. Des observations similaires ont été faites dans les croisements impliquant les races Timahdite (6) et Sardi (2). La supériorité de la croissance des agneaux issus du croisement terminal semble être due aux différences dans les poids et gabarits adultes entre les races améliorées LC et IF et les races D et BG. Boujenane et coll. (2) ont rapporté également que les agneaux croisés de pères de races améliorées ont présenté une croissance rapide en comparaison à celle des agneaux des races pures Timahdite, Sardi et Béni Guil.

Effet du sexe

Le sexe a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la viabilité des agneaux à la naissance mais non significatif à 90 j d'âge. Cependant, ce facteur de variation a eu une influence très significative ($p < 0,001$) sur le poids et le gain de poids des agneaux à tout âge (tableau IV). Les agneaux mâles ont été toujours significativement plus lourds que les femelles de 0,26, 0,60 et 2,54 kg, respectivement à la naissance, à 30 et à 90 j. L'écart pour le Gmq a été en moyenne de 24 g/j en faveur des mâles pour toute la période allant de la naissance au sevrage. La supériorité de la croissance des

Tableau IV

Moyennes des moindres carrés (\pm erreur standard) de la viabilité et de la croissance de la naissance à 90 j des agneaux par génotype, sexe et type de naissance

	Nb.	Viab. naiss. ¹ (%)	Viab. à 90 j (%)	Poids à naiss. (kg)	Poids à 30 j (kg)	Poids à 90 j (kg)	Gmq10-30 ² (g/j)	Gmq30-90 (g/j)
Moyenne générale		98 (12)	93 (24)	3,51 (0,53)	9,23 (1,42)	20,34 (3,03)	184 (49)	185 (38)
Génotype		*	NS	***	***	***	***	***
BG	212	99 \pm 1 ^a	93 \pm 3	3,12 \pm 0,06 ^a	7,49 \pm 0,16 ^a	17,24 \pm 0,35 ^a	141 \pm 6 ^a	162 \pm 4 ^a
D x BG	122	98 \pm 1 ^a	89 \pm 3	3,07 \pm 0,05 ^a	7,74 \pm 0,15 ^a	17,53 \pm 0,32 ^a	157 \pm 5 ^a	165 \pm 4 ^b
LC x BG	63	100 \pm 2 ^a	89 \pm 4	3,38 \pm 0,08 ^c	8,75 \pm 0,22 ^b	21,31 \pm 0,47 ^b	178 \pm 9 ^b	209 \pm 6 ^c
IF x BG	64	94 \pm 2 ^b	86 \pm 4	3,80 \pm 0,08 ^b	9,16 \pm 0,22 ^b	21,17 \pm 0,48 ^b	173 \pm 8 ^b	200 \pm 6 ^c
Sexe		*	NS	***	**	***	***	***
Mâle	225	99 \pm 2 ^b	89 \pm 1	3,47 \pm 0,03 ^a	8,59 \pm 0,15 ^a	20,58 \pm 0,27 ^a	169 \pm 5 ^a	200 \pm 4 ^a
Femelle	236	97 \pm 2 ^a	90 \pm 2	3,21 \pm 0,06 ^b	7,99 \pm 0,15 ^b	18,04 \pm 0,26 ^b	154 \pm 5 ^b	168 \pm 4 ^b
Type de naissance		NS	*	***	***	***	***	***
Simple	416	98 \pm 1	94 \pm 1	3,63 \pm 0,03 ^a	9,50 \pm 0,08 ^a	21,32 \pm 0,18	188 \pm 3 ^a	197 \pm 2 ^a
Double	45	98 \pm 2	84 \pm 3	3,05 \pm 0,08 ^b	7,07 \pm 0,24 ^b	17,30 \pm 0,53	136 \pm 8 ^b	171 \pm 7 ^b
Année		NS	NS	***	***	***	***	***
1994	42	0,99 \pm 2	0,93 \pm 0,04	3,00 \pm 0,08 ^a	7,20 \pm 0,26 ^a	17,67 \pm 0,56 ^a	142 \pm 6 ^a	174 \pm 7 ^a
1995	100	0,98 \pm 1	0,92 \pm 0,04	3,37 \pm 0,08 ^b	9,06 \pm 0,20 ^b	21,96 \pm 0,42 ^b	186 \pm 6 ^b	215 \pm 5 ^b
1996	116	0,98 \pm 1	0,89 \pm 0,03	3,46 \pm 0,07 ^b	8,84 \pm 0,18 ^b	19,39 \pm 0,39 ^c	183 \pm 6 ^b	176 \pm 5 ^a
1997	12	0,99 \pm 1	0,89 \pm 0,03	3,51 \pm 0,06 ^b	8,94 \pm 0,16 ^b	19,34 \pm 0,34 ^c	166 \pm 6 ^c	173 \pm 4 ^a
1998	83	0,95 \pm 1	0,82 \pm 0,03	3,36 \pm 0,07 ^b	7,40 \pm 0,20 ^a	18,19 \pm 0,42 ^a	144 \pm 6 ^a	180 \pm 5 ^a

¹ Viabilité à la naissance ; ² gain de poids moyen quotidien de 10 à 30 jours

BG : Beni Guil ; D : D'man ; LC : Lacaune ; IF : Ile de France

NS : $p > 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Les valeurs dans une même colonne avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 %.

mâles sur les femelles a été également rapportée par El Fadili et coll. (6, 8) chez les agneaux Timahdite et croisés, et par Boujenane et coll. (2) chez les agneaux Sardi et croisés.

Effet du type de naissance

Le type de naissance a eu un effet important sur la viabilité des agneaux à 90 j ($p < 0,05$) mais non significatif sur la viabilité à la naissance. Le type de naissance a eu également un effet important sur le poids à 30 j et le Gmq10-30. Les agneaux nés simples ont été plus lourds de 0,60, 2,43 kg et 52 g/jour, respectivement pour le poids à la naissance, à 30 j et le Gmq10-30. Au sevrage, les agneaux nés simples ont été plus lourds de 4,02 kg et leur Gmq30-90 a été supérieur de 32 g/jour. L'écart, moins important, du Gmq30-90 comparé au Gmq10-30 peut être expliqué par l'indépendance progressive des agneaux de leur mère mais aussi par leur ingestion d'aliments solides. L'effet important du type de naissance sur la croissance des agneaux a été aussi observé dans les recherches antérieures (1, 6, 8).

Effet de l'année

L'année de naissance n'a pas eu d'effet significatif sur la viabilité des agneaux ($p > 0,05$), mais son influence a été très significative ($p < 0,001$) sur les poids et les Gmq individuels à tout âge (tableau IV). L'absence de l'effet année sur la viabilité des agneaux a été aussi observée par El Fadili et coll. (6). Les performances les plus faibles ont été réalisées par les agneaux durant les années 1994 et 1998, caractérisées par des précipitations plus faibles. La

réduction de la productivité des pâturages a limité la production laitière des brebis, et ce, malgré le complément alimentaire apporté aux agneaux à l'auge. L'effet année sur les performances de croissance des agneaux a été aussi observé dans les travaux d'El Fadili et coll. (6, 8), et Boujenane et coll. (2).

CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont permis d'apporter des informations importantes pour contribuer à la caractérisation de la race Beni Guil, notamment en croisement. Les performances ont été obtenues sur des animaux au départ non sélectionnés et conduits dans des conditions de terrain très proches de celles de l'éleveur (pâturage toute l'année, troupeaux de grande taille). Les performances de la race Beni Guil en race pure ou avec les béliers des races D'man, Ile-de-France et Lacaune ont montré que, dans les conditions d'élevage de la station El Koudia, le croisement industriel avec les races améliorées Ile-de-France et Lacaune a donné les meilleurs résultats, excepté pour la fertilité des brebis et la viabilité des agneaux à 90 j. Les performances de croissance des agneaux croisés de pères améliorés ont été supérieures. Le croisement avec les béliers D'man, pour apprécier l'effet de la D'man, a donné des résultats comparables, voire supérieurs, à ceux obtenus en race pure Beni Guil pour le poids à 90 j et le Gmq des agneaux. Au domaine expérimental El Koudia où de nombreux génotypes ont été comparés (3), les agneaux de la race Beni Guil ont présenté une croissance pré-sevrage inférieure à celle des agneaux des autres races locales rustiques. Ceci semble fortement lié aux poids et gabarit adultes

moindres des Béni Guil qui présentent par ailleurs d'autres aptitudes intéressantes (rusticité, adaptation aux conditions arides et difficiles de la steppe de l'Orient), mais qui semblent également posséder des qualités bouchères remarquables méritant des études ultérieures complémentaires.

Remerciements

L'auteur remercie le personnel de la station des ovins du domaine expérimentale El Koudia pour l'assistance technique. Cette recherche a été financée en partie par le ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur agricole du Maroc.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERGER Y.M., BRADFORD G.E., ESSAADI A., JOHNSON D.W., BOURFIA M., LAHLOU-KASSI A., 1989. Performance of the D'man and Sardi sheep on accelerated lambing. III Lamb mortality, growth and production per ewe. *Small Rumin. Res.*, **2**: 307-321.
2. BOUJENANE I., BARADA D., MIHI S., JAMAI M., 1998. Reproductive performance of ewes and preweaning growth of lambs from three native Moroccan breeds mated to rams from Morocco and improved breeds. *Small Rum. Res.*, **27**: 203-208.
3. EL FADILI M., 1996. Amélioration de la productivité des ovins par croisement. Rabat, Maroc, Institut national de la recherche agronomique, 62 p.
4. EL FADILI M., LEROY P.L., 1997. Utilisation de la race D'man en croisement. In : Boulanouar B., Mattess-Guerrero A., Morkramer G., Ait Hroch A., éds, Actes de la journée d'étude sur la race D'man, Errachidia, Maroc, 9-12 déc. 1997, p. 63-80.

Summary

El Fadili M. Crossbreeding Performances and Variation Factors of Beni Guil Sheep in Morocco. I. Ewe Reproduction and Lamb Survival and Preweaning Growth Traits

An analysis of reproduction, survival and growth performances was performed on 484 Beni Guil ewes and their 461 progeny obtained by pure breeding or crossbreeding with D'man, Ile de France and Lacaune sires from data collected during 1994-98 at the experimental station El Koudia of INRA, Morocco. The results showed that the sire breed had a highly significant effect on the fertility, litter weight and growth from birth to weaning, but had no significant effect on the litter size at lambing, and on lamb survival at birth and weaning. The Beni Guil breed had the lowest performances, except for fertility and lamb survival. Crossbreeding between Beni Guil females and Ile de France and Lacaune terminal sires produced the highest weights, daily gains and productivity. The ewe age and birth year were not significant for reproduction traits except for the litter weight at 90 days. Regardless of the age, single-born males had higher growth rates than females. The birth year had a significant effect on lambs' weight performances. It was concluded that crossbreeding with Ile de France and Lacaune sires improved weight productivity per ewe in Morocco.

Keywords: Sheep – Pure line – Crossbreeding – Reproduction – Viability – Growth – Morocco.

5. EL FADILI M., LEROY P.L., 2000. Comparaison de trois races de croisement terminal pour la production des agneaux croisés de boucherie au Maroc. *Ann. Méd. vét.*, **145** : 85-92.
6. EL FADILI M., MICHAUX C., DETILLEUX J., LEROY P.L., 2000. Comparison of five crossbreeding types involving Timahdite, D'man and improved terminal sire breeds of sheep: ewe reproduction, lamb survival and growth performance. *Anim. Sci.*, **71**: 435-441.
7. EL FADILI M., MICHAUX C., LEROY P.L., 2000. Evaluation of fattening performances and carcass characteristics of purebred, first and second cross lambs between Moroccan Timahdite, D'man and improved meat rams. *Anim. Sci.*, **72**: 251-257.
8. EL FADILI M., MICHAUX C., BOULANOIR B., LEROY P.L., 2000. Environmental and genetic effects on growth in Timahdite and crossbred lambs in Morocco. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **53** : 75-83.
9. FAHMY M.H., ROBERT S., GASTONGUAY F., 1997. Ewe and lamb behavior at parturition in prolific and non-prolific sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, **77**: 9-15.
10. LAHLOU-KASSI A., BERGER Y.M., BRADFORD G.E., BOUKHLIQ R., TIBARY A., DERQAOU L., BOUJENANE I., 1989. Performance of D'man and Sardi sheep on accelerated lambing. I. Fertility, litter size postpartum anoestrus and puberty. *Small Rum. Res.*, **2**: 225-239.
11. MADRPM, 1998. Présentation des résultats du recensement général de l'agriculture de 1996. Rabat, Maroc, Madrpm, direction de la Planification et des Affaires économiques.
12. MAVROGENIS A.P., 1996. Environmental and genetic factors influencing milk and growth traits of Awassi sheep in Cyprus. Heterosis and maternal effects. *Small Rum. Res.*, **20**: 59-65.
13. SAS, 2000. SAS/STAT user's guide, vers. 6, 4th Ed. Cary, NC, USA, SAS Institute.

Accepté le 08.02.2010

Resumen

El Fadili M. Rendimientos en cruzamiento y factores de variación de ovinos de raza Beni Guil en Marruecos. I. caracteres de reproducción de la oveja y de viabilidad y crecimiento predestete de los corderos

En la estación experimental El Koudia del Inra, entre 1994 y 1998, se procedió al análisis del rendimiento reproductivo de las ovejas y de los parámetros de viabilidad y crecimiento de los corderos en 484 ovejas y 461 corderos resultantes del apareamiento de la raza Beni Guil en raza pura y en cruzamiento con carneros de las razas D'man, Ile de France y Lacaune. Los resultados mostraron que la raza del carnero tuvo un efecto muy significativo en la fertilidad, el peso de la camada y los rendimientos de peso del nacimiento al destete, pero no tuvo ninguna influencia significativa en el tamaño de la camada y la viabilidad de los corderos en el nacimiento y en el destete. La raza Beni Guil presentó un menor rendimiento, excepto en los caracteres de fertilidad y viabilidad de los corderos. Los cruzamientos de ovejas Beni Guil con carneros Ile de France y Lacaune proporcionaron los mejores pesos, ganancias de peso y productividad ponderal. La edad de la oveja y el año de nacimiento no tuvieron ningún efecto significativo en los caracteres de reproducción, con excepción del peso de la camada a los 90 días. En todas las edades, los corderos machos de parto simple presentaron un crecimiento superior al de las hembras. El año de nacimiento tuvo un efecto importante en los rendimientos de peso de los corderos. Se llegó a la conclusión de que el cruzamiento con carneros Ile de France y Lacaune mejora la productividad ponderal por oveja en Marruecos.

Palabras clave: Ovino – Línea pura – Cruzamiento – Reproducción – Viabilidad – Crecimiento – Marruecos.

Productivité de génotypes caprins de race pure et par croisement dans les oasis du Sud tunisien

A. Gaddour^{1*} S. Najari¹ M. Ouni¹ M. Ben Hamouda¹

Mots-clés

Caprin – Croisement – Productivité – Oasis – Tunisie.

Résumé

La comparaison des races pures caprines et des génotypes issus de croisement d'absorption de la chèvre locale par des races amélioratrices a pour but de déterminer les meilleurs génotypes caprins qui permettent la valorisation des ressources des oasis. L'étude des performances individuelles de croissance des chevreaux de la population locale, des races Alpine, Damasquine et Murciana-Granadina est insuffisante pour conclure sur l'intérêt génétique et économique lors du choix de la race amélioratrice. La présente étude a permis d'établir des indices bioéconomiques pour évaluer la productivité des groupes génétiques purs et croisés. L'indice viande a corrigé les performances de la croissance par le poids métabolique des adultes et les taux de productivité numérique. L'analyse des indices, élaborés à partir d'un fichier de données de seize campagnes de contrôles des performances, a conduit à des évaluations des génotypes assez différentes de celles établies à partir des comparaisons des performances individuelles. Il est nécessaire d'élaborer des indices plus complets, qui permettent de mieux considérer la productivité ainsi que les charges de l'élevage caprin intensif, et de les appliquer à l'ensemble des données afin de répondre aux objectifs génétiques et économiques du projet de croisement d'absorption de la population caprine locale.

■ INTRODUCTION

L'espèce caprine a pu, depuis sa domestication, manifester une importance économique dans les différents modes d'élevage (6), même dans les régions les plus difficiles, milieux très humides ou très arides (10, 17, 18). Le cheptel caprin constitue une population animale rustique possédant une assez large variabilité de caractéristiques et de performances (3, 4, 7, 21, 22). Après avoir joué pendant longtemps un rôle essentiel dans la vie économique et sociale de la région en l'absence d'activité concurrente, l'élevage caprin connaît actuellement un déclin important (8). Cette situation rend nécessaire et urgente l'organisation de l'élevage caprin et l'amélioration de sa rentabilité pour retrouver un essor et mieux contribuer

à l'effort national de réhabilitation du secteur agricole (14, 15, 19, 20). L'amélioration de la productivité de cet élevage pourrait être envisagée à travers plusieurs voies, essentiellement par l'action sur les facteurs de production ou sur le potentiel génétique du cheptel (2, 24). Dans les oasis de la région, à côté de l'élevage caprin traditionnel, il existe aussi un important cheptel caprin élevé pour produire du lait dans un système d'élevage semi-intensif qui profite de l'agriculture irriguée (9, 11, 16).

Toutefois, les productions de lait et de viande par la chèvre locale ne valorisent pas les ressources locales, tant du point de vue des facteurs de production que du mode de conduite pratiqué dans les oasis (alimentation, fourrages verts, abreuvement disponible, temps de pâturage réduit, ombrage...). Le facteur limitant l'amélioration de la productivité semblerait donc être le potentiel génétique de la chèvre locale (13). C'est la raison pour laquelle a été choisie l'option de croisements d'absorption de la chèvre locale par des races amélioratrices de potentiel génétique supérieur, pour une meilleure valorisation des ressources des oasis (23).

1. Institut des régions arides, Médenine, Tunisie.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +216 75 63 30 05 ; fax: +216 75 63 30 06

E-mail : gaddour.omar@yahoo.fr / amor.gaddour@ira.agrinet.tn

Les races amélioratrices importées comprenaient l'Alpine, connue dans le monde entier pour ses hautes performances laitières, la Damasquine, spécialisée dans la production de viande, et la Murciana-Granadina qui est une race mixte (viande, lait). Ces races ont été utilisées pour la création de nouveaux génotypes plus productifs par le biais de croisement d'absorption de la chèvre locale (28). L'objectif était d'abord économique et se résumait au choix d'une race amélioratrice qui permettait la création d'un matériel génétique caprin dont la productivité dans les oasis était supérieure à celle de la population locale.

Dans la présente étude, les auteurs ont évalué la productivité des différents groupes génétiques, c'est-à-dire la population locale, les trois races importées, et les deux premières générations F1 et F2 des croisements d'absorption, en appliquant des corrections de performances brutes par les paramètres de reproduction et le poids métabolique adulte de chaque groupe (1). En effet, la productivité des groupes génétiques peut être estimée en tenant compte de l'efficacité de la reproduction et de la conduite, et des charges correspondant aux animaux stériles, aux avortements et au nombre des chevreaux morts avant le sevrage. Quant aux charges d'élevage, la différence principale entre les groupes génétiques peut être représentée par le poids métabolique adulte, directement proportionnel au coût de l'alimentation. Cette démarche permet d'explicitier les différences de classements établis sur les performances moyennes brutes et sur les performances corrigées (5). Le projet de croisement d'absorption de la chèvre locale, réalisé par l'Institut des régions arides de Médenine, dans le cadre d'une coopération internationale, a eu pour but de créer un nouveau matériel génétique caprin qui optimise l'utilisation des ressources disponibles dans les oasis, pour la production laitière caprine.

■ MATERIEL ET METHODES

Collecte des données

Les animaux ont été sujets à des contrôles périodiques et individuels de croissance pour les chevreaux. De même, les performances de reproduction (lutte, stérilité, mise bas, avortement) et les taux de mortalité ont été enregistrés régulièrement.

La base de données utilisée pour l'étude a été celle établie par l'Institut des régions arides de Médenine durant la période 1980-96. A cet égard, il faut souligner l'importance de la création d'une base pour faciliter l'accès à l'information. En effet, il a été nécessaire de regrouper plusieurs fichiers de différents formats et sources pour bénéficier au maximum des contrôles de performances réalisés. De fait, chaque chercheur disposait d'une information qui ne correspondait qu'aux thèmes qu'il traitait. La diversité des informations relatives aux animaux (alimentation, reproduction, production, hygiène...) a induit la création d'une banque de données assez complète et régulièrement mise à jour. Cette banque est par ailleurs une référence pour les organismes de recherche et de développement.

Au total, 1 654 fiches de croissance des chevreaux de différents groupes génétiques ont été élaborées après vérification du fichier de base (tableau I). Les contrôles des performances ont varié avec les génotypes qui ont été différemment représentés dans le troupeau expérimental. Les données relatives aux performances de reproduction et à la mortalité des chevreaux correspondent à des informations annuelles enregistrées sur les fiches de chaque groupe génétique.

Evaluation de la productivité

L'objectif de la correction des performances est de permettre une comparaison des groupes génétiques en tenant compte de leur

rentabilité économique (5). La production de viande par campagne d'élevage dépend de la reproduction, de la conduite sanitaire et de la croissance individuelle des chevreaux. L'efficacité de la reproduction peut être estimée par des paramètres comme la fertilité, qui permet de tenir compte des charges relatives aux animaux stériles, et également par les taux d'avortement et de prolificité qui sont en relation directe avec la taille de la portée (23). Enfin, le nombre des chevreaux produits et sevrés dépend également des taux de mortalité des jeunes. Le produit du nombre des chevreaux par la croissance individuelle permet d'appréhender la production de viande de chaque groupe génétique pour tous les animaux présents dans la station (25, 27). Dans cette étude, la correction a été faite par le poids métabolique des adultes, les paramètres de reproduction, et les taux de mortalité, sur les performances individuelles brutes des différents groupes génétiques (26). Le calcul des indices de productivité sur ces bases, détaillés précédemment, permet une comparaison des groupes génétiques plus adéquate du point de vue économique.

Correction par les performances de reproduction

Indice de production de viande

Cet indice a été estimé pour deux âges des chevreaux : à 30 et 120 jours. Il s'agissait du calcul du nombre moyen de chevreaux vifs à chaque âge par rapport à l'effectif élevé par génotype.

N1 = nombre de chevreaux à l'âge de 30 jours par femelle mise à la lutte = (taux de fécondité – taux de mortalité à 30 jours) / 100 ;

N2 = nombre de chevreaux à l'âge de 120 jours produits par femelle mise à la lutte = (taux de fécondité – taux de mortalité au sevrage) / 100.

Calcul de production de viande corrigée

V1 = production de viande par femelle mise à la lutte relative aux chevreaux à l'âge de 30 jours = N1 x poids moyen des chevreaux à 30 jours ;

Tableau I

Récapitulatif des fiches de croissance, du nombre de campagnes de suivis des paramètres de reproduction et des taux de mortalité des chevreaux par génotype étudié

Groupe génétique	Nb. chevreaux soumis au contrôle de croissance	Nb. campagnes de suivis des paramètres zootechniques
Locale	148	12
Alpine (A)	767	15
Damasquine (D)	169	11
Murciana-Granadina (M)	148	13
F1A	137	12
F1D	49	8
F1M	15	5
F2A	176	8
F2D	28	5
F2M	17	2
Total	1 654	91

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana-Granadina x locale ; F1 : première génération de croisement ; F2 deuxième génération

V2 = production de viande par femelle mise à la lutte relative aux chevreaux à l'âge de 120 jours = $N2 \times$ poids moyen des chevreaux à 120 jours.

Correction par le poids métabolique

Ces charges sont essentiellement dues à l'alimentation et sont donc directement liées au poids des brebis (5). Etant donné les différences importantes de poids adultes des différents génotypes, cette correction est apparue nécessaire pour pouvoir comparer la productivité.

P1 = quantité de la viande produite par femelle mise à la lutte relative aux chevreaux à l'âge de 30 jours = $V1 /$ poids métabolique ;

P2 = quantité de la viande produite par femelle mise à la lutte relative aux chevreaux à l'âge de 120 jours = $V2 /$ poids métabolique.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Performances corrigées par les paramètres de reproduction

La détermination du nombre de chevreaux par groupe génétique a été calculée par la soustraction du taux de mortalité et de fécondité (tableau II). Pour les races pures, la chèvre locale s'est distinguée par le nombre plus élevé de chevreaux produits à tous les âges étudiés. Une chèvre locale a donné, par femelle mise à la lutte, à l'âge de 30 jours en moyenne 1,41 chevreau et 1,29 chevreau atteignant l'âge de 120 jours. Pour les croisés, seuls les chevreaux F1 Damasquine x locale ont dépassé en nombre les chevreaux produits par la chèvre locale (tableau II).

En race pure, la chèvre Damasquine a confirmé sa réputation de race spécialisée dans la production de viande, alors que le classement de la race Alpine a changé, puisqu'elle a présenté une production de viande inférieure à celle de la population locale. Ce résultat a reflété la forte sensibilité de la race Alpine au mode de conduite du troupeau et aux aléas climatiques de la Tunisie. Seuls les croisés Damasquins (F1D et F2D) ont présenté des productions de viande supérieures à celle de la population locale, voire même à celle de la race pure (tableau III).

Tableau II

Nombre de chevreaux produits aux âges types pour chaque femelle mise à la lutte

Groupe génétique	Nb. chevreaux	
	N1	N2
Alpine (A)	1,23	1,06
Damasquine (D)	1,28	1,12
Murciana-Granadina (M)	1,18	1,04
Locale	1,41	1,29
F1A	1,22	1,11
F2A	1,07	1,04
F1D	1,54	1,36
F2D	1,39	1,27
F1M	1,36	1,22
F2M	1,05	1,05

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana-Granadina x locale ; N1 : nombre des chevreaux à 30 jours ; N2 : nombre des chevreaux à 120 jours ; F1 : première génération de croisement ; F2 deuxième génération

Performances corrigées par le poids métabolique

L'objectif de cette correction a été d'inclure les charges d'alimentation relatives à chaque génotype, d'exprimer leurs différences moyennant les poids métaboliques des différents groupes génétiques (tableau IV). La chèvre locale a présenté l'indice P1 le plus élevé par rapport aux races pures importées. La productivité du génotype F1 Damasquine a été la plus élevée de tous les groupes

Tableau III

Quantité de viande produite par femelle mise à la lutte

Groupe génétique	Poids moyen des chevreaux (kg)		Quantité de viande produite (kg)	
	P30	P120	V1	V2
Alpine (A)	8,02	14,81	9,99	15,7
Damasquine (D)	8,1	16,48	10,49	18,46
Murciana-Granadina (M)	6,36	11,99	7,49	12,47
Locale	6,69	12,85	9,44	16,06
F1A	7,98	14,98	9,95	15,85
F2A	7,93	15,78	9,15	16,41
F1D	7,57	14,39	11,99	19,57
F2D	7,89	15,78	11,48	20,05
F1M	6,47	14,42	8,80	17,59
F2M	7,21	13,92	7,57	14,62

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana-Granadina x locale ; P30 : poids à 30 jours ; P120 : poids à 120 jours ; V1 : quantité de la viande produite à 30 jours ; V2 : quantité de la viande produite à 120 jours ; F1 : première génération de croisement ; F2 deuxième génération

Tableau IV

Quantité de viande produite pour un kilogramme de poids métabolique de femelle mise à la lutte

Groupe génétique	Quantité de viande produite (kg) pour 1 kg du poids métabolique	
	P1	P2
Alpine (A)	0,52	0,82
Damasquine (D)	0,58	1,03
Murciana-Granadina (M)	0,54	0,9
Locale	0,71	1,21
F1A	0,67	1,07
F2A	0,54	0,96
F1D	0,76	1,25
F2D	0,73	1,28
F1M	0,65	1,27
F2M	0,55	1,06

F1A, F2A : croisés Alpine x locale ; F1D, F2D : croisés Damasquine x locale ; F1M, F2M : croisés Murciana-Granadina x locale ; P1 : quantité de la viande produite pour 1 kg de poids métabolique à 30 jours ; P2 : quantité de la viande produite pour 1 kg de poids métabolique à 120 jours ; F1 : première génération de croisement ; F2 deuxième génération.

génétiques présents, et la lignée F1 Murciana-Granadina a présenté un rendement supérieur à celui de l'Alpine et de ses croisements. Toutefois, la différence entre le rendement du groupe génétique F1 Damasquine et la population locale a été assez faible (environ 0,05 kg pour 1 kg du poids métabolique), ce qui n'a pas permis de préconiser son élevage.

■ CONCLUSION

L'évaluation de la productivité des groupes génétiques purs et croisés a conduit à des résultats différents selon l'approche de la

comparaison. En effet, l'usage des indices bioéconomiques a donné lieu à des classifications des groupes génétiques différentes de celles issues des études de performances individuelles. Par conséquent, l'intégration des composantes de la productivité, telles que la fertilité, la mortalité et le poids métabolique, est indispensable pour un choix raisonné d'une race amélioratrice. Pour la production de viande, la race Damasquine et la population locale ont permis les meilleurs niveaux de productivité. Toutefois, l'élaboration des indices bioéconomiques doit tenir compte de toutes les composantes et des facteurs de production pour aboutir à des évaluations conformes aux objectifs économiques et zootechniques de croisement d'absorption de la population locale.

BIBLIOGRAPHIE

- AKINSOYINU A.O., MBA A.U., OLUBAJO F.O., 1997. Studies on milk yield and composition of the West African Dwarf goat in Nigeria. *J. Dairy Res.*, **44**: 57-62.
- ALEXANDRE G., AUMONT G., DESPOIS P., MAINAUD J.C., COPPRY O., XANDE A., 1997. Productive performances of Guadeloupean Creole goats during the suckling period. *Small Rumin. Res.*, **34**: 157-162.
- BAGHEL M.S., GUPTA M.P., 1979. Nitrogen distribution in goat milk. *J. Dairy Sci.*, **32**: 340-342.
- BOYAZOGLU J., MORAND-FEHR P., 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Rumin. Res.*, **40**: 1-11.
- CAJA G., 1990. Evolution des systèmes de production ovin-lait dans le Bassin méditerranéen. *Options Méditerran.*, **12** : 31-38.
- CHEMINEAU P., MAHIEU M., VARO H., SHITALOU E., JEGO Y., GRUDE A., THIMONIER J., 1991. Reproduction des caprins et des ovins Créoles de Guadeloupe et de Martinique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 45-50.
- DE CREMOUX R., 1995. Relations entre les numérations cellulaires du lait et les infections mammaires chez la chèvre. Thèse Doct. vét., Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France, 71 p.
- DEVENDRA C., MC LEROY G.B., 1982. Goat and sheep production in the tropics. In: Proc. 7th International Tropical Agricultural Series. London, UK, Longman, 271 p.
- GADDOUR A., 2005. Performances de croissance et de production laitière des groupes génétiques caprins issus d'un croisement d'absorption de la chèvre locale dans les oasis du sud tunisien. Mastère Génét. Bio Ressources, faculté des Sciences, Tunis, Tunisie, 73 p.
- GADDOUR A., NAJARI S., 2008. Adjustment of the kid's growth curve in pure goat breeds and crosses under southern Tunisian conditions. *J. Appl. Anim. Res.*, **2**: 117-120.
- GADDOUR A., NAJARI S., ABDENNEBI M., OUNI M., 2007. Reproductive performances and kid's mortality of pure breeds and crossed caprine genotypes in the coastal oases of southern Tunisia. *Pak. J. Biol. Sci.*, **10**: 2314-2319.
- GADDOUR A., NAJARI S., FERCHICHI A., 2009. Milk production of caprine genotypes in arid land of southern Tunisia. *Res. J. Dairy Sci.*, **3**: 1-2.
- GADDOUR A., NAJARI S., FERCHICHI A., ABDENNEBI M., 2009. Lactation curve of local goat, pure breeds and crosses genotypes in Southern Tunisia. *J. Appl. Anim. Res.*, **36**.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2007. Dairy performances of the goat genetic groups in the southern Tunisian. *Agric. J.*, **2**: 248-253.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2007. Kid's growth of pure breeds and crossed caprine genotypes in the coastal oases of southern Tunisia. *Res. J. Agron.*, **2**: 51-58.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2007. Kid's growth and dairy performances of pure breeds and crossed caprine genotypes in the coastal oases of southern Tunisia. *Pak. J. Biol. Sci.*, **10**: 2874-2879.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2008. Amélioration de la production laitière caprine par le croisement d'absorption dans une oasis du Sud tunisien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **61** : 57-62.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2008. Productive performances of pure breeds and crossed caprine genotypes in the southern Tunisia. *Options Méditerran.*, Ser. A (79): 234-238.
- GADDOUR A., NAJARI S., OUNI M., 2008. The genotype-environment interaction effects on dairy performances of goat genetic groups in the Tunisian oases. *Res. J. Dairy Sci.*, **1**: 22-26.
- GADDOUR A., OUNI M., ABDENNABI M., NAJARI S., 2008. Valorisation des ressources oasiennes par l'intensification de la production caprine (*Capra hircus*). *Revue Régions arides*, **21** (n° spécial) : 1331-1339.
- HAENLEIN G.F.W., 1992. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: Proc. 5th Int. Conf. Goats, New Delhi, India, 1-8 March 1991, Vol. II, part II. New Delhi, India, ICAR, p. 575-580.
- JASH S., SINGH C., GUPTA A.K., 2001. Effect of enhanced prepartum concentrate feeding on kidding and lactation performance of stallfed crossbred goats. *Indian J. Small Ruminants*, **7**: 19-24.
- LE GAL O., PLANCHENAULT D., 1993. Utilisation des races caprines dans les zones chaudes. Contraintes et intérêts. Maisons-Alfort, France, Cirad-emvt, 261 p.
- MORAND-FEHR P., BOUTONNET DEVENDRA C., DUBEUF HAENLEIN G.F.W., HOLST P., CAPOTE J., 2004. Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminant Res.*, **51**: 175-183.
- NAJARI S., 2005. Caractérisation zootechnique et génétique d'une population caprine. Cas de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. Thèse Doct. Etat, Institut national agronomique, Tunis, Tunisie, 214 p.
- NAJARI S., GADDOUR A., ABDENNEBI M., BEN HAMOUDA M., KHALDI G., 2006. Caractérisation morphologique de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. *Revue Régions arides*, **17** : 23-41.
- NAJARI S., GADDOUR A., BEN HAMOUDA M., DJEMALI M., KHALDI G., 2007. Growth model adjustment of local goat population under pastoral conditions in a Tunisian arid zone. *J. Agron.*, **6**: 61-67.

Accepté le 05.02.2010

Summary

Gaddour A., Najari S., Ouni M., Ben Hamouda M. Productivity of Pure Breeds and Crossed Caprine Genotypes in the Coastal Oases of Southern Tunisia

The comparison of pure breeds of goats and genotypes resulting from crossing of absorption of the local goat by ameliorative breeds aims at determining the best goat genotypes which allow enhancing oasis resources. The study of individual growth performances in kids of the local population, in Alpine, Damascus and Murciana-Granadina breeds is insufficient to conclude on genetic and economic advantages allowing to select the ameliorative breed. This study helped to establish bioeconomic indices to evaluate the productivity of pure and crossed genetic groups. The meat index corrected the growth performances by the metabolic weight of the adults and productivity rates. The index analysis, elaborated from a data bank based on sixteen performance control campaigns, led to somewhat different results from those established on the comparison of individual performances. It is necessary to develop more complete indices, which will help to consider productivity better as well as costs of intensive farming, and to apply them to the whole of the data in order to answer the genetic and economic objectives of the project on crossing of absorption of the local goat population.

Keywords: Goat – Crossbreeding – Productivity – Oasis – Tunisia.

Resumen

Gaddour A., Najari S., Ouni M., Ben Hamouda M. Productividad de los genotipos caprinos de raza pura y mediante cruces en los oasis del Sur tunecino

La comparación de las razas caprinas puras y de los genotipos originados de cruces cuyo fin es la absorción de la cabra local por razas mejoradoras tiene como objetivo el de determinar los mejores genotipos caprinos que permitan la valorización de los recursos del oasis. El estudio de los rendimientos individuales de crecimiento de los cabritos de la población local, de razas Alpina, Damasquina y de Murciana-Granadina es insuficiente para concluir sobre el interés genético y económico en el momento de escoger la raza mejoradora. El presente estudio permitió establecer los índices bio económicos para evaluar la productividad de los grupos genéticos puros y cruzados. El índice de carne corrigió los rendimientos de crecimiento por peso metabólico de los adultos y las tasas de productividad numérica. El análisis de los índices, elaborados a partir de una base de datos de dieciséis campañas de control de los rendimientos, condujo a evaluaciones de los genotipos bastante diferentes de aquellas establecidas a partir de comparaciones individuales. Es necesario elaborar índices más completos, que permitan una mejor consideración de la productividad, así como de las cargas de cría caprina intensiva y aplicarlas al conjunto de los datos con el fin de responder a los objetivos genéticos y económicos del proyecto de cruces de absorción de la población caprina local.

Palabras clave: Caprino – Cruzamiento – Productividad – Oasis – Túnez.

Influence du type de complément énergétique (rebuts de dattes vs orge) sur les performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses d'agneaux Berbères à l'engraissement

L. Mebirouk-Boudechiche^{1*} A. Araba² R. Ouzrout¹

Mots-clés

Ovin – Dattes – Croissance – Engraisement – Carcasse – Algérie.

Résumé

La valorisation des ressources locales dans les aliments d'animaux en croissance, lorsque celles-ci sont disponibles en quantités appréciables, peut être une opportunité pour réduire les coûts de production et sécuriser le système d'engraissement. Le maintien des performances zootechniques reste toutefois un préalable. Une expérience a porté sur quatre lots de dix agneaux recevant des rations isoprotéiques dans lesquelles des rebuts de dattes ont été incorporés en proportions variables en substitution à l'orge en grain, à raison de 0, 15, 30 et 45 p. 100 de la matière sèche de la ration. Les rations ont été distribuées *ad libitum* par ajustement des quantités offertes. Le régime a eu un effet significatif sur les performances pondérales ($P < 0,01$) et alimentaires ($P < 0,001$). Les gains quotidiens moyens ont augmenté et les indices de consommation ont diminué avec le taux d'incorporation des rebuts de dattes. L'effet du régime s'est aussi révélé significatif sur les rendements en carcasse, mais pas sur le gras de couverture ($P > 0,05$). Les rebuts de dattes peuvent substituer entièrement l'orge en grain dans les rations d'engraissement des ovins sans pour autant affecter leurs performances.

■ INTRODUCTION

Les rations des agneaux en croissance sont généralement constituées par des mélanges de céréales et d'aliments riches en protéines comme le tourteau de soja, associés à des fourrages frais ou secs. Les céréales constituent un aliment favorable à l'engraissement en raison de l'énergie qu'elles apportent qui est souvent le principal facteur limitant les performances animales.

L'orge, composante de choix de ces céréales, est en Algérie essentiellement importée d'Europe ou d'Amérique. Or, cette céréale, comme le blé, est un produit coté sur les grandes places financières, qui ne cesse de connaître une hausse boursière, accentuée par un taux de change défavorable du dinar. Ce phénomène a pour conséquence de renchérir le prix des concentrés et de pénaliser, de ce fait, les systèmes d'engraissement des ovins à base d'orge. La valorisation de ressources locales, économiques et capables de concurrencer l'orge s'avère une alternative utile.

En Algérie, les rebuts de dattes sont disponibles avec des tonnages appréciables estimés à 67 500 t en 2000 (5) et à 100 000 t en 2006 (7), pouvant constituer un concentré énergétique alternatif à l'orge pour l'alimentation du bétail local. C'est dans un souci de réduction des coûts de l'alimentation animale et la fourniture de produits de qualité que s'inscrit l'essai rapporté qui vise à étudier l'influence du type de complément énergétique (rebuts de dattes vs orge), par substitution partielle ou totale, sur les performances zootechniques, la consommation alimentaire et la composition corporelle finale des animaux.

■ MATERIEL ET METHODES

Animaux, aliments et dispositif expérimental

Quarante jeunes béliers (7-8 mois) en croissance, de race Berbère, préalablement déparasités et d'un poids vif initial moyen de 31,74 kg \pm 0,38, ont été maintenus dans une étable à stabulation entravée et répartis au hasard en quatre lots de dix animaux chacun. Chaque lot a reçu quotidiennement de la paille [26 p. 100 de matière sèche (MS)] et un concentré isoprotéique [18,3 - 19,2 p. 100 de matières azotées totales (MAT)] *ad libitum*. La composition du concentré a varié selon les lots : 0 p. 100 de rebuts de dattes et 45 p. 100 d'orge pour le lot témoin 0%R ; 15 p. 100 de rebuts de dattes et 30 p. 100

1. Institut d'Agronomie, Centre universitaire d'El Tarf, BP 73, 36000 El Tarf, Algérie.

2. Département des productions animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat-Instituts, Rabat, Maroc.

* Auteur pour la correspondance

E-mail : boudechiche_lamia@yahoo.fr

d'orge pour le lot 15%R ; 30 p. 100 de rebuts de dattes et 15 p. 100 d'orge pour le lot 30%R ; 45 p. 100 de rebuts de dattes et 0 p. 100 d'orge pour le lot 45%R. Les quatre régimes n'ont différé que par la nature des compléments énergétiques apportés (rebut de dattes vs orge) et contenaient 1 p. 100 de la MS sous forme de complément minéral vitaminé. Des échantillons représentatifs de chaque ration ont été prélevés pour analyses chimiques selon les méthodes de l'Association of Official Analytical Chemists (3). Les compositions chimiques et alimentaires des rations sont données dans le tableau I.

Après la mise en lots, une période de transition de quinze jours a été ménagée, au cours de laquelle les proportions des régimes expérimentaux ont été progressivement augmentées. L'eau a été disponible à volonté. Les quantités d'aliments offertes et refusées ont été contrôlées quotidiennement par lot. Les animaux ont été pesés individuellement, toutes les deux semaines, à jeun, par double mesure sur deux jours successifs à chaque fois.

A la fin de l'essai, qui a duré 64 jours, six animaux de chaque lot ont été abattus et le poids des carcasses, du gras mésentérique et du gras rénal ont été relevés. L'importance de la graisse à l'extérieur de la carcasse et sur la face interne de la cage thoracique a été appréciée selon les critères de la Communauté économique européenne (4). La fermeté du gras a été déterminée par notation visuelle et tactile en distinguant quatre niveaux de fermeté décrits par le service viande de l'Institut de l'élevage en France (11). Une notation visuelle des dépôts adipeux situés autour de l'attache de la queue et sur le dos de l'animal, basée sur quatre niveaux de coloration (11), a servi de base pour apprécier la couleur du gras de couverture des carcasses d'agneaux.

D'autres mesures ont été effectuées afin de comparer les tissus osseux et musculaire. Le premier a été jugé par le poids des quatre pattes, la longueur de la carcasse et celle de la cuisse, tandis que le tissu musculaire a été jugé par le calcul de l'indice de conformation. Celui-ci est la somme des deux indices suivants :

Indice de compacité = poids de la carcasse / longueur de la carcasse

Indice de muscle = épaisseur de la cuisse / longueur de la cuisse.

La note de conformation a été appréciée d'après une grille codée selon les critères de classement européens (4). Le pH à 24 h *post mortem* a été mesuré ainsi que la capacité de rétention en eau sur le *Longissimus dorsi* par la méthode de Grau et Hamm (1953), cités dans Pearson et Dutson (13).

Analyse statistique

Toutes les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance à un critère (rations) de classification avec le système SAS pour modèle linéaire généralisé (15). Le test de Student-Newman-Keuls (SAS) (15) a permis de rechercher les groupes homogènes de moyennes.

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Performances zootechniques

Performances de croissance et d'engraissement

Les rations ont influencé ($P \leq 0,01$) les poids vifs finaux des agneaux (tableau II), proportionnellement au taux d'incorporation des rebuts de dattes dans la ration (figure 1). Les poids vifs sont passés de 38,95 kg pour le lot 0%R à 40,14 kg pour le lot 15%R, et de 40,60 kg pour le lot 30%R à 41,76 kg pour celui à 45%R. Ces poids vifs étaient, de ce fait, proportionnels aux taux de rebuts de dattes dans la ration.

La même tendance a été observée pour les gains de poids moyens journaliers (gmq) qui ont été significativement différents entre les lots ($P \leq 0,01$). Une amélioration de 44 g a été observée en faveur du régime 45%R par rapport au lot témoin. En conséquence, l'indice de consommation (IC) est passé de près de 15 dans le groupe témoin à moins de 11 dans le groupe 45%R.

Les références sur l'utilisation des rebuts de dattes chez les ovins manquent. Cependant, les essais conduits sur leur utilisation en tant que concentré énergétique dans la ration d'ovins de race Ouled Djellal, complétée par de la paille d'orge, ont montré en moyenne des performances pondérales croissantes parallèlement au taux de rebuts de dattes dans la ration, et ceci jusqu'à 75 p. 100 de taux d'incorporation (6).

Tableau I

Caractéristiques des rations (% MS)

	0%R	15%R	30%R	45%R
Dattes	0	15	30	45
Orge	45	30	15	0
Tourteau de soja 48	15	15	15	15
Paille	26	26	26	26
Son de blé	13	13	13	13
CMV	1	1	1	1
Phosphate bicalcique	0,50	0,50	0,50	0,50
NaCl	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcaire	1,40	1,40	1,40	1,40
Composition chimique				
MS (%)	86,25	84,82	85,11	84,20
MO (%MS)	92,97	93,90	93,53	94,34
MAT (%MS)	19,2	18,63	18,44	18,32
CB (%MS)	9,97	10,05	10,08	11,4
MG (%MS)	2,3	2,4	2,4	2,4

R : rebuts de dattes ; CMV : complément minéralisé ou vitaminé ; MS : matière sèche ; MO : matière organique ; MAT : matière azotée totale ; CB : cellulose brute ; MG : matières grasses

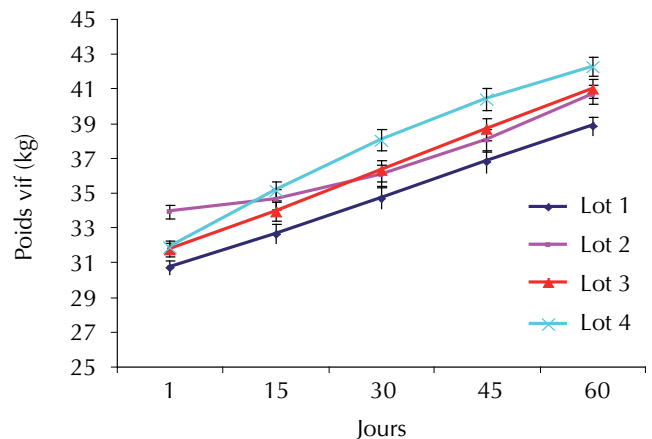


Figure 1 : évolution du poids vif d'agneaux de race Berbère ayant reçu des rations dans lesquelles l'orge a été substituée à des taux de 0 à 45 p. 100 par des rebuts de dattes.

Il en est de même pour des essais entrepris par Al-Kinani et Alwash (1), et El-Khalisi et coll. (1969), cités par Alwash et DePeters (2), en incorporant des noyaux de dattes à des proportions croissantes dans des rations d'ovins. Chehma et coll. (6) ont rapporté des gmq d'ovins Ouled Djellal, nourris avec une ration contenant 50 p. 100 de rebuts associés à la paille d'orge, inférieures à ceux des agneaux du lot 45%R du présent essai (125 g vs 151 g).

Il en résulte que, nonobstant les différentes races utilisées, les performances de croissance sont vraisemblablement meilleures lorsque les rebuts sont mélangés à une source protéique et un complément minéral que lorsqu'ils sont distribués seuls. Les résultats relatifs à cet essai suggèrent l'intérêt de l'utilisation des rebuts de dattes en remplacement de l'orge dans la ration d'engraissement de jeunes agneaux de race Berbère, sans pour autant compromettre les performances de croissance de ces animaux.

Performances de consommation

Le régime n'a pas eu d'effet sur les performances de consommation (P = 0,98). L'ingestion a été semblable d'un lot à un autre. La

consommation journalière moyenne a été proche de 1,58 kg MS par animal, sur un total distribué de 1,85 kg de matière sèche par animal (tableau I). Rapportée au poids métabolique, cette consommation a été de 109,30, 107,22, 107,75 et 105,84 g MS/kg P^{0,75}, respectivement pour les lots 0%R, 15%5, 30%R et 45%R.

L'IC a été minimal dans le lot 45%R avec en moyenne 10,66 kg d'aliments ingérés par kilogramme de gain de poids vif (P < 0,05). L'effet a été proportionnel au taux d'incorporation des rebuts de dattes. Ces indices de consommation ont été cependant assez élevés, probablement en raison des caractéristiques propres de la race, caractérisée aussi par une croissance lente des agneaux (10).

Caractéristiques des carcasses

Rendement en carcasse

Les caractéristiques des carcasses des agneaux sont présentées dans le tableau III. L'effet du régime a été très significatif (P ≤ 0,01) sur les rendements en carcasse, les animaux ayant reçu des rebuts de

Tableau II

Performances d'engraissement (moyenne ± ESM) d'agneaux Berbères ayant reçu des rations dans lesquelles de l'orge a été substituée à des taux de 0 à 45 % par des rebuts de dattes (R)

	0%R	15%R	30%R	45%R	P > F
Nb. d'animaux	10	10	10	10	
Poids vif initial (kg)	30,37 ± 0,38	33,98 ± 0,38	31,66 ± 0,37	32,25 ± 0,39	NS
Poids vif final (kg)	38,95 ^a ± 0,66	40,14 ^b ± 0,69	40,60 ^b ± 0,54	41,76 ^b ± 0,53	**
Durée (jours)	64	64	64	64	
Gmq (g)	107,5 ^a ± 0,010	126,1 ^{ab} ± 0,011	133,3 ^b ± 0,008	151,4 ^b ± 0,008	**
Quantité ingérée (g/animal/jour)	1,58 ± 0,002	1,57 ± 0,003	1,59 ± 0,002	1,58 ± 0,002	NS
IC (kg MS/kg)	14,91 ^a ± 1,31	14,28 ^b ± 1,38	12,62 ^b ± 1,08	10,66 ^b ± 1,07	*

^{a,b} Sur une même ligne, les nombres suivis des mêmes exposants ne diffèrent pas significativement
 * P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; NS : non significatif
 ESM : erreur standard de la moyenne

Tableau III

Caractéristiques des carcasses d'agneaux de race Berbère ayant reçu des rations dans lesquelles l'orge a été substituée à des taux de 0 à 45% par des rebuts de dattes

	0%R	15%R	30%R	45%R	Niveau de signification
Nb. d'animaux	6	6	6	6	
Rendement en carcasse (%)	47,36 ^a ± 0,63	48,86 ^b ± 0,45	49,49 ^b ± 0,45	51,15 ^c ± 0,59	**
Gras mésentérique (g)	172,74 ^a ± 3,09	300 ^b ± 2,2	497,51 ^c ± 2,22	497,57 ^c ± 2,9	***
Gras périrénal (g)	148 ^a ± 4,67	176 ^b ± 3,33	177 ^b ± 3,36	183 ^b ± 4,39	***
Etat d'engraissement	3	3	3	3	NS
Longueur de carcasse (cm)	79,77 ^a ± 0,58	77,85 ^a ± 0,41	77,83 ^a ± 0,42	77,7 ^a ± 0,55	NS
longueur de cuisse (cm)	45,35 ^a ± 0,90	43,59 ^a ± 0,64	43,35 ^a ± 0,64	44,53 ^a ± 0,84	NS
Poids des pattes (kg)	0,73 ^a ± 0,018	0,77 ^a ± 0,013	0,78 ^a ± 0,013	0,78 ^a ± 0,017	NS
Epaisseur des deux cuisses	18,96 ^a ± 0,36	18,93 ^a ± 0,36	18,82 ^a ± 0,36	18,90 ^a ± 0,36	NS
Indice de compacité	0,25 ^a ± 0,001	0,25 ^a ± 0,001	0,25 ^a ± 0,001	0,25 ^a ± 0,001	NS
Indice de muscle	0,22 ^a ± 0,01	0,21 ^a ± 0,01	0,21 ^a ± 0,01	0,23 ^a ± 0,01	NS
Indice de conformation	0,47 ^a ± 0,01	0,46 ^a ± 0,01	0,46 ^a ± 0,01	0,47 ^a ± 0,01	NS

^{a,b,c} Sur une même ligne, les nombres suivis des mêmes exposants ne diffèrent pas significativement
 ** P < 0,01 ; *** P < 0,001 ; NS : non significatif

datte montrant les valeurs les plus élevées, et ce, proportionnellement aux taux de substitution (tableau III). Farhan et coll. (9) ont également rapporté une amélioration du rendement carcasse à mesure que le niveau de noyaux de dattes augmentait dans la ration.

Importance du tissu adipeux

A l'abattage, aucune différence n'a été notée entre les régimes en ce qui concerne l'état d'engraissement (gras = 3 sur une échelle de 1 à 5). Le complément énergétique (rebut de dattes vs orge) dans la ration n'a donc pas engendré de dépôt plus important de gras de couverture. En revanche, l'augmentation de la proportion des rebuts de dattes dans la ration a engendré des poids de gras de rognon et mésentérique plus importants dans les groupes ayant reçu des rebuts de datte (tableau III), et ce proportionnellement aux taux d'incorporation ($P < 0,001$).

Ces résultats découleraient de la hiérarchie dans la mise en place des différents dépôts adipeux ; ainsi les dépôts internes et intermusculaires se développent en premier alors que les tissus adipeux sous-cutanés et intramusculaires le font plus tardivement (12). Des résultats similaires ont été enregistrés par Farhan et coll. (9) qui ont observé que le gras de couverture n'était pas affecté par l'augmentation des taux d'incorporation en noyaux de dattes dans les rations. Une épaisseur plus importante du gras caudal (9), une augmentation significative de la surface du muscle *Longissimus dorsi*, prélevé à la 13^e côte d'ovins de race Awassi, et une plus importante épaisseur du gras sous-cutané mesuré au niveau de la même côte ont été rapportées à mesure que le taux en noyaux de dattes augmentait dans la ration (9).

Couleur de carcasse et fermeté du gras

Aucun défaut de couleur n'a été décelé au niveau des carcasses (appréciées par la couleur du gras de couverture) et la couleur a été identique pour l'ensemble des lots. D'un blanc recouvrant la totalité des carcasses, cette couleur est caractéristique des animaux de bergerie. En effet, l'accumulation dans les graisses de β -carotènes, pigments colorés contenus dans l'herbe et l'ensilage d'herbe, induit une coloration jaune des gras de couverture (12). La couleur blanche des gras des quatre lots traduirait donc principalement une alimentation à base de concentré constitué majoritairement de céréales pauvres en β -carotènes.

Tous les gras de couverture analysés 24 h *post mortem* ont été caractérisés par une mollesse plus ou moins prononcée. Ce défaut de tenue du gras étant quasi entièrement dépendant de l'alimentation animale et de la nature des acides gras s'explique par le fait qu'avec des rations riches en concentré la part de l'acide acétique diminue au profit de l'acide propionique. Celui-ci est ensuite utilisé pour la synthèse d'acides gras saturés impairs à faible point de fusion (12). Par ailleurs, la baisse du pH diminue l'hydrogénation des lipides polyinsaturés (à faible point de fusion) des aliments qui

sont incorporés sous cette forme dans les tissus adipeux. Ces phénomènes expliqueraient l'obtention de gras mous avec des régimes riches en concentré. En revanche, les rations riches en fourrages concourent à l'obtention de gras fermes.

Importance des tissus musculaire et osseux

L'importance du tissu osseux a été jugée par le poids des pattes, la longueur de la carcasse et celle de la cuisse (tableau III). Aucun de ces paramètres n'a été affecté par le régime ($P > 0,05$) ; les moyennes enregistrées ont été de 0,76 kg, 78,28 cm et 44,20 cm, respectivement pour le poids des pattes, la longueur de la carcasse et celle de la cuisse. Le développement du tissu musculaire a été apprécié à partir d'indicateurs rapportés dans le tableau III. Aucune différence n'a été décelée entre les quatre lots en ce qui concerne l'épaisseur de cuisse, l'indice de compacité, l'indice de muscle et celui de conformation ($P > 0,05$). Le tissu musculaire n'a pas, non plus, été affecté par les régimes.

Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que l'orge, qui est une céréale à amidon facilement fermentescible (16), est quasiment dégradée dans le rumen. De ce fait, l'introduction en quantités importantes de glucides facilement fermentescibles dans les rations animales entraîne une orientation des fermentations du rumen qui se traduit par une importante production d'acide propionique, lequel est considéré comme le plus important précurseur de la néoglucogénèse (8), favorisant, entre autres, le métabolisme et la croissance musculaire.

D'autre part, les modèles de fermentation des noyaux de dattes chez les ruminants montre l'accroissement en taux d'acide propionique à mesure que celui en noyaux de dattes augmente dans la ration, et ceci à raison de 0, 25, 50 et 75 p. 100 en noyaux (14). Il en résulte que la production de propionates est favorisée non seulement par l'ingestion de l'orge mais aussi par celle des noyaux, ce qui a pour conséquence un développement musculaire identique.

Conformation

L'appréciation de la conformation, basée sur le développement des profils de la carcasse et notamment des parties essentielles de celle-ci (quartier arrière, dos, épaule), a permis d'attribuer aux quatre lots, une note de conformation, caractérisant un bon développement musculaire, et ne révélant, de ce fait, aucun effet du régime alimentaire sur la conformation des carcasses ($P > 0,05$). Ce résultat est conforme à celui trouvé pour l'indice de conformation, ce qui confirme l'appréciation par notation visuelle.

Qualité de la viande

Les pH ultimes ont été normaux avec des valeurs proches de 5,6 (tableau IV). Le régime alimentaire n'a pas eu d'effet sur ce paramètre ($P > 0,05$). Il en est de même concernant le pouvoir de

Tableau IV

Caractéristiques de la qualité de la viande d'agneaux Berbères ayant reçu des rations dans lesquelles l'orge a été substituée à des taux de 0 à 45% par des rebuts de dattes (R)

	0%R	15%R	30%R	45 %R	Niveau de signification
Nb. d'animaux	6	6	6	6	
pH	5,6 ^a ± 0,09	5,6 ^a ± 0,06	5,7 ^a ± 0,06	5,6 ^a ± 0,08	NS
PRE (%)	18,45 ^a ± 0,47	18,03 ^a ± 0,33	18,34 ^a ± 0,34	18,70 ^a ± 0,44	NS

PRE : pouvoir de rétention en eau

^a Sur une même ligne, les nombres suivis du même exposant ne diffèrent pas significativement

NS : non significatif

rétenion en eau ($P > 0,05$). La qualité de la viande appréciée par ces deux paramètres n'a donc pas été influencée par la nature du régime alimentaire.

■ CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que les rebuts de dattes peuvent être incorporés dans les rations de jeunes ovins pour engraissement. En effet, leur emploi en remplacement de l'orge dans les régimes des ovins en croissance a engendré des performances pondérales supérieures ainsi qu'une meilleure efficacité alimentaire. Les trois rations à proportions de rebuts croissants permettent des vitesses de croissance supérieures à celles obtenues avec la ration à base d'orge seule.

Concernant les carcasses produites, un effet significatif a été enregistré sur les rendements au profit du lot 45%R. En terme d'adiposité, à part les gras de rognon et mésentérique qui ont

été plus importants chez les animaux ayant reçu des proportions élevées en rebuts, le gras de couverture a été similaire entre lots, ce qui révèle que, malgré les performances pondérales supérieures des lots ayant reçu des quantités de rebuts croissantes, l'état d'engraissement n'a pas été affecté et est resté en général identique entre lots sans être excessif.

La viande des ovins alimentés à base de rebuts de dattes est apparue d'excellente qualité, identique à celle des ovins alimentés à base d'orge, comme en témoignent les valeurs de pH à 24 h et le pouvoir de rétenion en eau.

Les rebuts de dattes peuvent être considérés comme un aliment sécurisant, permettant d'atteindre des niveaux de performances élevés et la production de carcasse et de viande de qualité si, toutefois, ils sont complétés. Ils peuvent donc constituer une source énergétique alternative intéressante en remplacement de l'orge importée et contribuer ainsi à l'autonomie nationale et à la rentabilité des exploitations en Algérie.

BIBLIOGRAPHIE

- AL-KINANI L.M.Z., ALWASH A.H., 1975. Study of different proportions of date stones in the ration for fattening Awassi lambs. *Iraq J. Agric. Sci.*, **10**: 53-61.
- ALWASH A.H., DEPETERS E.J., 1982. Date stones for feeding ruminants. *World Rev. Anim. Prod.*, **18**: 30-32.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Washington, DC, USA, AOAC.
- CEE, 1992. Règlement n° 2137/92, relatif à la grille communautaire de classement des carcasses d'ovins et à la qualité type communautaire des carcasses d'ovins fraîches ou réfrigérées et prorogeant le règlement n° 338/91. Bruxelles, Belgique, CEE.
- CHEHMA A., LONGO H.F., SIBOUKEUR A., 2000. Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier chez les ovins. *Revue Rech. agron. Inraa*, **7**: 7-15.
- CHEHMA A., LONGO H.F., SIBOUKEUR A., 2004. Bilan azoté et gain de poids, chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous-produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du drinn *Aristida pungens*. *Cahiers Agric.*, **13**: 221-226.
- CHEHMA A., SENOUSI A., TERCHA Y., BENGUEGUA S., 2007. Fabrication de blocs multinutritionnels (BMN) à base de sous-produits de palmier dattier et d'urée. In : Coll. international sur les Biotechnologies, Oran, Maroc, 24-25 nov. 2007.
- DEMIGNE C., YACCOUB C., MORAND C., REMESY C., 1988. Les orientations du métabolisme intermédiaire chez les ruminants. *Reprod. Nutr. Dév.*, **28**: 1-17.
- FARHAN S.M., SHAKIR M.A., EL-KHALISI I., 1969. The use of date stones for feeding and fattening Awassi lambs. *Iraq. J. agric. Sci.*, **4**: 86-94.
- MEYER C., FAYE B., KAREMBE H., POIVEY J.P., 2004. Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical. Libourne, France, CEVA Santé animale, p. 19.
- NORMAND J., BROUARD-JABET S., 2002. Guide pratique. Apprécier la qualité du gras de couverture des carcasses d'agneaux : couleur et fermeté. Paris, France, Institut de l'élevage.
- NORMAND J., MOEVI I., LUCBERT J., POTTIER E., 2005. Le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. Paris, France, Institut de l'élevage.
- PEARSON A.M., DUTSON T.R., 1953. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product. *Adv. Meat Res.*, **9**: 138-143.
- RASHID N.H., ALWASH A.H., 1976. The effect of the proportion of date stones in the diet on its digestion and fermentation in the sheep rumen. *Iraq J. Agric. Sci.*, **11**: 51.
- SAS., 1986. SAS systems for linear models. Cary, NC, USA, SAS Institute.
- THIVEND P., VERMOREL M., 1971. Etude de l'utilisation des amidons par l'agneau en croissance à l'engrais. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **11**: 292-294.

Accepté le 05.02.2010

Summary

Mebirouk-Boudechiche L., Araba A., Ouzrout R. Influence of the Type of Energy Supplementation (date stones vs Barley) on Fattening Performances and Carcass Characteristics of Fattening Berber Lambs

When local resources are available, their promotion in the feed of growing animals may reduce production costs and secure the fattening system. However, maintaining zootechnical performances remains a precondition. An experiment was carried out on four groups of ten lambs. Each animal received isoproteic rations containing date stones as substitutes for barley grains in variable proportions at the rate of 0, 15, 30 and 45% of the dry matter. The rations were distributed *ad libitum* by adjusting the quantities offered. The diet had a significant effect on weight performances ($P < 0.01$) and daily feed intake ($P < 0.001$). The mean daily weight gains increased and consumption indices decreased with the rate of date stone incorporation. The diet effect was also significant for the carcass yield, but not for the fat cover ($P > 0.05$). Date stones can entirely substitute barley grains in rations of fattening sheep without affecting its performances.

Keywords: Sheep – Date – Growth – Fattening – Carcass – Algeria.

Resumen

Mebirouk-Boudechiche L., Araba A., Ouzrout R. Influencia del tipo de complemento energético (retoños de dátil vs cebada) sobre los rendimientos de engorde y características de las carcasas de corderos Berberes durante el engorde

La valorización de los recursos locales en los alimentos de los animales en crecimiento, cuando éstos están disponibles en cantidades importantes, puede ser una oportunidad para reducir los costos de producción y asegurar el sistema de engorde. Sin embargo, el mantenimiento de los rendimientos zootécnicos es una condición previa. El experimento se llevó a cabo en cuatro lotes de diez corderos que recibieron raciones isoproteicas, incluyendo retoños de dátiles, que se incorporaron en proporciones variables en sustitución de la cebada en grano, a razón de 0, 15, 30 y 45% de la materia seca de la ración. Las raciones fueron distribuidas *ad libitum*, por ajustamiento de las cantidades ofrecidas. El régimen tuvo un efecto significativo sobre los rendimientos ponderales ($P < 0,01$) y alimenticios ($P < 0,001$). Las ganancias cotidianas promedio aumentaron y los índices de consumo disminuyeron con la tasa de incorporación de los retoños de dátiles. El efecto del régimen fue también significativo sobre los rendimientos de la carcasa, pero no sobre la cobertura de grasa ($P > 0.05$). Los retoños de dátiles pueden substituir enteramente la cebada en grano dentro de las raciones de engorde de los ovinos sin por eso afectar los rendimientos.

Palabras clave: Ovino – Dátil – Crecimiento – Engordo – Canal animal – Argelia.

Sheep Fattening with Groundnut Haulms and Millet Bran in the West African Sahel

A.A. Ayantunde^{1*} S. Fernandez-Rivera²
A. Dan-Gomma³

Keywords

Sheep – Fattening – Crop residue –
Animal nutrition – Animal production –
Mixed farming – Sahel – Niger.

Summary

Sheep fattening is economically important in mixed crop-livestock systems in the West African Sahel. It is particularly attractive to poor farmers including women because of the low investment and rapid turnover. A feeding trial was conducted for 56 days to determine the optimal feeding levels of groundnut haulms and millet bran for profitable sheep fattening. Forty-eight Peul Oudah rams, bought from a livestock market, about 12-15 months old, with an average initial live weight of 20.3 kg (standard deviation = 1.7) were randomly divided into groups of six animals and allotted to eight treatment groups defined by a factorial combination of four feeding levels of groundnut haulms (0, 300, 600 and 900 g per animal per day) and two levels of millet bran (0 and 400 g per animal per day). Bush hay was offered *ad libitum* at 40 g/kg live weight as basal feed. Total dry matter intake and digestible organic matter intake were linearly related to the level of groundnut haulms and millet bran offered. Average daily gains (ADGs) of sheep offered 0, 300, 600 and 900 g/day of groundnut haulms without millet bran were -27.5, 10.4, 30.8 and 35.7 g/day, respectively. With 400 g millet bran per day, ADGs were 40.3, 59.5, 91.7 and 63.4 g/day, for the four levels of groundnut haulms, respectively. Supplementation with 600 g/day of groundnut haulms and 400 g/day of millet bran gave the highest net return.

INTRODUCTION

Sheep fattening is an important economic activity in the West African Sahel, especially towards the Islamic festival of Eid-al-Kabir, called Tabaski in the region (1, 3). It is particularly attractive to poor farmers including women because of the low initial investment, rapid rate of turnover and social acceptance. The main strategy is to fatten young, lean male sheep obtained either from the farmer's own flock or, more often, purchased on the open market, over a two- to three-month period, with each farmer fattening between one and five animals. The sheep are usually tethered or kept in a small sheltered enclosure at the homestead, and often fed and watered individually. Basal feeds used for sheep fattening, such as bush hay

and millet straw, are commonly supplemented with cowpea hay, groundnut haulms, and millet bran which is derived from the household processing of millet grains (10). The rapid growth and good condition required within a short time make feeding the appropriate quantity and quality critical for the profitability of the activity (10).

In traditional sheep fattening, feeds are always provided *ad hoc* and in an unregulated fashion. In other words, farmers often give the animals whatever is available, leading to waste when feed availability is high, and underfeeding when feed availability is low (2, 8). The result of such practice is that the growth rates in traditional sheep fattening remain below the genetic potential of the animals (10). This combination of low growth rates and long fattening period makes traditional sheep fattening largely unprofitable. Alternative feeding strategies are pertinent to make sheep fattening profitable.

Previous on-station and on-farm sheep fattening experiments conducted by the International Livestock Research Institute (ILRI) in Niger (2, 3) revealed that a daily supplement of 300 to 600 g cowpea hay and 400 g of millet bran along with bush hay or millet straw fattened sheep most profitably. Farmers, however, also

1. International Livestock Research Institute, BP 320, Bamako, Mali.
2. International Livestock Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia.
3. Institut de recherches agronomiques du Niger, Niamey, Niger.

* Corresponding Author

Tel: +223 20 22 33 75; Fax: +223 20 22 86 83

E-mail: a.ayantunde@cgiar.org

have access to groundnut residues, and optimal levels of feeding have yet to be established for this resource. Hence, this study was carried out to establish the optimum feeding levels of groundnut haulms for sheep fattening in the region. The specific objective was to determine the effect of different levels of groundnut haulms and millet bran on the feed intake, water consumption, live weight changes of rams and the economic return.

MATERIALS AND METHODS

Study site, treatments, feeds and animals

The experiment was carried out during the dry season (November to December 2006) at the International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT Sahelian Center) in Sadore (13° 14' N, 2° 16' E), Niger.

Forty-eight Peul Oudah rams bought from a livestock market in Baleyara (about 100 km east of Niamey) of about 12-15 months of age with an average initial live weight (LW) of 20.3 kg (standard deviation = 1.7) were randomly allotted to eight treatments defined by a factorial combination of four feeding levels of groundnut haulms (0, 300, 600 and 900 g per animal per day) and two levels of millet bran (0 and 400 g per animal per day), in groups of six. The millet bran used for the study was purchased at a local market in Niamey and it mainly originated from domestic millet processing for household consumption. The sheep were placed in individual metabolic cages that allowed for urine collection. They were fed individually during 56 days, following a two-week adaptation period.

Bush hay was offered *ad libitum* at 40 g/kg LW as basal feed. To determine the proportion by weight of different herbaceous species in bush hay, three bales of bush hay were randomly selected, weighed and separated by species. The dominant species by weight were *Zornia glochidiata*, *Ctenium elegans*, *Schizachyrium exile*, and *Borreria stachydea*. The average weight of a bale of bush hay used during the study was 6345 g (standard deviation = 345). The chemical composition of bush hay, groundnut haulms and millet bran offered during the feeding trial is shown in Table I. Each animal had free access to water throughout the experiment.

Table I

Chemical composition (g/kg of dry matter; mean \pm standard error) of bush hay, groundnut haulms and millet bran offered during the feeding trial

Parameter	Bush hay	Groundnut haulms	Millet bran
Organic matter	888 \pm 4	839 \pm 8	892 \pm 2
Nitrogen	9.6 \pm 0.2	12.9 \pm 0.2	18.0 \pm 0.2
Phosphorus	1.0 \pm 0.1	2.1 \pm 0.3	8.4 \pm 0.8
<i>In vitro</i> organic matter digestibility	514 \pm 5	739 \pm 8	624 \pm 4
Estimated digestible organic matter	457 \pm 5	621 \pm 9	557 \pm 3
Neutral detergent fiber	722 \pm 2	472 \pm 4	370 \pm 2
Acid detergent fiber	593 \pm 5	365 \pm 5	140 \pm 4
Lignin	170 \pm 6	63 \pm 3	26 \pm 2
Cellulose	129 \pm 5	107 \pm 3	230 \pm 4
Hemicellulose	423 \pm 8	302 \pm 4	113 \pm 4

Measurements

The study included a nine-day period of collection of feces and urine, which started in week 5 of the experiment. The sheep were accustomed to carrying canvas bags for fecal collection during the last week before the data collection started. Fecal output was weighed daily, and a 10% subsample was taken from each animal and frozen for subsequent analysis. During the collection periods, the volume of urine collected in a plastic bucket, containing 100 mL of 10% sulfuric acid as preservative to prevent nitrogen volatilization, was measured every morning. The volume of urine excreted was standardized to three liters by adding distilled water, and a subsample of 50 mL was taken for laboratory analysis. Feed refusals were weighed every morning to determine voluntary intake of groundnut haulms, millet bran and bush hay. Two samples per treatment of feed offered (groundnut haulms, millet bran and bush hay) were taken daily during each nine-day data collection period. Water intake was also measured in week 5 of the experiment. Sheep were weighed for three consecutive days at the beginning, every two weeks afterwards and at the end of the study. The average daily gain (ADG) was estimated by regression of individual live weight data over time.

Laboratory analyses

Samples of feed offered (groundnut haulms, millet bran and bush hay) were analyzed for dry matter (DM), organic matter (OM), nitrogen (N), phosphorus (P) and fiber components [neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin]. Fiber analysis was determined according to procedures by Van Soest et al. (11). Hemicellulose and cellulose were calculated as the differences NDF – ADF and ADF – lignin, respectively. Organic matter digestibility (OMD) was determined by the *in vitro* gas production technique calibrated with standards obtained *in vivo* (5). Fecal samples collected during the collection period were analyzed for DM, OM, N and P, while urine samples were analyzed for N concentration.

Statistical analysis

Data analysis was performed with SAS (9) using the general linear model (GLM) procedure for variance analysis. An analysis of variance model including the level of groundnut haulms and millet bran and its interactions was used to analyze data on fecal and urinary output, feed and water intake, live weight changes and net benefit of sheep fattening. Orthogonal contrasts were used to partition the sums of squares of groundnut haulms levels into linear, quadratic and cubic effects. Multiple comparison of treatment means was performed by contrast statement using the GLM procedure. Unless otherwise specified the level of significance was declared at $p < 0.05$.

RESULTS

Feed and water intake

Total dry matter intake (TDMI) and digestible organic matter intake (DOMI) were linearly related to the level of groundnut haulms and millet bran offered (Table II). The highest DOMI was recorded for sheep supplemented with 600 g/day of groundnut haulms and 400 g/day of millet bran. Supplementation with millet bran increased both TDMI and DOMI for all levels of groundnut haulms offered. Dry matter intake (DMI; g/kg LW^{0.75}) of bush hay was significantly depressed by supplementation with groundnut haulms (GH) and millet bran (MB), and 84% of the variation in DMI was explained by these two variables according to the following equation (s.e. = standard error):

$$\text{DMI} = 62.494 \text{ (s.e. 3.01)} - 0.152 \text{ (s.e. 0.036)} \text{ GH} + 0.0003 \text{ (s.e. 0.0001)} \text{ GH}^2 - 0.059 \text{ (s.e. 0.011)} \text{ MB} \quad p < 0.05; R^2 = 0.84$$

The response of DOMI (g/kg LW^{0.75}) to levels of groundnut haulms and millet bran is described by the equation below (only variables that were significant at $p < 0.05$ were included in the equation):

$$\text{DOMI} = 29.68 \text{ (s.e. 2.00)} + 0.0020 \text{ (s.e. 0.0023)} \text{ GH} + 0.022 \text{ (s.e. 0.006)} \text{ MB} \quad (p < 0.05; R^2 = 0.75)$$

The supplementation with millet bran had a significant effect on the sheep water intake (WI; mL/day), whereas groundnut haulms had no effect (Table III). The sheep consumed 2.89 mL/g of dry matter ingested. The WI response to levels of groundnut haulms and millet bran is described by the following equation (only variables that were significant were included):

$$\text{WI} = 1372 \text{ (s.e. 152)} + 2.89 \text{ (s.e. 0.52)} \text{ MB} \quad R^2 = 0.60$$

Nitrogen intake and excretion

Nitrogen intake (N_i ; g/day) increased linearly with increasing levels of both groundnut haulms and millet bran (Table IV). With only bush hay, N_i was 5.4 g/day. Sheep supplemented with groundnut haulms and millet bran had significantly higher N_i than those supplemented with groundnut haulms only (Table IV). The N_i response to different levels of groundnut haulms and millet bran is described by the equation:

$$N_i \text{ (g/day)} = 5.439 \text{ (s.e. 0.472)} + 0.0059 \text{ (s.e. 0.0008)} \text{ GH} + 0.0145 \text{ (s.e. 0.0016)} \text{ MB} - 0.000064 \text{ (s.e. 0.000015)} \text{ GH*MB} \quad (p < 0.05; R^2 = 0.83)$$

The nitrogen excreted in feces and urine accounted for 39 – 84% and 11 – 24%, respectively, of the amount ingested. The proportion

Table II

Effect of levels of groundnut haulms and millet bran on the dry matter intake of bush hay, total dry matter intake and digestible organic matter intake by sheep

GH level (g/day)	MB level (g/day)	bhDMI (g/kg LW ^{0.75})	tDMI (g/kg LW ^{0.75})	DOMI (g/kg LW ^{0.75})
0	0	62.5	62.5	29.7
300	0	35.7	65.7	35.6
600	0	30.2	77.9	45.0
900	0	21.0	83.2	48.0
0	400	38.7	76.4	38.5
300	400	22.5	87.6	48.4
600	400	16.9	91.9	51.2
900	400	15.0	90.5	48.9
Standard error		2.7	3.5	1.8
p-values				
GH ^a		0.0001	0.045	0.0487
MB		< 0.0001	0.011	0.0022
Interaction (GH*MB)		0.156	0.278	0.193

GH: groundnut haulms; MB: millet bran; bhDMI: dry matter intake of bush hay; tDMI: total dry matter intake; DOMI: digestible organic matter intake

^a Quadratic and cubic effects of ground haulms levels were not significant for all variables except for the significant quadratic effect of dry matter intake of bush hay ($p = 0.019$).

Table III

Effect of levels of groundnut haulms and millet bran on the water consumption by sheep

GH level (g/day)	MB level (g/day)	Water consumption		
		mL	mL/LW	mL/DMI
0	0	1372	69.5	2.4
300	0	1887	97.5	3.1
600	0	2222	102.7	2.9
900	0	2310	109.2	2.8
0	400	2387	115.9	3.3
300	400	2480	119.7	2.9
600	400	2741	122.2	2.9
900	400	2473	116.2	2.8
Standard error		139	6.3	0.2
p-values				
GH ^a		0.292	0.0591	0.030
MB		< 0.0001	< 0.0001	0.002
Interaction (GH*MB)		0.294	0.193	0.028

GH: groundnut haulms; MB: millet bran; LW: live weight; DMI: dry matter intake
^a Quadratic and cubic effects of ground haulms levels were not significant for all variables ($P > 0.05$).

Table IV

Nitrogen intake, fecal nitrogen, urinary nitrogen and nitrogen retained during the balance trial of different levels of groundnut haulms and millet bran given to sheep

GH level (g/day)	MB level (g/day)	N_i (g/day)	N_f (g/day)	N_u (g/day)	N_r (g/day)
0	0	5.40	4.55	0.61	0.24
300	0	6.80	4.19	1.12	1.48
600	0	9.85	4.73	2.24	2.88
900	0	10.26	4.87	2.51	2.86
0	400	10.36	6.37	2.35	1.64
300	400	12.98	5.83	2.80	4.35
600	400	14.65	5.68	2.22	6.75
900	400	13.16	5.38	2.53	5.52
Standard error		0.41	0.33	0.27	0.43
p-values					
GH ^a		< 0.0001	0.284	< 0.0001	0.006
MB		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.005
Interaction (GH*MB)		0.0332	0.028	< 0.0001	0.159

GH: groundnut haulms; MB: millet bran

N_i : nitrogen intake; N_f : fecal nitrogen; N_u : urinary nitrogen; N_r : nitrogen retained
^a Quadratic and cubic effects of ground haulms levels were not significant for all variables ($P > 0.05$).

of nitrogen ingested which was excreted in feces decreased linearly with increasing levels of both groundnut haulms and millet bran in the diet. Supplementation with millet bran led to less nitrogen excreted in feces and more nitrogen excreted in urine. The nitrogen retained (N_r) increased linearly with increasing levels of both groundnut haulms and millet bran. The relationship between N_r and the levels of groundnut haulms and millet bran is best described by the equation:

$$N_r \text{ (g/day)} = 0.509 \text{ (s.e. 0.474)} + 0.00304 \text{ (s.e. 0.00083)} GH + 0.00486 \text{ (s.e. 0.00163)} MB \quad (p < 0.05; R^2 = 0.82)$$

Live weight changes

The average daily gains for sheep offered 0, 300, 600 and 900 g/day of groundnut haulms without millet bran were -27.5, 10.4, 30.8 and 35.7 g/day (s.e. 4.7), respectively. With 400 g millet bran per day, ADGs were 40.3, 59.5, 91.7 and 63.4 g/day (s.e. 4.7) for the four levels of groundnut haulms, respectively (Figure 1). Increasing levels of groundnut haulms and millet bran had a linear effect on ADGs. The following regression equation described the relationship between ADG (g/day), the amount of groundnut haulms (g/day) and millet bran (g/day) offered.

$$ADG = -27.170 \text{ (s.e. 5.631)} + 0.1515 \text{ (s.e. 0.0288)} GH + 0.1603 \text{ (s.e. 0.0191)} MB - 0.0000906 \text{ (s.e. 0.0000221)} GH^2 \quad (p < 0.05; R^2 = 0.87)$$

Regressions of ADG over the digestible organic matter intake (g/kg LW^{0.75}) and nitrogen retained (g/day) are described by the following equations:

$$ADG = -291.76 \text{ (s.e. 97.95)} + 12.73 \text{ (s.e. 4.82)} DOMI - 0.11 \text{ (s.e. 0.06)} DOMI^2 \quad (p < 0.05; R^2 = 0.60)$$

$$ADG = -13.28 \text{ (s.e. 7.48)} + 22.31 \text{ (s.e. 4.14)} N_r - 1.29 \text{ (s.e. 0.49)} N_r^2 \quad (p < 0.05; R^2 = 0.68)$$

Costs and returns of sheep fattening

The rams for the experiment were bought from a local livestock market at the beginning of the study at 650 CFA francs (1 USD =

500 CFAF in November 2006) per kilogram live weight. The rams were sold at 850 CFAF per kilogram live weight at the end of the study in December 2006 which coincided with the Islamic festival of Eid-al-Kabir, called Tabaski in the region. The sheep sales price increased linearly with the levels of groundnut haulms and millet bran (Table V). The major cost for sheep fattening was the feed cost. Bush hay cost 25 CFAF/kg while groundnut haulms and millet bran cost 75 and 100 CFAF/kg, respectively. The gross return (sales price – purchase price) ranged from 2044 to 8393 CFAF per ram (Table V). When the feed and veterinary costs were removed from the gross return, the net return ranged from -131 to 2260 CFAF per ram. If the feed cost was not included, assuming the feed resources came from the household crop residues, which is often the case in rural communities, the net return ranged from 1844 to 8192 CFAF per ram. Supplementation with 600 g/day of

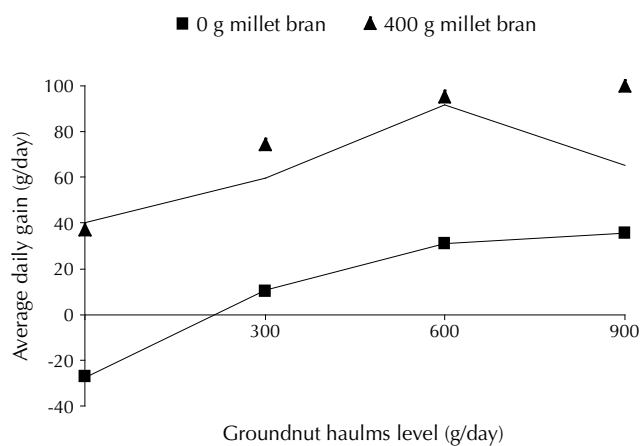


Figure 1: Average daily gain (g/day) of sheep supplemented with groundnut haulms and millet bran with trend lines [standard error (s.e.) 4.7].

$$ADG \text{ (g/day)} = -27.170 \text{ (s.e. 5.631)} + 0.1515 \text{ (s.e. 0.0288)} GH + 0.1603 \text{ (s.e. 0.0191)} MB - 0.0000906 \text{ (s.e. 0.0000221)} GH^2 \quad (p < 0.05; R^2 = 0.87)$$

Table V

Average costs and returns for different levels of groundnut haulms and millet bran in the diet per sheep for eight weeks of fattening (CFA francs^a)

Groundnut haulms level (g/day)	0	300	600	900	0	300	600	900	SE
Millet bran level (g/day)	0	0	0	0	400	400	400	400	
Variables									
Purchase price	13,368	13,083	13,336	13,283	13,184	12,923	13,173	13,429	465
Sales price ^{bc}	15,412	17,538	18,818	19,159	18,868	19,534	21,566	20,732	734
Gross return ^{bc}	2,044	4,455	5,482	5,921	5,684	6,611	8,393	7,302	357
Feed cost ^{bc}	1,101	2,356	3,701	4,961	3,394	4,597	5,933	7,234	54
Veterinary cost	200	200	200	200	200	200	200	200	0
Total cost ^{bc}	1,301	2,556	3,901	5,161	3,594	4,797	6,133	7,434	76
Net return ^{cd}	743	1,899	1,582	760	2,090	1,814	2,260	-131	320
Net return (without feed cost) ^{bc}	1,844	4,255	5,282	5,721	5,484	6,411	8,192	7,103	357

^a 1 US\$ = 500 CFAF in Nov. 2006; SE: standard error

^b Linear effect of groundnut haulms (p < 0.05). Quadratic and cubic effects were not significant

^c Linear effect of millet bran

^d Linear effect of interaction between groundnut haulms and millet bran

groundnut haulms and 400 g/day of millet bran gave the highest net return, irrespective of the feed cost being included or not.

■ DISCUSSION

The values of the total dry matter intake and digestible organic matter intake found in this study agree with those reported by Dan-Gomma (1) and Savadogo (10) in their feeding trials involving supplementation with groundnut haulms. The depression of bush hay intake by the sheep with increasing levels of groundnut haulms and millet bran could be attributed to a much lower quality of the bush hay compared to the supplements. A similar observation was reported by Manyuchi et al. (4) as to the fact that supplementation with groundnut haulm depressed the intake of poor quality natural pasture hay by sheep. This shows that the quality of basal feed affects the nutritional benefits resulting from supplementation. Feeding millet bran, an energy-rich supplement, resulted in higher total dry matter intake for the same levels of groundnut haulms in the diet. These results confirm the observation by Minson (6) that energy-rich supplements generally increase the total food intake where available forage is of low or poor quality.

The results of ADGs in this study were similar to those reported by Fernandez-Rivera et al. (2), and Hiernaux and Ayantunde (3), for sheep supplemented with cowpea hay and millet bran. However, ADGs in this study were higher than those reported by Ngwa and Tawah (7) for sheep supplemented with groundnut haulms only. This difference might be attributable to the inclusion of millet bran in the present feeding trial. The results of this study confirm that combining an energy-rich with a protein rich supplement promotes high growth rate of rams being fattened (3). In addition, the results show that it is advisable to consider using the combination of these two supplements to achieve a profitable sheep fattening scheme. Addition of energy-rich supplement along with legume hay facilitates better utilization of feed nitrogen for microbial protein synthesis in the rumen as it makes sufficient energy available to rumen microbes for growth and microbial protein production (6).

The results on net returns (excluding feed cost) from sheep fattening in the present study are comparable to the net returns (also excluding feed cost) ranged between 2636 and 7099 CFAF reported by Hiernaux and Ayantunde (3) for sheep fattened with similar levels of cowpea hay and millet bran in the diet. The results also show that feeding 600 g of groundnut haulms and 400 g of millet bran along with bush hay as basal feed is the most profitable feed ration for sheep fattening, whether the feed cost is included or not. However, it will be necessary to carry out on-farm feeding trials with rural communities, especially with women responsible for management of small ruminants, to validate the profitability of fattening with groundnut haulms and millet bran. Apart from the feed cost, the profitability of sheep fattening also depends on the purchase and sales price of sheep. Minimizing the purchase price and feed cost, and maximizing the sales price will increase the profit margin. Under traditional sheep fattening, sheep to be fattened are often selected from the household flock thereby incurring no additional cost in procuring the animals (3). The feed cost is also reduced when farmers use crop residues (millet straw, cowpea hay and groundnut haulms) from their crop harvest and millet bran from processing of millet grains for household food. In spite of the low cost of feed and in procuring the animals, the profit margin in traditional sheep fattening is still low because of the low sales price (3). In periurban sheep fattening schemes, sheep are normally sold at a high price, especially towards the Islamic festival of Tabaski, but the profitability of urban sheep fattening is often undermined by higher feed costs in periurban areas. Improving access of rural

producers to periurban livestock markets might be an option to consider to enhance the profitability of sheep fattening in rural communities.

■ CONCLUSION

This study revealed that sheep fattening was most profitable when sheep were fed 600 g/day of groundnut haulms and 400 g/day of millet bran along with the basal feed. For rural households with access to crop residues and millet bran from millet grains processed for food, the main challenge is to gain access to market outlets where they could sell their sheep at a higher price.

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge the outstanding assistance of Adamou Kalilou, Harouna Garba, Mamoudou Tondi and Mamoudou Issa Koukou of ILRI Niamey, Niger for the feeding trial and laboratory analyses of feed and fecal samples. The study was part of the project Desert Margins Program (DMP), partly funded by Global Environment Facility (GEF), with the overall goal of arresting land degradation and conservation of biodiversity in desert margins of sub-Saharan Africa.

REFERENCES

- DAN-GOMMA A., 1998. Influence du type de fourrage et de différents niveaux de supplément en son de mil sur les performances de croissance et à l'abattage des ovins au Niger. Mémoire Ingénieur d'Etat en Agronomie, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 71 p.
- FERNANDEZ-RIVERA S., HIERNAUX P., WILLIAMS T.O., TURNER M.D., SCHLECHT E., SALLA A., AYANTUNDE A.A., SANGARE M., 2005. Nutritional constraints to grazing ruminants in the millet-cowpea-livestock farming system of the Sahel. In: Ayantunde A.A., Fernández-Rivera S., McCrabb G., Eds, Coping with feed scarcity in smallholder livestock systems in developing countries. Nairobi, Kenya, ILRI, p. 157-182.
- HIERNAUX P., AYANTUNDE A.A., 2004. The Fakara: a semi-arid agro-ecosystem under stress. Niamey, Niger, ICRISAT, Desert Margins Programme, 95 p.
- MANYUCHI B., DEB HOVELL F.D., NDLOVU L.R., TOPPS J.H., TIGERE A., 1997. The use of groundnut hay as a supplement for sheep consuming poor quality natural pasture hay. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **69**: 17-26.
- MENKE K.H., RABB L., SALEWSKI A., STEINGASS H., FRITZ F., SCHNEIDER W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminants feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, **93**: 217-222.
- MINSON D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego, CA, USA, Academic Press, 483 p.
- NGWA A.T., TAWAH C.L., 2002. Effect of supplementation with leguminous crop residues or concentrates on the voluntary intake and performance of Kirdi sheep. *Trop. Anim. Health Prod.*, **34**: 65-73.
- SANGARE M., 2002. Optimisation de l'utilisation des ressources alimentaires disponibles pour l'alimentation du bétail et du recyclage des éléments nutritifs au Sahel. Thèse Doct., Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Antwerpen, Belgique, 202 p.
- SAS, 1987. SAS/STAT for personal computers. SAS Institute, Cary, NC, USA, SAS Institute.
- SAVADOGO M., 2000. Crop residue management in relation to sustainable land use: A case study in Burkina Faso. PhD Thesis, University of Wageningen, Wageningen, Netherlands, 159 p.
- VAN SOEST J.P., ROBERTSONS J.B., LEWIS B., 1991. Methods for dietary fibre, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3583-3597.

Accepté le 06.11.2009

Résumé

Ayantunde A.A., Fernandez-Rivera S., Dan-Gomma A. L'embouche ovine à base de fanes d'arachides et de son de mil dans le Sahel ouest africain

L'embouche ovine est économiquement importante dans les systèmes agriculture - élevage dans le Sahel ouest africain. Elle est particulièrement attrayante pour les paysans pauvres y compris les femmes en raison du faible investissement requis et de la rapidité de cycle. Un essai d'alimentation a été mené pendant 56 jours pour déterminer les niveaux optimaux des fanes d'arachide et de son de mil pour un engraissement profitable des moutons. Quarante-huit béliers Peuls Oudah, achetés dans un marché de bétail, d'environ 12-15 mois d'âge et d'un poids initial moyen de 20,3 kg (écart-type = 1,7) ont été alloués aléatoirement, par groupes de six, à huit traitements définis par une combinaison factorielle de quatre niveaux de fanes d'arachide (0, 300, 600 et 900 g par animal par jour) et deux niveaux de son de mil (0 et 400 g par animal par jour). La paille de brousse a été offerte à volonté comme alimentation de base à 40 g/kg de poids vif. L'ingestion totale de matière sèche et l'ingestion de matière organique digestible ont été linéairement associées au niveau des fanes d'arachide et de son de mil offert. Les gains moyens quotidiens (gmq) de poids pour les moutons qui ont reçu 0, 300, 600 et 900 g/jour de fanes d'arachide sans son de mil ont été respectivement de -27,5, 10,4, 30,8 et 35,7 g/jour. Avec 400 g/jour de son de mil, les gmq ont été respectivement de 40,3, 59,5, 91,7 et 63,4 g/jour pour les quatre niveaux de fanes d'arachides. La complémentarité avec 600 g/jour de fanes d'arachide et de 400 g/jour de son de mil a donné le bénéfice net le plus élevé.

Mots-clés : Ovin – Engraissement – Résidu de récolte – Nutrition animale – Production animale – Polyculture élevage – Sahel – Niger.

Resumen

Ayantunde A.A., Fernandez-Rivera S., Dan-Gomma A. Engorde de ovejas con tallos de maní y cereal de mijo en el Sahel del Oeste africano

El engorde de las ovejas es económicamente importante en sistemas mixtos de cultivo-crianza en el Sahel del Oeste africano y particularmente atractivo para los finqueros pobres, incluyendo mujeres, debido a la baja inversión y el rápido movimiento de capitales. Se llevó a cabo un experimento de alimentación durante 56 días con el fin de determinar los niveles óptimos de alimentación con semillas molidas de maní y mijo, para engorde de ovejas con beneficios financieros. Se compraron cuarenta y ocho machos Peul Oudah en un mercado de ganado, con aproximadamente 12-15 meses de edad, con un peso vivo inicial promedio de 20,3 kg (desviación estándar = 1.7) y se dividieron al azar en grupos de seis animales y divididos en ocho grupos de tratamientos, definidos por una combinación factorial de cuatro niveles de tallos de maní (0, 300, 600 y 900 g por animal por día) y dos niveles de mijo (0 y 400 g por animal por día). Paja de arbusto se dió ad libitum con 40 g/kg de peso vivo como alimento de base. El consumo total de materia seca y el de materia orgánica se relacionaron en forma lineal con el nivel de tallos de maní y de cereal de mijo que se ofreció. La ganancia de peso promedio (GPP) de las ovejas a quién se dió 0, 300, 600 y 900 g/día de tallos de maní sin mijo fueron -27,5, 10,4, 30,8 y 35,7 g/día, respectivamente. Con 400 g de mijo por día, las GPP fueron de 40,3, 59,5, 91,7 y 63,4 g/día, respectivamente para los cuatro niveles de tallos de maní. La complementación con 600 g/día de tallos de maní y 400 g/día de mijo dieron el mejor rendimiento neto.

Palabras clave: Ovino – Engorde – Residuo de cosecha – Nutrición animal – Producción animal – Explotación agrícola combinada – Sahel – Níger.

Plasma Luteinizing Hormone and Progesterone Concentrations in Azawak Zebu Cows Submitted to Different Estrus Synchronization Protocols

M. Zongo¹ W. Pitala¹ L. Sawadogo¹ H. Boly¹
N. Melo De Sousa² J. Sulon² J.-F. Beckers^{2*}

Keywords

Bos indicus – Azawak cow – Estrus synchronization – LH – Progesterone – Radioimmunoassay – Burkina Faso.

Summary

The percentage of estrus induction and plasma LH concentrations were examined in 15 Azawak zebu cows submitted to two different estrus synchronization protocols. In the first treatment (T1, n = 9), the cows received a norgestomet ear-implant for 10 days associated with estradiol valerate, prostaglandin F_{2α} (PGF_{2α}) and pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) injections. Treatment 2 (T2, n = 6) consisted in two PGF_{2α} injections 11 days apart, followed by the administration of PMSG two days after the second prostaglandin injection. Blood samples were collected every three hours during five days after implant removal (T1) or PMSG injection (T2) for LH measurements. The proportion of induced estrus was higher in T2, but the difference was not significant. In general, the elapsed time until the estrus onset tended to be shorter in norgestomet-treated animals (35.9 ± 3.9 h) than in prostaglandin-treated ones (49.5 ± 5.8 h). Seven out of nine norgestomet-treated cows, and only two out of the six treated with PGF_{2α} presented a peak of LH. The mean interval from the end of treatments to LH peak tended to be longer in PGF_{2α}-treated females than in norgestomet-treated ones. One female presenting abnormally high LH concentrations after implant removal did not show a peak of LH during the observation period.

INTRODUCTION

Estrus synchronization is a valuable management tool that has been used to enhance reproductive efficiency (4). One of the advantages of estrus synchronization is that a large number of females can be bred over a short period. Synchronization also allows farmers to schedule calving so as to take advantage of feed supplies and to develop breeding technologies such as artificial insemination and embryo transfer. Although the merits of estrus synchronization are best realized in large animal breeding

structures, this technique can be used to benefit smallholder agropastoral farmers (4, 14).

A limited amount of research data suggests that there are physiological and behavioral differences between *Bos indicus* (zebu) and *Bos taurus* (taurine) cattle which may influence responses to estrus synchronization treatments (4, 6). Some of these hypothetical differences include a reduced capacity for LH secretion in *Bos indicus* compared to *Bos taurus* breeds (28) and a greater sensitivity of *Bos indicus* cows to exogenous gonadotrophins (19). Additionally, the timing of LH surge and ovulation can occur earlier in relation with the onset of estrus in *Bos indicus* (24), while behavioral estrus appears to be shorter and less overt in *Bos indicus* (9, 15, 23). Lower peripheral concentrations of progesterone have also been reported in *Bos indicus* cattle (24, 30).

The study was carried out to investigate the behavioral and endocrine (LH, progesterone) changes following synchronization of estrus in Azawak zebu cows by use of norgestomet and cloprostenol based protocols.

1. UFR/SVT, Animal Physiology Department, Ouagadougou University, Ouagadougou, Burkina Faso.

2. Laboratory of Animal Endocrinology and Reproduction, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Bd of Colonster No 20, B41, B-4000 Belgium.

* Corresponding Author

Tel.: +32 43 66 41 61; Fax: +32 43 66 41 65

E-mail: jfbeckers@ulg.ac.be

■ MATERIALS AND METHODS

The experiment took place from November 1999 to Mars 2000 at the Ouagadougou University Farm of Burkina Faso (12°35'N, 1°50'W). Mean annual precipitation was 748 mm/year. Mean monthly minimum and maximum temperatures ranged from 26 to 39°C in the dry season (November to May).

The Azawak cow is a lightly built breed originating from the Azawak Valley (northeast of Nigeria) and distributed over the sub-Saharan zone of West Africa (3). The height at withers range from 120 to 130 cm. The average weight of adult animals is 200–250 kg for females and 250–300 kg for males. Although, the coat color is usually red or light fawn, it can also be white, brown or pied and black.

Fifty-two Azawak zebu females of mixed age (3 to 7 years old) and parity were palpated per rectum to determine reproductive soundness and status one month before the beginning of the study. The mean corporal weight was 208 ± 24.5 kg. The females were maintained under a semi-intensive herd management system, grazing typical vegetation (savanna) and having free access to water and mineral blocks.

Fifteen females diagnosed as non pregnant were randomly selected and allocated into two different estrus synchronization protocols. Cows in treatment 1 (T1, $n = 9$) received an ear subcutaneous implant containing 3 mg of norgestomet plus intramuscular injections of 3 mg of norgestomet and 5 mg of estradiol valerate (Crestar, Intervet International, The Netherlands) on day 0 of the synchronization program. At day 8 after implant insertion, the cows received 500 µg of cloprostenol sodium (PGF_{2α}, Estrumate, Intervet). At the time of implant removal (day 10), all animals received 400 IU i.m. of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) injections (Folligon, Intervet).

Treatment 2 ($n = 6$) consisted of two deep intramuscular injections of 500 µg of PGF_{2α} (Estrumate, Intervet) eleven days apart. Forty-eight hours after the second PGF_{2α} injection, 400 IU i.m. of PMSG (Folligon, Intervet) were administered to each female.

Estrus detection was conducted by visual observation of mucus discharge at six-hour intervals during five days. The synchronized estrus response was defined as standing estrus within five days of implant removal (T1) or PMSG injection (T2). Mounting activities or females standing to be mounted by other females were also recorded.

Blood was obtained by jugular venipuncture into 7.5 ml S-Monovette potassium-EDTA tubes (Sarstedt, Germany). The samples were immediately centrifuged at 1500 g for 15 min to remove plasma. Plasma was aliquoted and then stored at -20°C until assayed for LH and progesterone.

For the LH assay, blood samples were collected every three hours after implant removal (T1) and the second PGF_{2α} injection (T2) until the 120th hour. For the progesterone assay, blood samples were taken at 5 to 10 day intervals till at least one month after estrus synchronization.

In order to compare the efficacy of both treatments, cows were systematically inseminated 48 and 72 h after implant removal (T1) or PMSG injection (T2) independently of estrus detection.

LH radioimmunoassay

LH concentrations were determined by a double antibody radioimmunoassay (RIA). The LH preparation used in the standard curve (0.2 to 25 ng/ml) and for iodination (34) was from ovine origin (Ovine LH-1-2; NIH, USA). Serum was from goat origin. The first antibody (L34) was raised in rabbits as described elsewhere (35) and used at a final dilution of 1:100,000. The double antibody precipitation system was composed of a mixture of sheep anti-rabbit immunoglobulin (0.83% v:v), normal rabbit serum (0.17% v:v), polyethylene glycol 6000 (20 mg/ml; Vel, Belgium), cellulose microcrystalline (0.05 mg/ml; Merck, Germany) and bovine serum albumin (BSA, 2 mg/ml; ICN Biochemicals, USA) diluted in Tris buffer (25 mM Tris, 10 mM MgCl₂ and 0.1 mg/ml neomycin sulfate; pH 7.5).

In summary, 0.1 ml of each sample and appropriate standard dilution were aliquoted into duplicate assay tubes and diluted with 0.2 and 0.1 ml of Tris-BSA buffer, respectively. To minimize nonspecific interference of plasma proteins, 0.1 ml of LH-free plasma was added to all standard tubes. Then, 0.1 ml of the diluted antiserum was added and the tubes were incubated overnight at room temperature. The following day, 0.1 ml of radiolabelled ¹²⁵I-LH (25,000 counts min⁻¹) was added to all tubes, which were then incubated for 4 h before adding the double antibody precipitating system (1.0 ml). After further 30 min incubation, 2.0 ml of Tris-BSA buffer were added to all except total count tubes. Bound and free LH were separated by centrifugation (1500 g for 20 min). The supernatants were discarded and the radioactivity of the pellet was determined using a multigamma counter (LKB Wallac 1261; Finland) with a counting efficiency of 75%.

Progesterone radioimmunoassay

The progesterone plasma concentrations were estimated by an indirect method, after an ether petroleum extraction initial step (25). The progesterone (Sigma, USA) was diluted in assay buffer (phosphate buffered 0.1 M containing 0.15 M NaCl and 1.0 g/ml gelatin; pH 7.0) and used as standard (0.15 to 20 ng/ml). Progesterone-11-hemisuccinate-2[¹²⁵I]-iodohistamine was prepared by the mixed anhydride method (20). Purification of the tracer was carried out by high-performance liquid chromatography on C-18 reverse phase. The first antibody (R43) was raised against progesterone-11-hemisuccinate-BSA and used at a final dilution of 1:15,000.

Briefly, volumes of 0.2 ml of zebu sera were extracted with 3.0 ml of petroleum ether 60-80° (Petroleum spirit; BDH, UK) by shaking for 2 min. After centrifugation (1500 g for 10 min), the aqueous phase was frozen in liquid nitrogen and the organic phase transferred to glass tubes. The solvent was then removed in an evaporator and the residue redissolved in 0.3 ml of phosphate assay buffer under moderate agitation (2 h at 37°C). Labeled progesterone (0.1 ml corresponding to 30,000 cpm) and first antiserum (0.1 ml) were added and an incubation was performed for 3 h at room temperature. Bound and free P4 were separated after addition of the double antibody precipitation system, as previously described for the LH assay. The intra- and inter-assay coefficients of variation of progesterone radioimmunoassay were 12.3 and 13.0%, respectively. Sensitivity was 0.2 ng of P4/ml.

Statistical analysis

The results were expressed as means (\pm SD). The effect of the estrus synchronization treatment on the different variables (estrus response, interval to estrus and LH concentrations) were compared using the chi-square test with the correction of Yates. Time for LH peak was defined as the elapsed time between the end of the estrus synchronization treatments and the maximum LH concentrations

Table I
Estrus induction and LH responses in Azawak zebu cows submitted to two distinct protocols of estrus synchronization

	Females exhibiting estrus	Time to estrus (h)	Time to LH peak (h)	Mean LH peak concentration (ng/ml)	LH baseline level (ng/ml)	Pregnant females
Norgestomet-treated females	8 (n = 9)	35.9 ± 3.9 (n = 8)	40.3 ± 4.5 (n = 7)	31.5 ± 16.2 (n = 7)	3.3 ± 1.3 (n = 7)	3
PGF _{2α} -treated females	3 (n = 6)	49.5 ± 5.8 (n = 3)	54.0 ± 8.5 (n = 2)	22.4 ± 17.2 (n = 2)	3.5 ± 1.0 (n = 2)	1

LH: luteinizing hormone; PGF_{2α}: prostaglandin F_{2α}

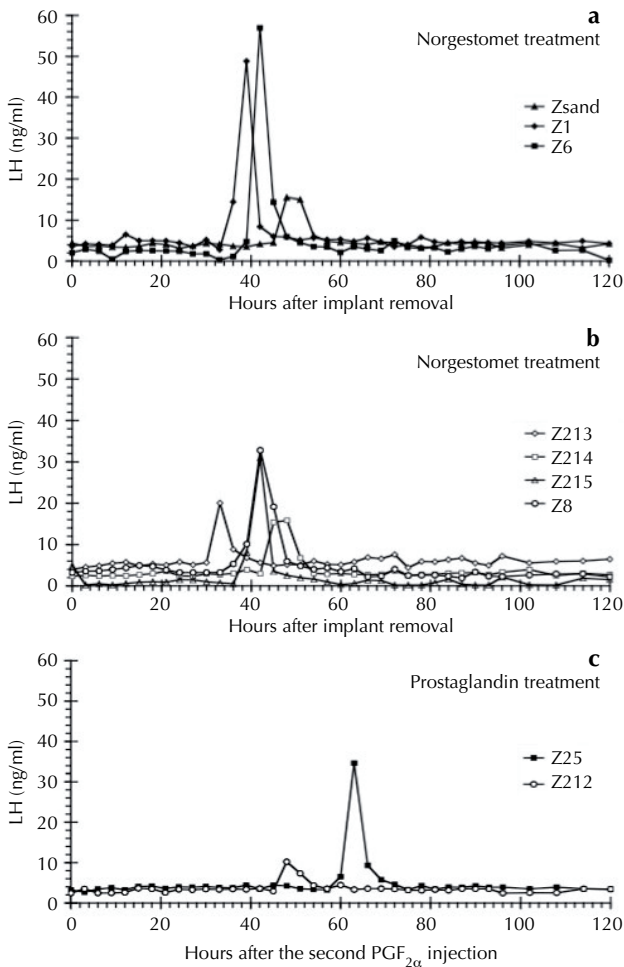


Figure 1: Plasmatic LH concentrations in Azawak zebu cows treated with norgestomet ear-implant for 10 days associated with estradiol valerate, prostaglandin-F_{2α} and pregnant mare serum gonadotropin injections (1a, 1b) or with two PGF_{2α} injections 11 days apart (1c). Cows which became pregnant are shown with black-filled symbols.

that occurred in cows with identifiable LH peak. Statistical tests having a value of P < 0.05 were considered significant.

RESULTS

Table I summarizes estrus induction, LH responses and pregnancy rates in Azawak zebu cows submitted to two different estrus

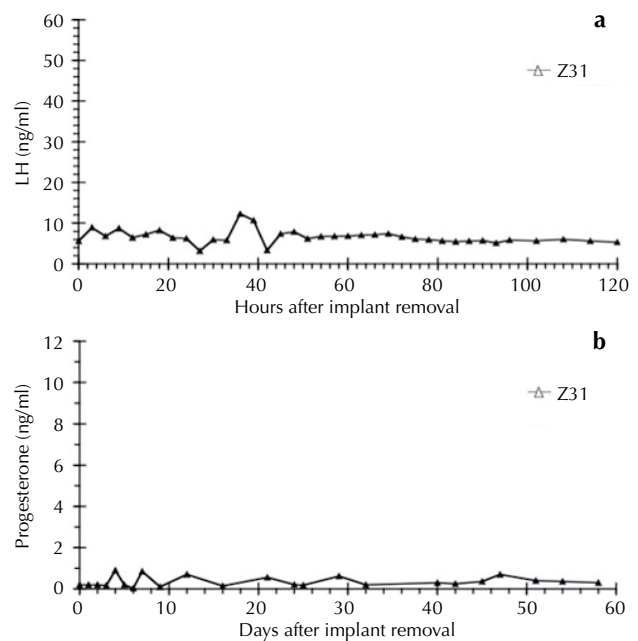


Figure 2: Typical high LH concentrations in one Azawak zebu cow treated with a norgestomet ear-implant for 10 days associated with estradiol valerate, prostaglandin-F_{2α} and pregnant mare serum gonadotropin injections (2a). Low progesterone levels after estrus synchronization (2b).

synchronization treatments. The proportion of females exhibiting estrus within 120 h after the end of the treatment was not significantly affected by the treatment. In general, norgestomet-treated animals were the first to be in estrus (35.9 ± 3.9 h vs 49.5 ± 5.8 h), but this difference was not significant.

Seven out of nine norgestomet-treated cows presented an LH peak compared with 2 PGF_{2α}-treated zebu females (Table I). The mean interval from the end of the synchronization protocol to the LH peak was slightly longer in PGF_{2α}-treated zebu females.

LH concentrations

In the first treatment (Figure 1a and 1b), the highest LH peak concentrations ranged from 15.5 ng/ml (Zsand cow) to 57.0 ng/ml (Z6 cow), while in the second treatment (Figure 1c) the highest concentrations were 10.2 ng/ml (Z212) and 34.6 ng/ml (Z25). There was no significant effect of the synchronization protocol on the highest LH peak concentrations between treatments.

One norgestomet-treated cow (Z31) presented abnormally high basal LH concentrations after implant removal (Figure 2a). From the end of the treatment till the 120th hour after implant removal, mean LH concentrations (6.9 ng/ml) were approximately twice higher than those found in the other treated females.

Progesterone concentrations

Progesterone concentrations remained at basal levels (< 1.0 ng/ml) in the norgestomet-treated cow presenting an abnormally high basal LH concentration (Z31, Figure 2b), as well as in one cow (Z8) previously exhibiting an LH peak (Figure 3b).

Three cows from treatment 1 (Zsand, Z1 and Z6, Figure 3a) and one cow from treatment 2 (Z25, Figure 3c) presented progesterone concentrations, indicating the presence of a functional corpus luteum for a period longer than one to three months, suggesting successful pregnancies after estrus synchronization treatments. In the others (Z213, Z214 and Z215, Figure 3b, and Z212, Figure 3c), progesterone concentrations ranged from 1.91 (Z214) to 7.37 ng/ml (Z215) between days 6 and 9 after the end of the synchronization treatments, returning to basal levels between days 20 and 30 after the end of treatment.

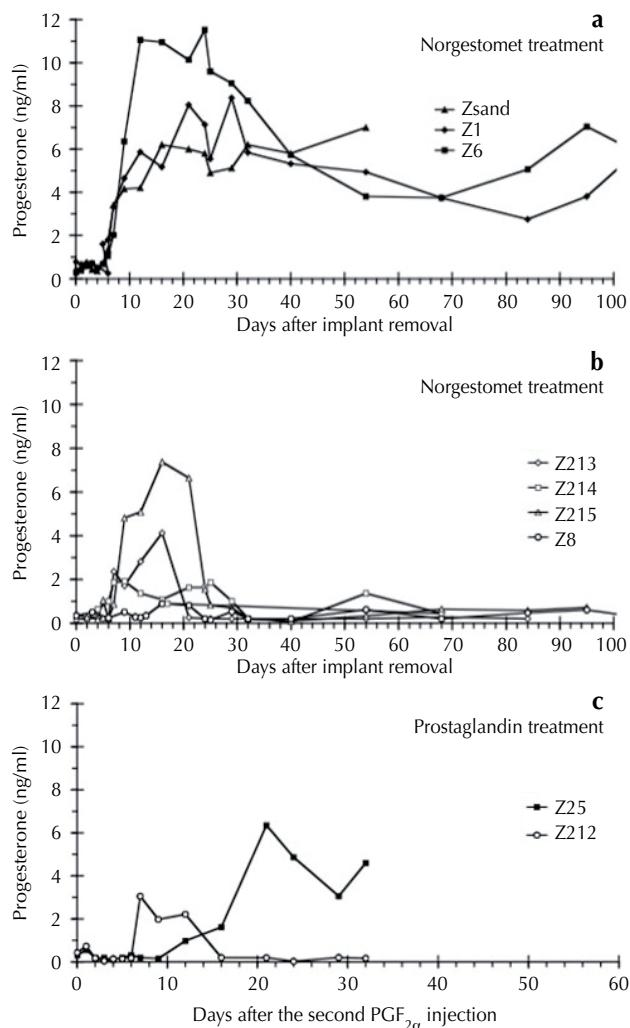


Figure 3: Progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant Azawak zebu cows treated with a norgestomet ear-implant for 10 days associated with estradiol valerate, prostaglandin-F_{2α} and pregnant mare serum gonadotropin injections (3a, 3b) or with two PGF_{2α} injections 11 days apart (3c). Pregnant cows are shown with black-filled symbols.

DISCUSSION

There is abundant literature on hormonal profiles following estrus synchronization treatments in temperate breeds of cattle (21). However, there are few reports on the periovulatory hormone profiles in Azawaks that are administered different treatments for the synchronization of estrus (5, 18). In this study, the authors describe LH and progesterone plasmatic profiles in Azawaks submitted to norgestomet (T1) and cloprostenol (T2) estrus synchronization treatments. Estrus behavior and pregnancy rates are also reported.

The authors attempted to determine reproductive soundness and status of the Azawak females (rectal palpation one month before the beginning of estrus synchronization treatments), but the estrus response rates (8 of 9 animals in T1 and 3 of 6 in T2) were systematically lower than those obtained in Brahman, Bunaji and Indian zebu cows allotted into equivalent synchronization treatments (5, 16, 17, 36). On the other hand, results from T1 corroborated those obtained by Lokhande et al. (17) and Pinheiro et al. (23) who reported estrus responses varying by 64% in Indian zebu cows, and from 4 of 9 and 8 of 11 Nelore heifers and cows treated with subcutaneous ear-implant of norgestomet associated to estradiol valerate injection, respectively.

When compared with T1, Azawak females treated by two injections of cloprostenol eleven days apart had the lowest proportion of estrus behavior within 120 h after end of treatment. Low and variable estrus responses to prostaglandin treatments have been described in Nelore cows (13/28) and heifers (5/15) housed under tropical conditions (23). Also, poor estrus expression in Indubrazil zebu cows treated by prostaglandin (8/17 and 9/15 females) was described by Moreno et al. (18). Effectiveness of the use of prostaglandin and its analogs in estrus synchronization programs depends on the presence of a corpus luteum susceptible to luteolytic actions of these molecules (13, 37).

One explanation for the limited response of T2 in zebu cows is that some animals have been in anestrus before the cloprostenol treatment. It remains to be determined whether the absence of functional corpus luteum in the ovaries of some Azawak females is due to the poor nutritional quality of tropical pastures (27) or to other factors such as the hierarchical status or environmental conditions (5, 15).

The interval from the end of treatments and the beginning of estrus ranged from 35.9 ± 3.9 h to 49.5 ± 5.8 h in T1 and T2, respectively. As previously observed by several authors, the timing to exhibit estrus after the end of synchronization treatments is longer in prostaglandin-treated zebu cows than in progesterone-estradiol treated ones (5, 23). Furthermore, intervals were consistently shorter in Azawak cows compared with Brahman and Nelore cows treated with both progesterone (41.9 and 57.7 h, respectively) and prostaglandin synchronization protocols (72 and 70 h, respectively) (5, 23).

One cow from each synchronization protocol was characterized as standing in estrus but did not present a peak of LH during the 120-h observation period. So, the proportion of females exhibiting estrus and presenting an LH peak remained relatively constant in both groups (7/8 in T1 and 2/3 in T2). Social interaction in large groups of cows treated to synchronize estrus contributes to modify the behavior of non-cyclic cows so that they can display signs of estrus (7, 8, 10, 33). However, a delayed time to LH peak or some errors in detection of estrus cannot be excluded to explain discordance between the number of cows exhibiting estrus and those presenting an LH peak (1).

Plasmatic LH concentrations increased markedly at estrus to reach 31.56 ± 16.23 ng/ml and 22.41 ± 17.25 ng/ml at 40.3 ± 4.5 h and 54.0 ± 8.5 h after the end of T1 and T2, respectively. In Brahman cattle, Cavalieri et al. (5) reported the highest LH concentrations 41.6 and 77.5 h after the end of progestogen- and prostaglandin-based treatments, respectively. However, peaks of LH concentrations found by these authors varied from 8 to 12 ng/ml. On the other hand, Rhodes and Randel (28) detected maximum LH concentrations varying from 20.2 to 113.2 ng/ml in Brahman and Holstein synchronized cows, respectively. Comparative data on cows under normal estrus cycles also show a smaller preovulatory LH surge in zebu compared with taurine breeds (24). Therefore, it remains unknown whether LH concentrations observed in Azawak females are mostly attributed to the radioimmunoassay technique used or to an important breed effect.

The baseline LH concentrations described in beef (0.79 ng/ml) and dairy cows (0.57 ng/ml) (12, 22) were four to six times lower than those observed in the present study (3.3 to 3.5 ng/ml). However, the present results are in the range of basal LH concentrations reported for Brahman cows (3.5 ng/ml) (28). Surprisingly, one progestogen-implant-treated Azawak cow (Z31) presented suprabaasal LH concentrations all throughout blood sampling. To detect any errors within the procedure for this cow, the samples were assayed twice, confirming the results previously found. This cow also had low progesterone concentrations and, consequently, did not become pregnant after time-fixed artificial insemination (48 and 72 h after end of treatment). In another study, higher basal levels of endogenous LH were observed in cows who maintained body condition in the postpartum period (0.83 ng/ml), when compared to those who lost body condition (0.21 ng/ml) (29). However, it seems that there are no reports on such high (mean of 6.9 ng/ml) endogenous LH concentrations in cows in the scientific literature. The authors hypothesized that these suprabaasal concentrations of LH could be associated to an absence of functional target receptors in the ovaries which leads to an abnormal synthesis of this hormone by the pituitary gland. On the other hand, recent studies have shown that basal LH release can be significantly increased after brain perfusion with galanin, a widespread expressed neuropeptide (2, 11). Further studies are necessary to verify the origin of suprabaasal LH concentrations in some of the treated females.

Progesterone concentrations remained at basal levels (< 1.0 ng/ml) in one norgestomet-treated cow presenting abnormally high basal LH concentrations (Z31). Four treated cows (3 from T1 and 1 from T2) presented progesterone concentrations indicating the existence of a functional corpus luteum for a period longer than one to three months. Retrospectively, it appeared that cows that exhibited the higher LH peaks corresponded to those which became pregnant. The higher surges may result from a better feedback related to a better follicular growth and oocyte quality. In this context, the high LH surges are more probably a consequence than a primary cause of pregnancy. In non-pregnant cows, progesterone concentrations started to increase at days 6 to 9, returning to basal levels between days 20 and 30 after the end of treatment. The notion that LH is the primary luteotropic agent in cattle was first introduced by Simmons and Hansel as early as 1964 (31). Progesterone concentrations described in both pregnant and non-pregnant females were similar to those previously described in taurine (12) and zebu breeds (26, 32).

CONCLUSION

When compared to the prostaglandin estrus synchronization protocol, the progestogen-implant treatment led to a shorter time to cows standing in estrus and to LH peak. Plasma LH and progesterone concentrations in Azawak zebu cattle were similar to concentrations in other zebu breeds during the estrous cycle. In addition, the authors showed for the first time that suprabaasal LH concentrations can be observed in cows failing to conceive after use of synchronization protocols.

Acknowledgments

This work was supported by grants from the International Foundation for Sciences of Sweden. Hormone assays were supported by grants from the Belgian Ministry of Agriculture. The authors gratefully acknowledge the Agence universitaire de la Francophonie for its financial support concerning researcher mobility and data analysis. Special thanks to Mrs R. Fares (ULg) for her secretarial assistance. Crestar, Estrumate and Folligon were gifts from Intervet International.

REFERENCES

- ADAMS G.P., 1994. Control of ovarian follicular wave dynamic in cattle: implications for synchronization and superstimulation. *Theriogenology*, **41**: 19-24.
- BARATTA M., SALERI R., MASCADRI C., COY D.H., NEGRO-VILAR A., TAMANINI C., GIUSTINA A., 1997. Modulation by galanin of growth hormone and gonadotropin secretion from perfused pituitary and median eminence of prepubertal male calves. *Neuroendocrinology*, **66**: 271-277.
- BLENCH R., 1999. Traditional livestock breeds: geographical distribution and dynamics in relation to the ecology of West Africa. London, UK, Overseas Development Institute, 67 p. (Working paper 122)
- BO G.A., BARUSELLI P.S., MARTINEZ M.F., 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **78**: 307-326.
- CAVALIERI J., RUBIO I., KINDER J.E., ENTWISTLE K.W., FITZPATRICK L.A., 1997. Synchronization of estrus and ovulation and associated endocrine changes in *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, **47**: 801-814.
- CHENOWETH P.J., 1994. Aspects of reproduction in female *Bos indicus* cattle: a review. *Aust vet. J.*, **71**: 422-426.
- CORBET N.J., MILLER R.G., BINDON B.M., BURROW H.M., D'OCCHIO M.J., ENTWISTLE K.W., FITZPATRICK L.A., WILKINS J.F., KINDER J.E., 1999. Synchronization of estrus and fertility in zebu beef heifers treated with three estrus synchronization protocols. *Theriogenology*, **51**: 647-659.
- FIKE K.E., DAY M.L., INSKEEP E.K., KINDER J.E., LEWIS P.E., SHORT R.E., HAFS H.D., 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.*, **75**: 2009-2015.
- GALINA C.S., CALDERON A., MCCLOSKEY M., 1982. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology*, **17**: 485-498.
- GALINA C.S., ORIHUELA A., RUBIO I., 1996. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, **42**: 465-470.

11. GUNDLACH A.L., 2002. Galanin/GALP and galanin receptors: role in central control of feeding, body weight/obesity and reproduction? *Eur J. Pharmacol.*, **440**: 255-268.
12. HENRICKS D.M., DICKEY J.F., NISWENDER G.D., 1970. Serum luteinizing hormone and plasma progesterone levels during the estrus cycle and early pregnancy in cows. *Biol. Reprod.*, **2**: 346-351.
13. KING M.E., KIRACOFÉ G.H., STEVENSON J.S., SCHALLES R.R., 1982. Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF_{2α} in beef cattle. *Theriogenology*, **18**: 191-200.
14. KUSINA N.T., TARWIRE F., HAMUDIKUWANDA H., AGUMBA G., MUKWENA J., 2000. A comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants, PGF_{2α}, and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of Mashona goat does. *Theriogenology*, **53**: 1567-1580.
15. LANDAETA-HERNANDEZ A.J., YELICH J.V., LEMASTER J.L., FIELDS M.J., TRAN T., CHASE C.C. JR, RAE D.O., CHENOWETH P.J., 2002. Environmental, genetic and social factors affecting the expression of estrus in beef cows. *Theriogenology*, **57**: 1357-1370.
16. LOKHANDE S.M., INAMDAR D.R., JOSHI B.M., BHOSREKAR M.R., HUMBLLOT P., THIBIER M., 1984. Progestogen and prostaglandin-combined treatments for synchronization of oestrus in post partum crossbred (*Bos indicus* x *Bos taurus*) or zebu cows. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37**: 73-78.
17. LOKHANDE S.M., PATIL V.H., MAHAJAN D.C., PHADNIS Y.P., HUMBLLOT P., THIBIER M., 1983. Fertility on synchronized oestrus in crossbred (*Bos indicus* x *Bos taurus*) heifers. *Theriogenology*, **20**: 397-406.
18. MORENO I.Y.D., GALINA C.S., ESCOBAR F.J., RAMIREZ B., NAVARRO-FIERRO R., 1986. Evaluation of the lytic response of prostaglandin F₂ alpha in zebu cattle based on serum progesterone. *Theriogenology*, **25**: 413-421.
19. MUNRO R.K., 1986. The superovulatory response of *B. taurus* and *B. indicus* cattle following treatment with follicle stimulating hormone and progesterone. *Anim. Reprod. Sci.*, **11**: 91-97.
20. NARS P.W., HUNTER W.M., 1973. A method for labelling oestradiol-17 beta with radioiodine for radioimmunoassay. *J. Endocrinol.*, **57**: 47-48.
21. ODDE K.G., 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*, **68**: 817-830.
22. PETERS K.E., BERGFELD E.G., CUPP A.S., KOJIMA F.N., MARISCAL V., SANCHEZ T., WEHRMAN M.E., GROTTJAN H.E., HAMERNIK D.L., KITTOK R.J., KINDER J.E., 1994. Luteinizing hormone has a role in development of fully functional corpora lutea (CL) but is not required to maintain CL function in heifers. *Biol. Reprod.*, **51**: 1248-1254.
23. PINHEIRO O.L., BARROS C.M., FIGUEIREDO R.A., VALLE E.R., ENCARNACAO R.O., PADOVANI C.R., 1998. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F_{2α} or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, **49**: 667-681.
24. RANDEL R.D., 1984. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). *Theriogenology*, **21**: 170-185.
25. RANILLA M.J., SULON J., CARRO M.D., MANTECON A.R., BECKERS J.F., 1994. Plasmatic profiles of pregnancy-associated glycoprotein and progesterone levels during gestation in Churra and Merino sheep. *Theriogenology*, **42**: 537-545.
26. REKWOT P.I., OGWU D., SEKONI V.O., OYEDIPE E.O., 2000. Serum progesterone profiles of zebu cattle (*Bos indicus*) in relationship to conception and repeat breeding after artificial insemination. *Anim. Reprod. Sci.*, **63**: 41-51.
27. REKWOT P.I., OYEDIPE E.O., MUKASA-MUGERWA E., SEKONI V.O., AKINPELUMI O.P., ANYAM A.A., 1999. Fertility in zebu cattle (*Bos indicus*) after prostaglandin administration and artificial insemination. *Vet. J.*, **158**: 53-58.
28. RHODES R.C. III, RANDEL R.D., 1978. Reproductive studies of Brahman cattle. I. Behavioral effect of various dose levels of estradiol-17 upon ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows. *Theriogenology*, **9**: 429-435.
29. RUTTER L.M., RANDEL R.D., 1984. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **58**: 265-274.
30. SEGERSON E.C., HANSEN T.R., LIBBY D.W., RANDEL R.D., GETZ W.R., 1984. Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, **59**: 1026-1046.
31. SIMMONS K.R., HANSEL W., 1964. Nature of the luteotropic hormone in the bovine. *J. Anim. Sci.*, **23**: 136-141.
32. SINGH U., KHURANA N.K.I., 1998. Plasma progesterone profiles and fertility status of anestrous zebu cattle treated with norgestomet-estradiol-eCG regimen. *Theriogenology*, **50**: 1191-1199.
33. SOLANO J., GALINDO F., ORIHUELA A., GALINA C.S., 2004. The effect of social rank on the physiological response during repeated stressful handling in zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol. Behav.*, **82**: 679-683.
34. THORELL J.I., JOHANSSON B.G., 1971. Enzymatic iodination of polypeptides with ¹²⁵I to high specific activity. *Biochim. Biophysica Acta*, **33**: 988-991.
35. VAITUKAITIS J., ROBBINS J.B., NIESCHLAG E., ROSS G.T., 1971. A method for producing specific antisera with small doses of immunogen. *J. clin. Endocrinol. Metab.*, **33**: 988-991.
36. VOH A.A.JR., OGWU D., OYEDIPE E.O., 2004. Fertility of Bunaji (zebu) cows after treatment with PRID with or without PGF_{2α}. *Trop. Anim. Health Prod.*, **36**: 483-497.
37. VOH A.A. JR, OYEDIPE E.O., PATHIRAJA N., BUVANENDRAN V., KUMI-DIAKA J., 1987. Peripheral plasma levels of progesterone in Nigeria zebu cows following synchronization of oestrus with prostaglandin F_{2α} analogue (dinoprost tromethamine). *Br. Vet. J.*, **143**: 254-263.

Reçu le 16.05.2007, accepté le 12.06.2009

Résumé

Zongo M., Pitala W., Sawadogo L., Boly H., Melo De Sousa N., Sulon J., Beckers J.-F. Concentrations de l'hormone lutéinisante et de la progestérone chez des vaches zébus Azawak soumises à différents protocoles de synchronisation de l'œstrus

Quinze vaches zébus Azawak ont été soumises à deux protocoles de synchronisation de l'œstrus. Les concentrations plasmatiques de LH et le pourcentage des femelles ayant exhibé un comportement d'œstrus ont été répertoriés. Le premier traitement de synchronisation (T1, n = 9) a été effectué avec des implants sous-cutanés de norgestomet placés sous la peau de l'oreille pendant 10 jours. Le traitement a été complété par des injections de valérate d'œstradiol, de prostaglandine $F_{2\alpha}$ et de *pregnant mare serum gonadotropin* (PMSG). Le deuxième protocole (T2, n = 6) a consisté en deux injections de prostaglandine $F_{2\alpha}$ à 11 jours d'intervalle, suivies d'une injection de PMSG deux jours après la deuxième injection de prostaglandine. Des échantillons de sang ont été prélevés à trois heures d'intervalle pendant cinq jours après le retrait de l'implant (T1) ou l'injection de PMSG (T2) pour mesurer les taux de LH. Le taux d'œstrus induit a été plus élevé chez les vaches du groupe T2, mais cette différence n'a pas été significative. En général, le temps observé entre la fin du traitement et le début de l'œstrus a été plus court chez les femelles traitées au norgestomet ($35,9 \pm 3,9$ h) que chez celles traitées à la prostaglandine ($49,5 \pm 5,8$ h). Sept sur les neuf femelles traitées au norgestomet et seulement deux sur les six traitées à la prostaglandine ont présenté un pic de LH. L'intervalle moyen entre la fin des traitements et le pic de LH a eu tendance à être plus long chez les femelles traitées à la prostaglandine que chez celles traitées au norgestomet. Une femelle a présenté des concentrations de LH anormalement élevées après le retrait de l'implant. Toutefois, aucun pic de LH n'a été observé pendant la période de suivi.

Mots-clés : *Bos indicus* – Vache Azawak – Synchronisation de l'œstrus – LH – Progestérone – Technique radioimmunologique – Burkina Faso.

Resumen

Zongo M., Pitala W., Sawadogo L., Boly H., Melo De Sousa N., Sulon J., Beckers J.-F. Concentraciones de progesterona y de hormona plasmática luteinizante en vacas Cebú Azawak sometidas a diferentes protocolos de sincronización de estro

Se examinó el porcentaje de inducción de estro y las concentraciones de LH en plasma en 15 vacas Cebú Azawak sometidas a dos protocolos diferentes de sincronización de estro. En el primer tratamiento (T1, n = 9), las hembras Azawak recibieron un implante de oreja norgestomet durante 10 días, asociado con valerato de estradiol, prostaglandina $F_{2\alpha}$ (PGF $_{2\alpha}$) e inyecciones de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG). El tratamiento 2 (T2, n = 6) consistió en dos inyecciones de PGF $_{2\alpha}$ a 11 días de intervalo, seguido por la administración de PMSG dos días después de la segunda inyección de prostaglandina. Las muestras de sangre se recolectaron para medir la LH cada tres horas y durante cinco días después de la eliminación del implante (T1) o de la inyección de PMSG (T2). La proporción de estros inducidos fue más elevada en el T2, sin embargo la diferencia no fue significativa. En general, el tiempo recorrido hasta la presentación del estro mostró una tendencia a ser más corto en los animales tratados con norgestomet ($35,9 \pm 3,9$ h) que en los tratados con prostaglandinas ($49,5 \pm 5,8$ h). Siete de cada 9 vacas tratadas con norgestomet presentaron un pico de LH comparable a 2 de cada 6 vacas tratadas con PGF $_{2\alpha}$. El intervalo promedio desde el fin del tratamiento hasta el pico de LH presentó una tendencia a ser más largo en las hembras tratadas con PGF $_{2\alpha}$ que en las tratadas con norgestomet. Una hembra, la cual presentó un nivel anormalmente alto de concentraciones de LH después de la eliminación del implante no mostró un pico de LH durante el periodo de observación.

Palabras clave: *Bos indicus* – Vaca Azawak – Sincronización del celo – LH – Progesterona – Técnica radioinmunológica – Burkina Faso.

Détermination du moment du post-partum où l'axe hypophyse ovariens de la vache zébu (*Bos indicus*) allaitante est sensible à la GnRH synthétique

C.P. Tobada^{1*} G.B. Koutinhoun¹ M. Senou²
J. Dougnon¹ A.K.I. Youssao¹ R.C. Brito³

Mots-clés

Bos indicus – GnRH – Hypophyse – Ovaire – Période périnatale – Progestérogène.

Résumé

Afin de déterminer le moment du puerpérium où l'axe hypophyse ovariens de la vache zébu (*Bos indicus*) allaitante est fonctionnel, une dose unique de 100 µg de gonadolibérine (GnRH) synthétique a été injectée par voie intramusculaire à 60 vaches zébus allaitantes réparties en six lots. Les animaux en étaient à leurs 7^e, 10^e, 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours de lactation (10 animaux/lot/stade). Dix millilitres de lait ont été prélevés sur les animaux avant l'injection (A : 1^{re} série d'échantillons), aux 5^e, 6^e, 7^e, 8^e jours (B : 2^e série d'échantillons) et aux 20^e, 21^e, 22^e, 23^e, 24^e jours (C : 3^e série d'échantillons) après l'injection de GnRH. Dans chaque lot, les échantillons obtenus avant l'injection de GnRH ont été considérés comme témoins. Au total, 600 échantillons de lait ont servi à déterminer les taux de progestérogène par radio-immunos dosage. Parmi les animaux injectés 15 jours après la mise bas, 60 p. 100 ont été sensibles à la GnRH avec une sécrétion moyenne de progestérogène de $2,67 \pm 1,89$ nmol/L. Cette réponse a augmenté au fur et à mesure que s'est allongé le puerpérium. Trente jours après le vêlage, tous les animaux ont répondu favorablement au traitement (concentration moyenne de progestérogène : $4,09 \pm 1,90$ nmol/L) et ont présenté une réduction significative ($p < 0,05$) de l'intervalle vêlage gravité comparé aux animaux traités aux 7^e et 10^e jours après le vêlage. Ces observations montrent que dès le 15^e jour après la mise bas, l'axe hypophyse ovariens de la vache zébu allaitante est sensible à l'application de la GnRH exogène et que ce type de traitement peut améliorer les performances de reproduction de ces animaux.

INTRODUCTION

Le retour de l'hypophyse à son plein ou parfait état de production ou de sécrétion d'hormones gonadotropes [hormone folliculostimulante (FSH) et hormone lutéinisante (LH)] est une des étapes nécessaires pour la reprise de l'activité ovarienne au cours du post-partum (15). Chez les vaches laitières, les concentrations maximales de ces hormones hypophysaires sont atteintes durant

la deuxième semaine du puerpérium (12-15 jours) mais chez les vaches allaitantes productrices de viande, cette période est plus longue. Moss et coll. (14) ont observé chez des *Bos taurus* allaitantes que les concentrations de LH dans l'hypophyse antérieure augmentaient progressivement pendant le puerpérium et atteignaient des valeurs similaires à celles enregistrées pendant la phase lutéale du cycle œstral le trentième jour après le vêlage.

Pour la reprise du développement folliculaire post-partum chez des vaches croisées allaitantes (Limousine x Frisonne), Murphy et coll. (15) ont détecté le premier follicule dominant à $10,2 \pm 0,5$ jours après le part. Le nombre de ces follicules augmente à mesure que se prolonge le puerpérium mais, au cours des premières phases du post-partum, du fait de l'insuffisance de pulsations de LH, les follicules dominants n'arrivent généralement pas à ovuler et persistent ou s'atrophient (24). En revanche, s'il y a libération endogène

1. Département de production et santé animales, Ecole polytechnique, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Bénin.

2. Faculté des sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

3. Institut supérieur des sciences agropastorales, La Havane, Cuba.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 95 81 17 34 ; e-mail : tobacoss2@yahoo.fr

ou apport exogène de la gonadolibérine (GnRH) à des femelles, la libération de LH peut induire l'ovulation de ces follicules avec formation de structures lutéales productrices de progestérone mesurable dans le sérum ou dans le petit lait (20).

Les recherches réalisées jusqu'à présent chez les vaches élevées en Europe et productrices de viande en allaitement montrent que cette première activité lutéale après le part est celle qui favorise la reprise et la normalisation de l'activité sexuelle après le vêlage (15, 17). Chez la vache zébu allaitante en élevage extensif sous les tropiques, le stress de l'allaitement, ajouté aux conditions adverses de l'environnement bloque la GnRH au niveau de l'hypothalamus (21). Ainsi, en l'absence de GnRH faute de stimulus, l'hypophyse ne libère pas suffisamment de pulses de LH et l'animal demeure acyclique jusqu'au sevrage. On peut supposer cependant que l'axe hypophyse ovariens récupère plus précocement sa capacité à répondre efficacement à l'application de la GnRH exogène. Cette étude a eu pour objectif de déterminer le moment auquel les femelles zébus étaient sensibles à une telle stimulation exogène.

MATERIEL ET METHODES

Matériel animal

Soixante vaches zébus allaitantes, cliniquement saines, sans infection puerpérale, d'état corporel entre 2,5 et 3,5 (4, 6, 11) ont été réparties en six lots (I à VI) de dix animaux qui en étaient respectivement aux 7^e, 10^e, 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours de lactation. Chaque animal a reçu par voie intramusculaire, une dose unique de 100 µg d'un analogue synthétique de GnRH (Supergestran/Spofa).

Dix millilitres de lait ont été prélevés au moment de l'injection de GnRH (A : 1^{re} série d'échantillons), ensuite les 5^e, 6^e, 7^e, 8^e (B : 2^e série d'échantillons), et les 20^e, 21^e, 22^e, 23^e et 24^e jours (C : 3^e série d'échantillons) suivant l'application de GnRH. Au total, 600 échantillons de lait ont été prélevés dans des tubes préalablement préparés avec de l'azide de sodium 0,1 p. 100. Ils ont été identifiés et conservés à -20 °C jusqu'à la détermination de progestérone par radio-immunos dosage (RIA) en phase solide en tubes (20).

Dosage de progestérone

Les échantillons conservés à -20 °C ont été décongelés à la température ambiante puis centrifugés pendant 10 min à 3 000 t / min. La détermination de la progestérone a été faite par RIA en phase solide en utilisant les réactifs de kit commercial DPC (Diagnostic Products, FAO/OIEA). Il a été recueilli 0,1 mL de petit lait dans des tubes contenant un anticorps antiprogestérone auxquels il a été ajouté 1 mL d'antigène marqué avec I¹²⁵ (19). Le mélange formé a été agité et incubé à 4 °C durant 18-20 h. Le lendemain, la fraction libre de la phase unie a été séparée et lue dans un compteur Clinigamma 1272 LKB dont le rendement était de 78 p. 100. Les coefficients de variation intra- et inter-dosages ont été respectivement de 5,1 et 8,8 p. 100. La sensibilité estimée par le minimum de détection de la technique utilisée a été de 0,09 nmol/L.

Le diagnostic de vache en activité ovarienne a été individuel. Les vaches dont le taux de progestérone a été inférieur à 1,59 nmol/L ont été considérées comme étant en inactivité ovarienne (27) et celles dont le taux de progestérone a été supérieur à 3,18 nmol/L comme étant en phase lutéale de cycle (1, 21). Les moyennes des taux de progestérone obtenues dans les 1^{re}, 2^e et 3^e séries d'échantillons ont été comparés.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS (23). La variable considérée a été le taux de progestérone. Un modèle linéaire généralisé a été ajusté aux données et comprenait les effets

fixes de jours post-partum et les périodes de prélèvement. L'interaction entre la période et les jours post-partum a été significative et prise en compte dans le modèle. La comparaison entre les moyennes a été faite par le test de Student-Newman-Keuls.

RESULTATS

Dans les six lots d'animaux constitués, les taux de progestérone (P₄) enregistrés avant injection de GnRH (A : 1^{re} série d'échantillons) ont été en dessous de 1 nmol/L. Ces taux de progestérone sont toujours restés en dessous de 1 nmol/L dans les lots I et II durant les périodes B et C de prélèvement du lait, tandis que dans les lots III à VI, ils ont été supérieurs à 1,59 nmol/L. L'évolution du taux de progestérone sanguine (nmol/L) en fonction de la période (A, B, C) de prélèvement du lait et du jour post-partum d'injection de GnRH a mis en évidence l'interaction entre les facteurs période postinjection de prélèvement du lait et stade d'injection (jours post-partum d'injection) de GnRH (figure 1).

La moyenne générale du taux de progestérone enregistrée a été de 1,88 ± 0,53 nmol/L. De l'analyse de variance (tableau I), il ressort que les stades d'injection de GnRH (7, 10, 15, 20, 25, 30 jours post-partum), les périodes d'échantillonnage (A, B et C), ainsi que le nombre de jours au sein de ces périodes (0 dans la période A ; 5, 6, 7, 8 dans la période B ; 20, 21, 22, 23, 24 dans la période C) ont présenté une influence très significative (p < 0,001) sur le taux de progestérone. Il y a eu également une interaction significative entre les jours de prélèvement au sein de la période de prélèvement.

La comparaison des moyennes a révélé que les périodes B et C ont été significativement différentes de la période A qui tenait lieu de contrôle (tableau I). Les moyennes générales du taux de progestérone enregistrées aux 10^e, 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours post-partum ont été significativement différentes les unes des autres. Cependant, il n'y a pas eu de différence significative entre les taux de progestérone suivant les injections de GnRH réalisées aux 7^e et 10^e jours post-partum.

L'activité ovarienne (nombre de vaches cyclées sur 100) a été induite après traitement chez les vaches injectées à partir du

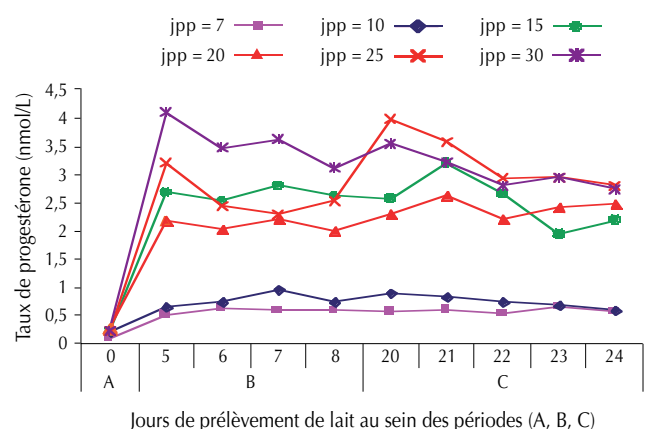


Figure 1 : évolution des moyennes des taux de progestérone sanguine (nmol/L) en fonction des périodes (A, B, C) de prélèvement du lait après injection de GnRH aux 7^e, 10^e, 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours post-partum.

Périodes de prélèvement de lait : A = prélèvement avant injection de GnRH ; B = prélèvement aux 5^e, 6^e, 7^e et 8^e jours après l'injection de GnRH ; C = prélèvement aux 20^e, 21^e, 22^e, 23^e, 24^e jours après l'injection de GnRH. Jpp : jours post-partum.

15^e jour post-partum (lots III à VI). Chez les vaches injectées avant le 15^e jour post-partum (lots I et II), aucune activité ovarienne n'a été observée. La proportion de vaches cyclées a été de 60, 80, 80 et 100 p. 100, respectivement chez les vaches injectées aux 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours post-partum (figure 2).

Tableau I

Résultats des tests de signification de la période postinjection de prélèvement du lait et du stade d'injection de GnRH sur le taux de progestérone sanguine (nmol/L) ainsi que les moyennes générales et les moyennes ($\bar{X} \pm S$) par niveau de facteur d'influence (facteur de classification)

Classification	Signification	N	$\bar{X} \pm S$
Moyenne générale		600	1,88 ± 0,53
Période postinjection de prélèvement du lait (PERIODE)	***		
A		60	0,22 ± 0,12 ^b
B		240	2,05 ± 1,25 ^a
C		300	2,07 ± 1,22 ^a
Stades (jours post-partum) d'injection de GnRH (STADES)	***		
7		100	0,54 ± 0,18 ^e
10		100	0,70 ± 0,30 ^e
15		100	2,33 ± 1,05 ^c
20		100	2,07 ± 0,91 ^d
25		100	2,68 ± 1,21 ^b
30		100	2,97 ± 1,44 ^a
Interaction PERIODES x STADES	***		
Jours de prélèvement à l'intérieur de la période de prélèvement	***		

*** Significatif au seuil de 0,01 %

Dans une même colonne, les lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 %

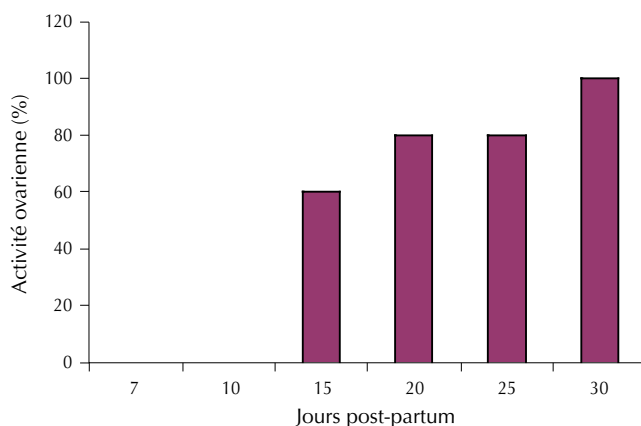


Figure 2 : proportion de vaches chez lesquelles une augmentation de progestérone a été observée après injection de GnRH aux 7^e, 10^e, 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours post-partum.

Le tableau II rend compte de l'influence du stade d'injection de GnRH sur l'intervalle vêlage-fécondation et l'intervalle entre vêlages consécutifs chez les vaches zébus allaitantes. L'intervalle vêlage-fécondation a été de 253,0 ± 43,26 jours en moyenne chez les vaches injectées avec GnRH aux 7^e et à 10^e jours post-partum. Cette valeur a été significativement supérieure à celle enregistrée pour l'intervalle vêlage-fécondation chez les vaches injectées à partir du 15^e jour post-partum et plus tard. Les moyennes enregistrées pour l'intervalle de vêlage-fécondation ont été de 152,2 ± 73,93 jours chez les vaches injectées au 15^e jour post-partum et de 135,4 ± 58,23, 131,8 ± 39,63 et 136,8 ± 53,87 jours, respectivement chez les vaches injectées aux 20^e, 25^e et 30^e jours post-partum. De même les moyennes de 538,0 ± 43,26 à 538,4 ± 23,30 jours enregistrées pour l'intervalle entre vêlages consécutifs chez les vaches injectées aux 7^e et 10^e jours post-partum ont été significativement supérieures aux moyennes de 416,8 ± 39,63 à 437,2 ± 73,93 jours, respectivement chez les vaches injectées au 15^e jour post-partum et plus tard.

DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont indiqué que, durant les 30 premiers jours après le vêlage, il n'y a eu pas de reprise spontanée de l'activité sexuelle chez la vache zébu allaitante. L'administration de 100 µg d'un analogue synthétique de GnRH aux 7^e et 10^e jours après le vêlage n'a provoqué aucune élévation significative des concentrations de progestérone dans les jours qui ont suivi le traitement. Ceci était probablement dû au fait qu'à cette étape du puerpérium des vaches allaitantes productrices de viande, la réserve de LH dans la glande pituitaire était faible (14) et, par conséquent, les pulsations de LH libérées, suite à l'administration de GnRH, ont été insuffisantes pour stimuler la croissance folliculaire et induire l'ovulation. Dix jours après le vêlage, bien que le développement folliculaire ait été amorcé (27), les ovaires ne disposaient pas encore de follicules développés (tertiaires ou de Degraff). Or c'est à cette seule condition que l'injection de GnRH peut conduire à une ovulation (26).

Les résultats de la présente étude concordent avec les observations de Murphy et coll. (15) qui ont identifié chez des vaches croisées Limousines x Frisonnes allaitantes (productrices de viande) des follicules de taille moyenne (5-9 mm) avant le 10^e jour post-partum

Tableau II

Influence du stade d'injection de GnRH sur l'intervalle vêlage-fécondation et l'intervalle entre vêlages consécutifs chez la vache zébu allaitante

Stade d'injection de GnRH (jours post-partum)	N	Intervalle vêlage-fécondation (jours)	Intervalle entre vêlages (jours)
7	10	253,0 ± 43,26 ^a	538,0 ± 43,26 ^a
10	10	253,4 ± 23,30 ^a	538,4 ± 23,30 ^a
15	10	152,2 ± 73,93 ^b	437,2 ± 73,93 ^b
20	10	135,4 ± 58,23 ^b	420,4 ± 58,23 ^b
25	10	131,8 ± 39,63 ^b	416,8 ± 39,63 ^b
30	10	136,8 ± 53,87 ^b	421,8 ± 53,67 ^b

Dans une même colonne, les lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 %

et le premier follicule dominant (≥ 10 mm) $10,2 \pm 0,05$ jours après le vêlage. Dimmick et coll. (7) ont observé également chez des vaches Angus allaitantes que le premier follicule capable d'ovuler (< 14 mm) est apparu 13,5 jours après le vêlage.

Les taux de progestérone enregistrés suite à l'injection de GnRH les 15^e, 20^e, 25^e et 30^e jours après le vêlage (figure 1 : période B de prélèvement de lait) ont reflété l'existence d'une activité ovarienne induite par le traitement. Les concentrations de progestérone après injection de GnRH aux différents jours ont été significativement différentes les unes des autres ($p < 0,001$). Chez tous ces animaux, la production de progestérone a reflété le rétablissement post-partum du cycle œstral (figure 1 : période C de prélèvement du lait). Ceci a aussi été observé et rapporté par Dimmick et coll. (7). En accord avec les présents résultats, Torbio et coll. (25), Landaeta-Hernández et coll. (12), et Martínez et coll. (13) montrent que chez le zébu les premières phases lutéales du cycle sexuel sont observées systématiquement avant le rétablissement plus régulier de l'activité ovarienne post-partum.

Les 80 p. 100 d'ovulation enregistrés dans cette étude chez les animaux ayant reçu 100 μ g de GnRH 20-25 jours après le vêlage (figure 2) ont montré que, d'une part, malgré le stress causé par l'allaitement et les autres facteurs de l'environnement, les ovaires disposaient déjà à cette étape du puerpérium des follicules ovulaires (tertiaire ou de Degraff) et, d'autre part, l'hypophyse était déjà fonctionnelle (contenant suffisamment de FSH et LH). Les résultats sont aussi conformes aux observations faites par Murphy et coll. (15), et Perry et coll. (17, 18) qui ont identifié, pendant la deuxième semaine après le vêlage, des follicules pré-ovulatoires chez des vaches à viande aussi soumises à l'allaitement permanent. Sartorelli et coll. (22) ont précisé que, bien que la folliculogénèse soit régie par le même principe chez *Bos taurus* et *Bos indicus*, les follicules pré-ovulatoires sont plus petits (environ de 2 mm) chez ces derniers.

Les 100 p. 100 d'activité ovarienne observés chez les animaux ayant reçu 100 μ g de GnRH 30 jours après le part ont montré que, chez la vache zébu allaitante en élevage extensif, comme chez son homologue européen, le rétablissement de la sensibilité de l'axe hypophysaire à la GnRH est proche de la valeur maximale de 30 jours après le vêlage. Ces résultats corroborent ceux de Peters et Lamming (19), et Nett (16) selon lesquels, chez d'autres races bovines productrices de viande et allaitantes, le contenu hypophysaire en LH atteint son maximum entre les 20^e et 30^e jours après le vêlage. De plus, les études de développement folliculaire chez certains de ces animaux par Murphy et coll. (15), et Walton et coll. (27) montrent qu'à partir du 20^e jour après le vêlage, les vagues de croissance folliculaires sont bien établies. Dans ces conditions, il est probable qu'une libération adéquate de LH suite à l'application de GnRH provoquerait l'ovulation. Bastos et coll. (4), et Baruselli et coll. (3) montrent que *Bos indicus* est autant sensible à l'injection de GnRH que *Bos taurus* et que de telles injections sont suivies de la production de follicules ovulatoires. Par ailleurs, Barros et coll. (2), Barnabé et coll. (1), Bastos et coll. (4), et D'Occhio et coll. (8) sont parvenus à améliorer les performances de reproduction de *Bos indicus* en administrant, au-delà de 30 jours après le vêlage, des analogues de GnRH. Ceci explique la réduction significative de l'intervalle entre vêlages (de quatre mois) des animaux traités avec GnRH 30 jours après le part par rapport à ceux traités les 7^e et 10^e jours post-partum selon le même protocole. Les résultats obtenus dans cette étude coïncident avec ceux obtenus par Jagger et coll. (9, 10), et Bishop et coll. (5) chez les races bovines européennes à viande en allaitement, car en leur administrant continuellement de la GnRH durant les trente premiers jours après le vêlage, ils ont pu induire l'ovulation et rétablir la cyclicité, ce qui a permis de réduire la durée de l'ancestrus du postpartum. Dans

l'ensemble, les résultats obtenus dans cette étude suggèrent que, dans les conditions de production, le facteur limitant de la reprise de l'activité sexuelle lors du post-partum est le blocage de la libération de GnRH qui pourrait être associé au stimulus négatif des stress en général (21), et à ceux de l'allaitement et de la balance énergétique négative en particulier (28).

■ CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont permis de conclure qu'à partir du 15^e jour après le vêlage chez la vache zébu allaitante, l'administration d'une dose unique de 100 μ g de GnRH était capable d'induire l'activité ovarienne chez 60 p. 100 des vaches traitées. Cette activité a augmenté et, dès le trentième jour après le vêlage, l'axe hypophysaire de tous les animaux traités s'est montré sensible à la GnRH synthétique. A cet effet, une dose unique de 100 μ g GnRH appliquée entre les 15^e et le 30^e jours après le vêlage a entraîné une réduction significative ($p < 0,05$) de l'intervalle entre vêlages. Ces premiers résultats incitent à tester ce type de traitement à plus grande échelle pour tenter de raccourcir les périodes improductives chez de tels animaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARNABE R.C., MADURCIRA E.M., MARTINS E.O., 1990. Comparative progesterone concentrations in blood and fat free milk of Gir cows. In: Proc. Livestock Reproduction in Latin America (final research coord. meet.), Bogota, Columbia. Vienna, Austria, FAO/IAEA, p. 7.
2. BARROS C.M., MOREIRA M.B.P., FIGUEIREDO R.A., TEIXEIRA A., TRINCA L.A., 1999. Synchronization of ovulation in beef cows (*Bos indicus*) using GnRH, PGF $_{2\alpha}$ and estradiol benzoate. *Theriogenology*, **8**: 1121-1133.
3. BARUSELLI P.S., DE SA M.F., CLAUDINEY F.M., NASSER L.F., NOGUEIRA M.F.G., BARROS N.C.M., BO G.A., 2006. Super ovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, **65**: 77-88.
4. BASTOS G.M., BRENNER R.H., WILLKE F.W., NEVES J.P., DE OLIVEIRA J.F.C., BRAGANA J.F.M., MACHADO S.A., PO P.M., GONZALVES P.B.D., 2004. Hormonal induction of ovulation and artificial insemination in suckled beef cows under nutritional stress. *Theriogenology*, **62**: 847-853.
5. BISHOP D.K., WETTTEMMANN R.P., CONNELL C.M.O., 1990. Pulsatile infusion of GnRH initiates luteal activity in nutritional anestrous beef cows. *J. Anim. Sci. (suppl.)*, **1**: 416.
6. BUVANENDRAN V., 1989. Constraints to improve reproductive efficiency of ruminant in developing countries. In: Feeding strategies for improving productivity of ruminant livestock in developing countries. Vienna, Austria, IAEA/FAO, 10 p.
7. DIMMICK M.A., GIMENEZ T., SPITZER J.C., 1991. Ovarian endocrine activity and development of ovarian follicles during the postpartum interval in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* **24**: 173-183.
8. D'OCCHIO M.J., FORDYCE G., WHYTE T.R., ASPDEN W.J., TRIGG T.E., 2000. Reproductive responses of cattle to GnRH agonists. *Anim. Reprod. Sci.*, **60**: 433-442.
9. JAGGER J.P., PETERS A.R., LAMMING G.E., 1987. Hormone responses to low-dose GnRH with or without progesterone pretreatment. *J. Reprod. Fert.*, **69**: 65.
10. JAGGER J.P., TURNER H.A., STORMSHAK F., 1987. Gonadotropin releasing hormone induced secretion of luteinizing hormone during the milk injection reflex in the postpartum cow. *J. Anim. Sci.*, **65**: 543-547.
11. KANUYA N.L., MATIKO M.K., KESSY B.M., MGONGO F.O., ROPSAD E., REKSEN O., 2006. A study on reproductive performance and related factors of zebu cows in pastoral herds in semi-arid area of Tanzania. *Theriogenology*, **65**: 1859-1874.
12. LANDAETA-HERNANDEZ A.J., GIANGRECO M., MELENDEZ P., BARTOLOME J., BENNET F., RAE D.O., HERNANDEZ J., ARCHBALD L.F., 2004. Effect of bio stimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cow. *Theriogenology*, **61**: 1521-1533.

13. MARTINEZ M.F., KASTELIC J.P., MALAKOFF R.S., 2004. The use of estradiol and/or GnRH in two-doses PGF2 α protocol for breeding management of beef heifers. *Theriogenology*, **62**: 363-372.
14. MOSS G.E., PARFET J.R., MARVIN C.A., ALLRICH R.D., DIEKMAN M.A., 1985. Pituitary concentrations of gonadotropins and receptors for GnRH in suckled beef cows at various intervals after calving. *J. Anim. Sci.*, **60**: 285-293.
15. MURPHY M.G., BOLAND M.P., ROCHE J.F., 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckler cows. *J. Reprod. Fert.*, **90**: 523-533.
16. NETT T.M., 1987. Function of the hypothalamic hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fert.* (suppl.), **34**: 201-213.
17. PERRY R.C., CORAH L.R., KIRACOFE G.H., BEAL W.E., 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, **69**: 2548-2555.
18. PERRY R.C., CORAH L.R., COCHRAN R.C., BEAL W.E., SIMMS D.D., 1991. Influence of dietary energy on follicular development serum gonadotropin and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.*, **69**: 3762-3773.
19. PETERS A.R., LAMMIING G.E., 1984. Reproductive activity of the cow in the postpartum period. II. Endocrine patterns and induction of ovulation. *Br. Vet. J.*, **140**: 269-280.
20. REIMERS T.J., SMITH R.D., NEWMAN S.K., 1990. Evaluation of reproductive performance using milk progesterone assay. In: Proc. Livestock Reproduction in Latin America (final research coord. meet.), Bogota, Columbia. Vienna, Austria, FAO/IAEA, p. 133-139.
21. RIVER C., RIVETS S., 1991. Effect of stress on the activity on the hypothalamic pituitary gonadal axis: Periferal and central mechanisms. *Rev. Biol. Reprod.*, **45**: 523-532.
22. SARTORELLI E.S., CARVALHO L.M., BERGFELT D.R., GINTHER O.J., BARROS C.M., 2005. Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology*, **63**: 2382-2394.
23. SAS, 1989. Cary, NC, USA, SAS Institute.
24. SAVIO J.D., THATCHER W.W., BANDING L., DE LASOTA R.L., WOLFNSON D.W., 1993. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrus cycle in cows. *J. Reprod. Fert.*, **97**: 197-203.
25. TORBIO R.E., MOLINA J.R., FORSBERG M., KINDALH H., EDQVIST L.E., 1995. Effects of calf removal at parturition on postpartum ovarian activity in zebu (*Bos indicus*) cows in the humid tropics. *Ant. Vet. Scand.*, **36**: 343-352.
26. TWANGIRAMUNGU H., GUILBAULT L.A., PROULX J., VILLENEUVE P., DUFOR J.J., 1992. Influence of an agonist of gonadotropin releasing hormone (buserelin) on estrus synchronization and fertility in beef cows. *J. Anim. Sci.*, **70**: 1904-1910.
27. WALTON J.S., HOUSE P.R., GOODWIN M.L., WALTON C. H., 1991. Ovarian follicle growth in nursing beef cows. *J. Anim. Sci.* (suppl.), **1**: 440.
28. WILLIAMS G.L., 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, **68**: 831-852.

Accepté le 05.02.2010

Summary

Tobada C.P., Koutinhoun G.B., Senou M., Dougnon J., Yousao A.K.I., Brito R.C. Determination of the Post-Partum Time when the Pituitary-Ovarian Axis of the Suckler Zebu Cow (*Bos indicus*) is Sensitive to Synthetic GnRH

In order to determine the time of puerperium when the pituitary-ovarian axis of the suckler zebu cow (*Bos indicus*) is functional, a single dose of 100 μ g synthetic GnRH was injected intramuscularly in 60 suckler zebu cows divided into six groups. The animals were treated 7, 10, 15, 20, 25 and 30 days after parturition. Ten milliliters of milk were sampled from each animal as follows: before GnRH injection (A: 1st sample range), on days 5, 6, 7, 8 (B: 2nd sample range) and 20, 21, 22, 23, 24 (C: 3rd sample range) after GnRH injection. In each group, samples obtained before GnRH injection were used as control. Overall, 600 milk samples were used to determine progesterone concentrations by radioimmunoassay. Among the animals treated with GnRH 15 days after parturition, 60% responded to the treatment with a mean progesterone concentration of 2.67 ± 1.89 nmol/L. This response increased along with the length of the post-partum period. Thirty days after calving, all animals responded well to the treatment (mean progesterone concentration: 4.09 ± 1.09 nmol/L) and presented a significant reduction ($p < 0.05$) in the interval from calving to conception compared to animals treated on days 7 and 10 after calving. This study shows that, as early as 15 days post-partum, the pituitary-ovarian axis of suckler zebu cows is sensitive to exogenous GnRH and that such treatment may improve reproductive performances.

Keywords: *Bos indicus* – GnRH – Pituitary – Ovary – Perinatal period – Progesterone.

Resumen

Tobada C.P., Koutinhoun G.B., Senou M., Dougnon J., Yousao A.K.I., Brito R.C. Determinación del momento postparto en el que el eje hipófisis-ovarios de la vaca cebú (*Bos indicus*) lactante responde a la GnRH sintética

Con el fin de determinar el momento del puerperio en el que el eje hipófisis ovarios de la vaca cebú (*Bos indicus*) lactante es funcional, se inyectaron 100 μ g de GnRH sintética por vía intramuscular a 60 vacas Cebú lactantes, repartidas en seis lotes. Los animales se encontraban en el día 7, 10, 15, 20, 25 y 30 de lactación (10 animales/lote/estadio). Antes de la inyección se obtuvieron 10 ml de leche de cada animal (A: 1era serie de muestras), al día 5, 6, 7, 8 (B: 2da serie de muestras) y al día 20, 21, 22, 23, 24 (C: 3era serie de muestras) después de la inyección de GnRH. En cada lote, las muestras obtenidas antes de la inyección de GnRH fueron considerados como testigos. En total; 600 muestras de leche sirvieron para determinar las tasas de progesterona por radio inmunoensayo. Entre los animales inyectados 15 días después del parto, 60% fueron sensibles a la GnRH con una secreción media de progesterona de $2,67 \pm 1,89$ nmol/L. Esta respuesta aumentó conforme el puerperio se prolongó. Treinta días después del parto, todos los animales respondieron favorablemente al tratamiento (concentración, media de progesterona de $4,09 \pm 1,90$ nmol/L) y presentaron una reducción significativa ($p < 0,05$) del intervalo parto preñez comparado con los animales tratados al día 7 y 10 post parto. Estas observaciones muestran que a partir del día 15 post parto, el eje hipófisis ovarios de la vaca Cebú lactante es sensible a la aplicación de la GnRH exógena y que este tipo de tratamiento puede mejorar los rendimientos de reproducción de estos animales.

Palabras clave: *Bos indicus* – GnRH – Glándula pituitaria – Ovario – Período perinatal – Progesterona.

Production porcine et ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi au Bénin

A.K.I. Youssao ¹ * G.B. Koutinhoun ¹
T.M. Kpodekon ¹ A.G. Bonou ¹ A. Adjakpa ¹
C.D.G. Dotcho ² F.T.R. Atodjinou ²

Mots-clés

Porcin – Race indigène – Conduite d'élevage – Classification – Bénin.

Résumé

Une enquête sur la production porcine et les ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi au Bénin a été réalisée de juin à août 2006. Les éleveurs étaient des artisans (44 p. 100), des agro-éleveurs (20 p. 100) et des petits commerçants (12 p. 100). La plupart des éleveurs achetaient des animaux (76 p. 100) pour la constitution du troupeau. La taille moyenne des troupeaux était de 19 porcs dont 4,18 truies et 1,2 verrat en moyenne. Trois types d'élevage ont été identifiés. Dans le type 1, les propriétaires d'animaux étaient des artisans. Les animaux étaient élevés en divagation le jour et passaient la nuit dans un enclos pendant la saison sèche et étaient en liberté le jour comme la nuit pendant la saison des pluies. Dans le type 2, les animaux étaient élevés en claustration et les propriétaires étaient des commerçants ou exerçaient des métiers autres que ceux de l'agriculture, de l'élevage ou de l'artisanat. Ces propriétaires accordaient peu de soins vétérinaires aux animaux. Enfin, le type 3 d'élevage regroupait les agriculteurs et les éleveurs. Dans ce type d'élevage, les animaux bénéficiaient des soins vétérinaires et des traitements traditionnels à base de plantes médicinales. Ils étaient élevés en enclos le jour comme la nuit pendant la saison des pluies et bénéficiaient également de compléments alimentaires toute l'année. Quel qu'ait été le type d'élevage, les propositions d'amélioration souhaitées par les éleveurs ont été par ordre d'importance : la formulation des aliments, les soins préventifs et curatifs, l'élevage en claustration et le regroupement en coopérative. Les éleveurs souhaitaient prioritairement une aide (assistances technique et financière) (52 p. 100) et une extension de leur exploitation (28 p. 100).

■ INTRODUCTION

Dans les pays de la sous-région ouest-africaine en général et au Bénin en particulier, la production en viande ne satisfait pas les besoins exprimés par les consommateurs. Ce déficit est comblé par des importations qui ne cessent d'augmenter tous les ans (13). En dix ans, le volume des importations de viande est passé de 16 608 t en 1993 à 86 535 t en 2003 au Bénin, soit une croissance de 50 p. 100 par an sur les dix dernières années (13). Compte tenu du niveau de la consommation actuelle et de la croissance démographique qui est de 3 p. 100 par an, les besoins en viande atteindront 143 000 t en 2020 (14). Pour réduire ce déficit en protéines d'origine animale, le développement au niveau national de l'élevage

¹ Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, département de Production et Santé animales, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin.

² Lycée agricole Médji de Sékou, Allada, Bénin.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 95 28 59 88 / 97 91 20 74 ; fax : +229 21 36 01 99

E-mail : issaka.youssao@epac.uac.bj

des espèces à cycle court et prolifiques (porcs, volailles...) et des espèces non conventionnelles (lapin, aulacode...) pourra y contribuer. Dans les départements de l'Atlantique et du Littoral au sud du Bénin, l'effectif estimé du cheptel est de 11 700 bovins, 33 700 ovins, 66 700 caprins, 10 980 porcins et 461 000 volailles (10). Classée troisième produit de consommation après celles du bœuf et des volailles, la viande de porc a connu un regain de consommation au sud du Bénin durant ces dernières années malgré les interdits religieux (4). Ces interdits proviennent en majorité de l'islam et dans de rares cas de cultes traditionnels, et touchent la majorité de la population du Nord Bénin, à forte dominance musulmane. La viande de porc est aujourd'hui très appréciée des populations du sud du pays et des restaurants spécialisés se multiplient dans les grands centres urbains (4). Abomey-Calavi et Cotonou, à l'instar des autres villes du sud du Bénin, s'approvisionnent le plus souvent en viandes à partir des élevages périurbains. La population totale de ces deux villes représente 972 845 habitants, soit 14,4 p. 100 de la population béninoise (14). Malgré leur importance numérique, les porcs locaux qui représentent 90 p. 100 du cheptel national porcine (5) sont très peu suivis sur le plan sanitaire et zootechnique (alimentation, reproduction et génétique) dans les élevages périurbains, au détriment des porcs exotiques, des volailles, des ruminants et même des lapins et des aulacodes. Cette enquête a eu pour but de caractériser l'élevage en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi et de faire des propositions pour améliorer sa productivité.

■ MATERIEL ET METHODES

Les enquêtes se sont déroulées du 1^{er} juin au 30 août 2006 dans les communes d'Abomey-Calavi et de Cotonou, respectivement dans les départements de l'Atlantique et du Littoral (figure 1).

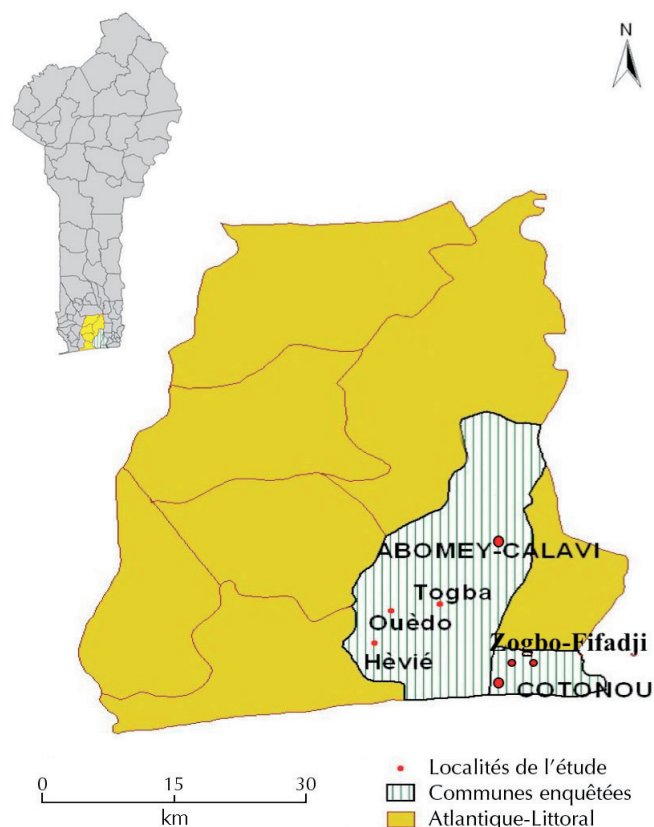


Figure 1 : zone d'étude.

Matériel

La collecte des données a été réalisée sur les porcs locaux et les éleveurs de cette race en utilisant une fiche d'enquête, une balance mécanique et une fiche d'enregistrement des données. Le porc local du Bénin, encore désigné porc Nain de l'Afrique de l'Ouest, se rencontre le long des pays côtiers de la sous-région ouest-africaine et descendrait probablement du porc européen (9, 11). Sur le plan phylogénétique, il est proche des sangliers italiens et turcs, et des porcs ibériques, espagnols et belges (22). Le porc local du Bénin présente des haplotypes E1 et dénote une introgression des souches européennes (comme le Large White) et asiatiques (22).

Sur le plan ethnologique, le porc local du Bénin a un museau long et cylindrique, conique et effilé à l'extrémité. Le profil est légèrement concaviligne et les oreilles sont petites, dressées et parfois rejetées en arrière. Ce sont des animaux haut sur pattes, à corps étroit ; la cuisse est plate avec un jambon peu fourni. Ils sont de petit format avec une hauteur au garrot de 40 cm, une longueur du corps de 60 cm et un poids adulte de 40 à 50 kg. La robe est généralement noire avec des extrémités blanches et parfois une ceinture blanche. Les robes blanches avec des extrémités noires ou grises se rencontrent également.

La fiche d'enquête a permis de recueillir les informations suivantes : l'identification de l'éleveur (localité, sexe, profession, etc.) ; la taille et la structure du troupeau, le statut du propriétaire (propriété exclusive ou partielle, position au sein de la famille, etc.), la conduite des animaux, l'exploitation des animaux et les contraintes liées à l'élevage.

Les données individuelles récoltées sur les truies et les porcelets ont été : le nom de la truie, sa date de naissance, son âge à la première mise bas, sa date de mise bas, son rang de mise bas, sa taille de portée à la naissance, le nombre de mort-nés à la naissance et de la naissance au sevrage par portée, les causes de mortalité, le poids à la naissance des porcelets, l'évolution du poids de la naissance au sevrage, et la généalogie. Les causes de mortalité ont été déterminées sur la base d'un diagnostic clinique effectué par le technicien d'élevage qui avait en charge la collecte des données de la présente étude.

Deux balances mécaniques de capacités maximales de 5 et 10 kg, et de précision respective de 50 et 200 g ont été utilisées pour les pesées des porcelets pendant la collecte des données. Ces données de poids ont été enregistrées dans une fiche d'enregistrement.

Méthodes

Les enquêtes se sont déroulées auprès des éleveurs de porcs de race locale. Une enquête préliminaire a été d'abord réalisée à partir d'un questionnaire structuré servant de base aux discussions avec les éleveurs. Pendant la phase d'enquête proprement dite, les éleveurs ont été choisis suivant les critères d'accès à la porcherie et d'entière disposition vis-à-vis des animaux.

Au total, 100 éleveurs ont été enquêtés dont 68 hommes et 32 femmes. Les portées de 46 truies de races locales ont été suivies pour l'étude des paramètres zootechniques. Les performances de reproduction ont été d'abord enregistrées par truie. Les porcelets ont été ensuite pesés à la naissance (parfois jusqu'à trois jours après la mise bas) et à 14, 28, 42, 56 et 70 jours d'âge. Les pesées ont eu lieu le matin entre 7 et 9 h. La veille des pesées, les animaux ont été mis en enclos.

Analyse statistique

Le dépouillement a été une opération au cours de laquelle les données collectées sur le terrain ont été passées en revue, codées

et enregistrées dans une base de données conçue avec le logiciel Microsoft Excel. Après le dépouillement et l'encodage, les données ont été analysées avec le logiciel SAS (23). La procédure *Proc mean* a été utilisée pour la statistique descriptive. Les fréquences ont été calculées par la procédure *Proc freq* et les comparaisons entre les fréquences relatives ont été réalisées par le test du Chi-carré et/ou par le test bilatéral de Z. Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 p. 100 a été calculé suivant la formule :

$$ICP = 1,96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$$

où P est la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

La procédure *Proc corresp* a été utilisée pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Les variables prises en compte ont été : l'arrondissement de l'éleveur, l'activité principale de l'éleveur, la pratique de la divagation ou non, l'habitat, le suivi sanitaire, et la taille des troupeaux. Une classification ascendante hiérarchique sur la base des coordonnées des éleveurs sur les composantes de l'AFC les plus significatifs a été ensuite réalisée. La procédure des modèles linéaires généralisés sous SAS (23) a été utilisée pour comparer les poids à âge type des trois types d'élevage. Le test t de Student a enfin été utilisé pour comparer les moyennes deux à deux.

■ RESULTATS

Statut de l'éleveur

Le tableau I montre les fréquences relatives sur le statut des éleveurs de porcs en zone périurbaine d'Abomey-Calavi et de Cotonou. Les éleveurs de porcs locaux dans ces communes étaient pour la plupart propriétaires exclusifs des animaux (84 p. 100). La propriété partielle a été observée chez 16 p. 100 des éleveurs. Ces élevages de type familial étaient la propriété du chef de ménage (époux) dans 80 p. 100 des cas. La part détenue par les enfants était de 8 p. 100 et le reste (8 p. 100) était la propriété des alliés. Peu de femmes étaient propriétaires d'animaux sur les 100 éleveurs enquêtés (4 p. 100). Les porcs étaient pour la plupart élevés par les artisans (44 p. 100), venaient ensuite les agroéleveurs (20 p. 100), les petits commerçants (12 p. 100) et les autres (élèves, enseignants, militaires, etc.).

Constitution des troupeaux et objectifs de production

Le tableau I présente également les fréquences en fonction du mode de constitution, des objectifs de production et l'âge des exploitations. Pour la constitution du troupeau, la plupart des éleveurs achetaient des animaux (76 p. 100) et d'autres constituaient exclusivement leur troupeau à partir des animaux qui leurs étaient confiés (16 p. 100). Des cas d'achat et de confiage (4 p. 100) ou de don et de confiage (4 p. 100) ont été aussi rencontrés. Les objectifs de production des éleveurs traditionnels de porcs locaux étaient variés : vente (96 p. 100), épargne (72 p. 100), besoins socioculturels (36 p. 100), autoconsommation (24 p. 100), autre (4 p. 100). Il est important de souligner que la plupart des éleveurs poursuivaient plusieurs objectifs en élevant ces animaux. Enfin, 52 p. 100 des éleveurs enquêtés ont démarré leur élevage il y a moins de dix ans.

Structure du troupeau

Les exploitations de porcs rencontrées au cours des enquêtes étaient de type familial et de petite taille. La taille moyenne des troupeaux était de 19 porcs dont 4,18 truies et 1,2 verrat en moyenne. Les effectifs moyens des truies vides, gravides, allaitantes, ainsi que ceux des porcelets sevrés et non sevrés sont présentés

au tableau II. Les coefficients de variation étaient très élevés, ce qui témoignait de la grande variabilité de la taille des troupeaux. L'effectif des animaux a été en moyenne de 14,87 ± 9,26 porcs par troupeau chez les femmes contre 20,94 ± 14,26 porcs chez les hommes. Les éleveurs qui pratiquaient la divagation avaient un effectif réduit par rapport à ceux qui ne la pratiquaient pas (12,15 ± 8,24 vs 26,42 ± 12,59).

Tableau I

Statut de l'éleveur, mode de constitution du troupeau et objectifs de production

Source de variation	Variable	Fréquence relative (%)	IC
Propriété des animaux	Propriété exclusive	84 ^a	7,19
	Propriété partielle	16 ^b	7,19
Propriétaire dans la famille	Chef de ménage	80 ^a	7,84
	Epouse	4 ^c	2,74
	Fils	8 ^b	5,32
	Autre	8 ^b	5,32
Profession de l'éleveur	Agroéleveur	20 ^b	7,84
	Commerçant	12 ^b	6,37
	Artisan	44 ^a	9,73
	Autre	24 ^b	8,37
Mode de constitution	Achat	76 ^a	8,37
	Confiage	16 ^b	7,18
	Achat et confiage	4 ^c	3,84
	Don et confiage	4 ^c	3,84
Objectif de production	Autoconsommation	24 ^c	8,37
	Vente	96 ^a	3,84
	Epargne	72 ^b	8,80
	Besoin socioculturel	36 ^c	9,41
	Autre	4 ^d	3,84
Année de démarrage	< 10 ans	52 ^a	9,79
	> 10 ans	48 ^a	9,79

IC : intervalle de confiance

Les fréquences relatives d'une même colonne non suivies d'au moins une lettre commune diffèrent significativement au seuil de 5 p. 100

Tableau II

Structure des troupeaux

Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Verrat	1,20	0,96	0	3
Truie	4,48	2,35	1	10
Truie vide	1,52	1,58	0	6
Truie gravide	1,52	1,16	0	5
Truie allaitante	1,2	0,97	0	3
Porcelet sevré	4,44	4,73	0	14
Porcelet non sevré	5,8	6,41	0	20
Effectif moyen des troupeaux	19	13	2	48

Mode d'élevage

Les éleveurs qui élevaient les animaux en enclos (72 p. 100) ont été significativement plus nombreux ($P < 0,01$) que ceux qui élevaient les animaux en liberté (24 p. 100) le jour, pendant la saison des pluies. La nuit, tous les éleveurs mettaient leurs animaux en enclos. Pendant la saison sèche, le mode d'élevage était le même le jour et la nuit. Au cours de cette saison, l'élevage en liberté (64 p. 100) était le plus pratiqué ($P < 0,01$) par rapport à l'élevage en claustration (12 p. 100). Le tableau III donne le détail sur le mode d'élevage des porcs. Lorsque les animaux étaient en claustration, c'était le chef de ménage qui s'occupait du suivi (alimentation, entretien, etc.) dans la plupart des cas (88 p. 100), venaient ensuite les enfants et l'épouse. Les habitats étaient pour la plupart rudimentaires et ne répondaient pas souvent aux normes zootechniques.

Lorsque les animaux étaient en divagation, 70 p. 100 des éleveurs ne donnaient pas de compléments. Toutefois, les animaux étaient systématiquement nourris par l'éleveur lorsqu'ils étaient dans l'enclos. Les aliments utilisés étaient très variés et principalement constitués de tourteau de palmiste, de résidus de cuisine, de son de blé. La reproduction n'était pas suivie et les accouplements se faisaient lors de la divagation. Dans chaque élevage il y avait en moyenne 1,20 verrat pour 4,48 truies. Cependant, 60 p. 100 des éleveurs n'avaient pas de géniteurs mâles dans leurs troupeaux.

Tableau III

Mode d'élevage et suivi des animaux

Source de variation	Variable	Fréquence relative (%)	IC
Saison des pluies : jour et nuit	Libre	24 ^b	8,37
	Enclos	72 ^a	8,80
	Libre - enclos	4 ^c	3,841
Saison des pluies : nuit	Enclos	100	0,00
Saison sèche : jour et nuit	Libre	64 ^a	9,41
	Enclos	12 ^b	6,37
	Libre - enclos	20 ^b	7,84
Suivi de l'élevage en enclos	Chef de ménage	88 ^a	6,369
	Epouse	24 ^b	8,371
	Fils	32 ^b	9,143
	Autre	8 ^c	5,317
	Aucun	12 ^{bc}	6,37
Maladie ou signe clinique	Amaigrissement	36 ^a	9,41
	Diarrhées	20 ^b	7,84
	Gale	8 ^c	5,32
	Suspicion de peste porcine africaine	20 ^b	7,84
	Toux	4 ^d	3,84
Soin	Traditionnel	4 ^a	3,84
	Vétérinaire	24 ^b	8,37
	Aucun	72 ^c	8,80

IC : intervalle de confiance

Les fréquences relatives d'une même colonne non suivies d'au moins une lettre commune diffèrent significativement au seuil de 5 p. 100

Suivi sanitaire et causes de mortalité

La majorité des éleveurs (72 p. 100) n'accordaient aucun soin aux animaux. Parmi les 28 p. 100 des éleveurs qui s'occupaient du suivi sanitaire, 24 p. 100 utilisaient les produits vétérinaires et 4 p. 100 la pharmacopée traditionnelle (tableau III). Parmi les signes cliniques ou les maladies qui étaient à l'origine de la mort des animaux, l'amaigrissement venait en tête (36 p. 100), ensuite les diarrhées (20 p. 100), une suspicion de peste porcine africaine (20 p. 100), enfin, la gale et la toux (tableau III). D'autres cas de mortalité sont apparus sans que l'éleveur n'ait observé de signes cliniques ou de maladie.

Exploitation des animaux

Le tableau IV présente diverses fréquences sur l'exploitation des animaux dans la périphérie d'Abomey-Calavi et de Cotonou. Les jeunes mâles et les vieilles femelles étaient les plus vendus avec des fréquences relatives respectives de 48 et 44 p. 100. Les causes de sorties de ces animaux ont été : la vente (92 p. 100), les usages

Tableau IV

Exploitation des animaux et perspectives d'amélioration de la productivité des animaux

Source de variation	Variable	Fréquence relative (%)	IC
Animal sorti	Verrat	32 ^c	9,14
	Jeune mâle	48 ^b	9,79
	Vieille femelle	44 ^{bc}	9,73
	Autre	64 ^a	9,41
	Autoconsommation	12 ^d	6,37
Cause de sortie	Don	12 ^d	6,37
	Fête	76 ^b	8,37
	Mariage	48 ^c	9,79
	Vente	92 ^a	5,32
	Cérémonie	48 ^c	9,79
	Autre	4 ^e	3,84
Difficulté	Vol	52 ^b	9,79
	Maladie	92 ^a	5,32
	Habitat	64 ^b	9,41
	Alimentation	60 ^b	9,60
	Autre	4 ^c	3,84
Solution envisagée	Oui	8 ^b	5,32
	Non	80 ^a	7,84
	Autre	12 ^b	6,37
Proposition d'amélioration	Elevage en claustration	68 ^b	9,14
	Alimentation rationnelle	88 ^a	6,37
	Soin préventif et curatif	88 ^a	6,37
	Regroupement en coopérative	30 ^c	8,98
	Souhait	Extension	28 ^b
Aide	52 ^a	9,79	
Financement	4 ^c	3,84	

IC : intervalle de confiance

Les fréquences relatives d'une même colonne non suivies d'au moins une lettre commune diffèrent significativement au seuil de 5 p. 100

au cours des fêtes (76 p. 100), les mariages (48 p. 100) et les cérémonies (48 p. 100). Les dons et l'autoconsommation venaient en dernière position avec 12 p. 100 pour chacun d'eux.

Difficultés rencontrées et solutions envisagées

Le tableau IV présente également les difficultés rencontrées par les éleveurs de porcs locaux ainsi que les solutions envisagées. Les difficultés concernant l'élevage des porcs locaux ont été les pathologies (92 p. 100), suivies de l'alimentation et de l'habitat (64 p. 100) et enfin le vol (52 p. 100). Pour pallier ces difficultés, 80 p. 100 des éleveurs avaient peu de solutions. D'autres proposaient l'amélioration de l'habitat, et des appuis techniques et financiers pour l'entretien des animaux en claustration.

Les propositions d'amélioration souhaitées par les éleveurs ont été par ordre d'importance : l'alimentation, les soins préventifs et curatifs, l'élevage en claustration et le regroupement en coopérative (tableau IV). Les éleveurs souhaitaient prioritairement une assistance technique (52 p. 100) et une extension de leur exploitation (28 p. 100). Le financement de l'élevage venait en dernière position (4 p. 100).

Perspectives et motivations des éleveurs de porcs

En cas de maladies graves, comme la peste porcine africaine, 64 p. 100 des éleveurs refuseraient l'abattage de leurs animaux sans indemnisation et 20 p. 100 l'accepteraient. Toutefois, 16 p. 100 étaient indécis. La majorité des éleveurs de porcs (80 p. 100) envisageaient d'abandonner cet élevage contre 8 p. 100 qui souhaitaient poursuivre malgré les difficultés (P < 0,01) ; 12 p. 100 étaient indécis.

Productivité numérique

Sur 46 portées correspondant à 264 porcelets, la taille moyenne de la portée a été de 5,74 ± 2,06 et celle des animaux nés vivants de 4,65 ± 1,91. Le taux de mort-nés a été de 18,94 ± 4,73 p. 100 et celui de la mortalité ente naissance et sevrage de 21,75 ± 5,5 p. 100. Le nombre de porcelets morts dans la première semaine de mise bas a été en moyenne de 1,09 ± 0,91.

Typologie des élevages

Le tableau V présente les valeurs propres et les proportions d'informations concentrées sur les axes. Avec les trois premiers axes, la quasi-totalité des informations de départ ont été contrôlées, garantissant une très bonne précision d'interprétation. Ces axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances ($\chi^2 = 72,93$). En ce qui concerne la contribution

absolue des différentes modalités sur chacun des axes, Fifadji a été bien représenté sur le premier (98,3 p. 100) et dans une moindre mesure sur le troisième (21,5 p. 100). Hèvié, Ouèdo, Zogbo et Togba ont été bien représentés sur l'axe 2 avec des contributions respectives de 91,4, 70,5, 78,8 et 61,1 p. 100. Les contributions d'Ouèdo, de Zogbo et de Togba sur l'axe 1 ont été faibles avec des proportions respectives de 29,1, 21,2 et 31,1 p. 100.

Le premier axe factoriel a opposé les animaux élevés en divagation qui passaient la nuit dans un enclos pendant la saison sèche et en liberté le jour pendant la saison des pluies, aux animaux non divagant élevés dans un enclos le jour comme la nuit pendant la saison pluvieuse. Les propriétaires d'animaux dont l'activité principale était le commerce ont également été représentés sur cet axe. Le second axe a différencié les élevages selon l'activité principale des propriétaires d'animaux (éleveurs, agriculteurs et les métiers autres que les commerçants et les artisans), d'une part, et soigner ou ne pas soigner les animaux avec des produits traditionnels ou vétérinaires, d'autre part. Enfin, les artisans ont été très bien représentés sur le troisième axe factoriel. Une classification ascendante hiérarchique réalisée sur les coordonnées de ces axes a permis de regrouper les élevages en trois catégories. La figure 2 présente la typologie des élevages sur le plan factoriel représenté par les deux premiers axes.

Quel qu'ait été le type d'élevage, pendant la saison sèche, les animaux étaient en divagation. Dans le type 1, les propriétaires d'animaux étaient des artisans. Les animaux étaient élevés en divagation et passaient la nuit dans un enclos pendant la saison sèche et étaient en liberté le jour comme la nuit pendant la saison des pluies. Ce type d'élevage a été rencontré à Fifadji, à la périphérie de Cotonou. La taille des élevages était de 23,8 ± 11,1 porcs.

Dans le type 2, les animaux étaient élevés en claustration et les propriétaires étaient des commerçants ou ils exerçaient des métiers autres que ceux de l'agriculture, de l'élevage ou de l'artisanat. Ces propriétaires accordaient peu de soins vétérinaires aux animaux. Ce type d'élevage était plus fréquent à Zogbo, à la périphérie de Cotonou. La taille des élevages était de 23,3 ± 8,2 porcs à Zogbo.

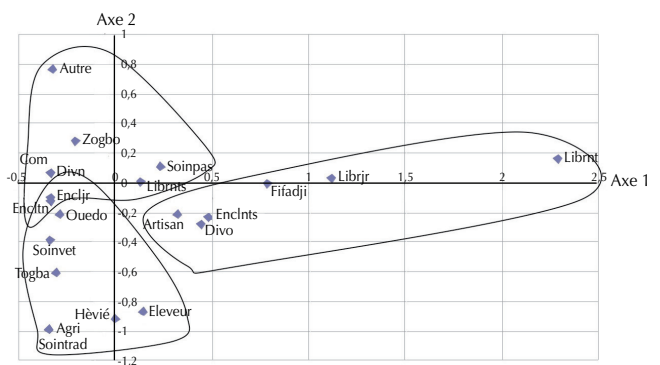


Figure 2 : typologie des élevages porcins sur le plan factoriel représentée par les deux premiers axes. Com : commerçant ; Agri : agriculteur ; Autre : propriétaires d'animaux autres que les agriculteurs, les éleveurs et les artisans ; Divn : animaux non divagants ; Divo : animaux en divagation ; Librnt : animaux en liberté la nuit pendant la saison des pluies ; Librjr : animaux en liberté le jour pendant la saison des pluies ; Librnt : animaux en liberté la nuit pendant la saison sèche ; Encljr : animaux en enclos le jour pendant la saison des pluies ; Enclnt : animaux en enclos la nuit pendant la saison des pluies ; Enclns : animaux en enclos la nuit pendant la saison sèche ; Soinvet : application des soins vétérinaires ; Sointrad : application des soins traditionnel.

Tableau V

Valeurs propres et proportions d'informations concentrées sur les axes

Valeur singulière	Inertie principale	χ^2	%	% cumulé
0,2813	0,0791	50,49	69,23	69,23
0,1543	0,0238	15,20	20,84	90,06
0,1066	0,0114	7,24	9,94	100
Total	0,1143	72,93	100,01	-

Enfin, dans le type 3, les propriétaires étaient des agriculteurs et des éleveurs. Les animaux bénéficiaient des soins vétérinaires et des traitements traditionnels à base de plantes médicinales. Ils étaient élevés en enclos le jour comme la nuit pendant la saison pluvieuse et bénéficiaient également de compléments toute l'année. Ce type 3 a été rencontré à Togba, Ouèdo et Hèvié, localisés à la périphérie d'Abomey-Calavi. La taille des élevages était de $17,07 \pm 5,2$ porcs.

Performances pondérales

Pendant les quarante-deux premiers jours après la naissance, les porcelets des trois types d'élevage ont eu des poids identiques ($P > 0,05$). A 56 jours, les animaux des élevages de type 3 ont eu des poids plus élevés ($P < 0,05$) que ceux des élevages divagants de type 1. A 70 jours, les porcelets des élevages de type 3 ont été plus lourds que ceux des élevages de type 2 ($P < 0,05$) et ceux des élevages de type 1 ont eu les poids les plus faibles ($P < 0,01$). Le tableau VI présente, par type d'élevage, l'évolution du poids des porcelets de la naissance au sevrage.

■ DISCUSSION

Caractéristiques des élevages de porcs locaux

A l'issue de cette étude, il est ressorti qu'il n'y avait aucun éleveur professionnel de porcs locaux car la plupart des éleveurs n'étaient ni agriculteurs, ni éleveurs. Au Tchad, les éleveurs de porcs appartiennent à toutes les couches socioprofessionnelles : agriculteurs, agroéleveurs, pêcheurs, salariés, artisans, retraités civils et militaires, élèves et étudiants, etc. (17). L'élevage de porcs constitue une alternative de diversification des revenus pour les familles, justifiant la diversité des objectifs de production, la destination des animaux et la taille des troupeaux. Au sud du Bénin, le nombre d'animaux par élevage varie suivant les régions de quatre à 18 porcs par élevage, selon Nonfon et coll. (19). Ces effectifs sont inférieurs à ceux obtenus dans la présente étude. La taille des troupeaux dans la zone d'étude était supérieure à celle des élevages traditionnels du bassin arachidier sénégalais où 86 p. 100 des éleveurs détiennent moins de quatre porcs (8). Au Tchad, en zone rurale, les effectifs varient souvent entre trois et 18 porcs, mais des exploitations de plus de 30 animaux ont été observées (17). Dans les zones urbaines et périurbaines du Tchad, les effectifs sont plus élevés et se situent entre 13 et 25 animaux (17).

Selon Devendra et Fuller (9), les aliments sont distribués une à trois fois par jour en enclos, soit sous forme de matières premières

simples (dans la plupart des cas) soit sous forme d'aliments composés. Peu d'éleveurs perçoivent la nécessité d'un aliment composé. Dans le cas de l'usage d'aliments simples, les éleveurs alternent périodiquement un aliment avec un autre et complètent avec du fourrage vert. Dans le cas d'utilisation d'aliments composés, les différentes combinaisons ne répondent à aucune norme précise et se font au hasard selon les disponibilités alimentaires (2). Selon Ayssiwede (6), l'alimentation *ad libitum* devrait être mise en place du stade porcelet (dès la deuxième semaine) jusqu'à la phase de croissance (18 à 24 kg), suivie d'un rationnement à partir de la phase d'engraissement-finition (25 à 40 kg) pour les races locales élevées en claustration et nourries avec un aliment composé équilibré (6). Un aliment composé équilibré améliorerait la productivité pondérale du porc local (26) ainsi que la qualité organoleptique et nutritionnelle de sa viande (27).

Au Bénin, la majorité des porcs sont élevés traditionnellement et la conduite des troupeaux repose sur l'élevage en divagation (12). Mais les conflits avec les propriétaires de cultures saccagées par les animaux, la difficulté de maîtrise de l'animal, les vols et prédateurs, l'impact des maladies sur la santé publique, la propagation facile et rapide des maladies lors de la divagation, les recommandations et répressions administratives sanitaires sont les principaux facteurs qui obligent aujourd'hui la majorité des éleveurs à pratiquer une claustration permanente ou saisonnière. C'est la raison pour laquelle, dans les zones périurbaines d'Abomey-Calavi essentiellement agricoles, la plupart des élevages sont de type 3. Dans les villages de la zone soudanienne, la conduite des porcs est réglée par le calendrier des activités agricoles (17). Les porcs de race locale du Bénin disposent alors d'un habitat, même ceux élevés en divagation auxquels l'habitat sert de lieu de couchage et d'apport de compléments alimentaires éventuels. En dehors de quelques élevages disposant de bâtiments en matériaux durables (murs en briques), la plupart des porcheries sont en matériaux locaux (bois, feuilles de palme, tôles de récupération). Les habitats sont avec ou sans toit, les sols sont souvent nus et rapidement transformés en bourbier pendant la saison des pluies (1). Les animaux y sont regroupés sans distinction de sexe et d'âge quel que soit le type d'élevage. Ces conditions d'élevage baissent ainsi la productivité numérique et pondérale des animaux dans la zone d'étude (1).

Selon Dovonou (12), la saillie est naturelle pour les élevages en divagation. Dans les élevages pratiquant la claustration, la saillie est soit naturelle (regroupement des animaux sans distinction de sexe), soit contrôlée par l'éleveur. Dans ce dernier cas, l'éleveur se base sur le format des femelles et/ou les manifestations de cha-

Tableau VI

Poids individuel des porcelets et taille des troupeaux par type d'élevage

Variable	Type 1		Type 2		Type 3		Test de signification
	Moyenne	ES	Moyenne	ES	Moyenne	ES	
Poids à la naissance [†] (g)	841,2	45,5	797,7	35,6	755,9	54,6	NS
Poids à 14 jours (g)	1 212,6	35,3	1 197,9	44,3	1 150,9	36,8	NS
Poids à 28 jours (g)	1 768,4	64,9	1 771,5	77,7	1 659,8	70,5	NS
Poids à 42 jours (g)	2 118,5	44,4	2 221,1	52,5	2 244,4	41,1	NS
Poids à 56 jours (g)	2 253,3 ^a	35,5	2 446,7 ^{ab}	40,4	2 621,1 ^b	43,3	*
Poids à 70 jours (g)	2 988,8 ^a	64,2	3 429,6 ^b	55,7	3 714,8 ^c	49,9	**

ES : erreur standard

[†] Poids pris dans les 72 h qui ont suivi la mise bas

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; NS : $P > 0,05$

leurs pour mettre les cochettes à la saillie. Les verrats utilisés sont alors empruntés à d'autres élevages, achetés pour la circonstance et revendus ou castrés après la saillie. Dans les conditions de saillies naturelles, celles-ci sont souvent précoces. Le sevrage est souvent naturel et tardif (deux à trois mois). Les résultats issus de la présente étude sur le mode de reproduction et le ratio verrats - truies confirment ainsi ceux de Dovonou (12).

Comme déjà mentionné, l'amaigrissement et les diarrhées, les deux principaux signes cliniques et maladies à l'origine de la mort des animaux, étaient dans la plupart des cas dus aux parasitoses gastro-intestinales. Selon une enquête réalisée auprès de 165 élevages dans les principaux départements d'élevage de porcs au Bénin (Atlantique, Mono, Ouémé, Zou), les maladies les plus évoquées par les éleveurs sont les parasitoses internes et externes (59 p. 100) avec en premier lieu la gale sarcoptique (85 p. 100), suivie de la strongylose et de l'ascaridose (65 p. 100), notamment dans les élevages traditionnels et semi-intensifs (5). Un déparasitage des animaux à intervalles réguliers pourrait permettre de réduire le taux de mortalité (5). Selon Lokossou (15), la promotion de la porciculture au Bénin ne deviendra une réalité que par la formation de l'association des éleveurs de porcs, l'évolution de la vision des fermes d'élevage de l'Etat vers les centres de démonstration et de diffusion des innovations technologiques, et l'amélioration génétique des animaux. Ces propositions ont été mises en œuvre dix ans plus tard, après l'apparition, en 1997, pour la première fois de la peste porcine africaine au Bénin (21).

Productivité numérique

Sur 46 portées, le nombre moyen de porcelets nés vivants a été de 4,74. A la ferme d'élevage de Kpinnou, la taille moyenne des porcelets nés vivants est de 6,31 (7). Cette portée est plus élevée que celle obtenue au cours de la présente enquête et serait sans doute liée au mode d'élevage : à la Ferme de Kpinnou, les conditions d'élevages (habitat, suivi sanitaire, alimentation, etc.) sont nettement meilleures que celles des élevages traditionnels. Au cours

de la collecte des données, la taille de la portée n'a pas pu être enregistrée dans la mesure où les truies mettaient bas à l'insu des éleveurs et dans des endroits discrets. La plupart des éleveurs ne s'en rendaient compte que 24 à 72 h après. Etant donné le nombre moyen d'animaux nés vivants, il est possible de déduire que la taille de la portée obtenue dans la présente étude était relativement faible comparée à celle observée par d'Orgeval Dubouchet (11) au sud du Bénin (tableau VII). La taille de la portée varie de 6,7 à 7,8 chez les porcs locaux (24) et de 8,9 à 9,6 chez les porcs exotiques élevés en milieu tropical (11). En Guinée Bissau, la taille moyenne de la portée est de cinq porcelets chez la race locale Crioulo (16).

Le nombre de porcelets morts dans la première semaine de mise bas a été de 1,09. Au cours des enquêtes, 21,74 p. 100 des cas de mortalité ont été observés de la naissance au sevrage. Ce taux n'était que de 9,05 p. 100 à la ferme de Kpinnou (7), grâce aux conditions d'élevage. Un taux de mortalité de 29,12 p. 100 a été obtenu par Nonfon et coll. (20) lors de l'étude des paramètres de productivité du porc local obtenus au Centre de recherche et de développement du porc local de 1989 à 1994 à la faculté des Sciences agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi. Des taux inférieurs à celui obtenu au cours des enquêtes ont été observés par Dovonou (12) chez les porcs locaux. Bien avant l'apparition de la peste porcine africaine en 1997 au Bénin (21), aucune période spécifique n'a été associée à des surmortalités. Dans certains pays comme la Guinée Bissau, les mortalités dues aux pathologies sont également enregistrées toute l'année (16). Toutefois, les plus forts taux de mortalité sont enregistrés de juin à août et correspondent à la saison chaude (16). Le tableau VII récapitule les taux de mortalité de la naissance au sevrage des porcelets et les tailles de portées en fonction de la race et du milieu.

Performances pondérales

Le poids à la naissance obtenu dans la présente étude a été similaire à ceux obtenus par d'Orgeval Dubouchet (11), et Nonfon et coll. (20) qui ont respectivement observé 0,92 et 0,96 kg 48 heures

Tableau VII

Performances de reproduction des porcs de race locale et de races exotiques

Race	Lieu	Nb. de portées	Taille de la portée à la naissance	Poids à la naissance (kg)	Mortalité au sevrage (%)	Source
Locale	Bénin *	46	5,74	0,81	21,75	Présente étude
Locale	Bénin (Epac)	122	7,25	0,530	12,6	Youssao et coll., 2009
Locale	Bénin (FSA)	–	7,31	0,92	19,1	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Locale	Bénin (Epac)	64	7,67	0,54	38,89	Alassane, 2007
Locale	Bénin (FEK)	82	6,31	0,51	–	Bonou, 2006
Locale	Nigeria	–	6,7	0,91	15,8	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Locale	Cameroun	–	7,8	1,15	22	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Large White	Nigeria	289	8,9	–	21,4	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Landrace belge	Nigeria	167	9,2	–	22,2	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Landrace belge	Cameroun	532	9,6	–	16,6	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Large White	Cameroun	85	9,3	–	27,9	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Large White	Sénégal	510	9,3	–	15,9	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Croisé	Nigeria	432	7,8	–	22,8	d'Orgeval Dubouchet, 1997
Large White x Landrace	Bénin (FEK)	112	6,86	1,04	9,66	Bonou, 2006

* Elevage traditionnel

Epac : Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi ; FSA : Faculté des Sciences agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi ; FEK : ferme d'élevage de Kpinnou

après la mise bas. Le poids moyen des porcelets était de 0,51 kg à la ferme de Kpinnou (7) et de 0,54 à la ferme pilote du département de Production animale de l'École polytechnique d'Abomey-Calavi (Epac) (3, 25). Ces poids sont beaucoup plus faibles mais plus précis car la prise de poids a été réalisée deux à trois heures après la mise bas.

Le poids au sevrage des porcelets a été plus important dans les élevages de type 3. Cela était certainement lié au mode d'élevage dans lequel les animaux étaient élevés : en claustration avec un apport de compléments alimentaires et un suivi sanitaire. Toutefois, ces conditions étaient moins satisfaisantes qu'à la ferme de Kpinnou ou qu'à celle de l'Epac où les animaux étaient nourris par un aliment complet et bénéficiaient d'un suivi sanitaire planifié. A la ferme de Kpinnou, le poids au sevrage était de 4,45 kg, correspondant à un âge moyen de 58 jours (7). De même, à la ferme de l'Epac, le poids au sevrage était de 4,55 kg pour un âge au sevrage de 61,96 jours (24).

■ CONCLUSION

Les enquêtes sur la production porcine et les ressources génétiques locales en zone périurbaine de Cotonou et d'Abomey-Calavi ont révélé l'inexistence d'éleveurs professionnels de porcs locaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABOH A.B., OUEDRAOGO S., RIVERA A.M., PHAM THI H.H., MEKHTOUB K., 2001. Importance, contraintes et voies de développement des élevages urbains et périurbains dans la région Sud-Bénin. Copenhagen, Denmark, University of Copenhagen. www.poultry.life.ku.dk (consulted 2 June 2009)
2. AGBOKOUNOU A.M., 2001. Etude des besoins énergétiques et protéiques du porc local béninois en phase de démarrage – croissance. Mém. DEA Zootechnie, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 92 p.
3. ALASSANE Y., 2007. Amélioration génétique des performances de croissance du porc local du Bénin par croisement avec le Large White. Mém. Ingénieur Travaux, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 52 p.
4. ATODJINOU F.T.R., DOTCHO C.D.G., 2006. Caractéristiques de l'élevage des porcs locaux dans les élevages périurbains de Cotonou et d'Abomey-Calavi. Mém. Diplôme d'études agricoles tropicales, Lycée Meidji de Sékou, Bénin, 80 p.
5. AYSSIWEDE S.B., 2004. La filière porcine au Bénin : production, commercialisation, propositions d'amélioration et perspectives de développement. Dakar, Sénégal, Ecole Inter-Etats des Sciences et de médecine vétérinaire, 120 p.
6. AYSSIWEDE B.S., 2005. L'insémination artificielle porcine : une perspective pour l'amélioration de la productivité des porcs au Bénin. Mém. DES Gestion des ressources animales et végétales en milieu tropicaux, faculté de Médecine vétérinaire, Liège / FusaGx, Gembloux, Belgique, 85 p.
7. BONOU D., 2006. Etude comparative de quelques performances zootechniques des porcs de race locale et métisse issue du croisement entre Large White et Landrace. Mém. Ingénieur Travaux, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 72 p.
8. BULDGEN A., IRAUX M., DIENG A., SCHMIT G., COMPERE R., 1992. Les élevages de porcs traditionnels du bassin arachidier sénégalais. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frag/feedback/war/t4650b/t4650b0s.htm> (consulté le 10 juil. 2006)

L'élevage des porcs locaux était une activité secondaire des propriétaires d'animaux. Pendant la saison des pluies, la plupart des éleveurs élevaient les animaux en enclos dans la journée. En revanche, la nuit, tous les éleveurs mettaient leurs animaux en enclos. Pendant la saison sèche, le mode d'élevage restait le même le jour et la nuit. Au cours de cette saison, l'élevage en liberté était le plus pratiqué par rapport à l'élevage en claustration. Lorsque les animaux étaient en divagation, la plupart des éleveurs ne donnaient pas de compléments. Toutefois, les animaux étaient systématiquement nourris par l'éleveur lorsqu'ils étaient dans les enclos. La reproduction n'était pas suivie et plus de la moitié des éleveurs n'avaient pas de géniteur mâle dans leur troupeau. Pour le suivi sanitaire, la majorité des éleveurs n'accordaient aucun soin aux animaux. La taille de la portée était faible et un sur quatre porcelets mourait entre la naissance et le sevrage. Le poids et la taille de la portée étaient également faibles. Ces élevages ont été classés en trois types : type 1, les artisans pratiquaient l'élevage en divagation totale ; type 2, les commerçants, les instituteurs et les retraités élevaient les animaux en claustration ; type 3, les agriculteurs et les éleveurs appliquaient les soins vétérinaires, la médecine traditionnelle et l'élevage en claustration. Le mode d'élevage a influencé les performances de croissance des animaux qui ont été médiocres lorsque les animaux étaient élevés en divagation et se sont améliorées dans les types 2 et 3 en claustration.

9. DEVENDRA C., FULLER M., 1979. Pigs production in the tropics. Oxford, UK, Oxford University Press, 154 p.
10. DIRECTION DE L'ELEVAGE, 2008. Rapport annuel d'activité. Cotonou, Bénin, direction de l'Élevage, 112 p.
11. D'ORGEVAL DUBOUCHET R., 1997. Le développement de l'élevage porcin en Afrique : l'analyse des systèmes d'élevage du porc local africain au Sud Bénin. Thèse Doct. INA, Paris - Grignon, France, 273 p.
12. DOVONOU N., 2002. Performances zootechniques des races porcines au sud Bénin et perspectives d'amélioration par croisement avec le Piétrain stress négatif. Mém. DES Gestion des ressources animales et végétales en milieu tropicaux. Liège, Belgique, Université de Liège, 74 p.
13. FAO, 2008. FAOSTAT : Agriculture. <http://apps.fao.org/page/collecti ons?subset=agriculture&language=FR> (consulté le 15 juin 2008)
14. INSAE, 2008. Rapport annuel d'activités. Cotonou, Bénin, Institut national de statistique et de l'analyse économique, 360 p.
15. LOKOSSOU H.R., 1986. L'industrialisation de l'élevage, base de la production porcine en République populaire du Bénin, étude du modèle Agrocop au Sénégal. Paris, France, Agence de coopération culturelle et technique, 111 p.
16. MARTINHO DE ALMEIDA A., ALFARO CARDOSO L., 2008. Animal production and genetic resources in Guinea Bissau, II, Tombali province. *Trop. Anim. Health Prod.*, **40**: 537-543.
17. MOPATE L.Y., 2002. Productivité des élevages porcins dans les départements du Logone occidentale, du Mayo-Dallah et de la Kabia en zone soudanienne du Tchad. Rapport de mission. N'Djamena, Tchad, Lrvz, 15 p.
18. MOPATE LOGTENE Y., KOUSSOU M.O., 2002. L'élevage porcin, un élevage ignoré mais pourtant bien implanté dans les agro-systèmes ruraux et périurbains du Tchad. In : Actes Coll., Garoua, Cameroun, 27-31 mai 2002, 9 p.
19. NONFON W.R., DEKA E., ADEBGIDJI A., CODJO B., 1994. L'élevage du porc local dans le Sud Bénin. Rapport d'enquêtes diagnostiques sur systèmes d'élevage et filière de commercialisation. Cotonou, Bénin, Rdpl/FSA, 64 p.

20. NONFON W.R., DEKA E., ADEGBIDJI A., CODJO B., CHRYSOSTOME C., 2000. Amélioration de la productivité du porc local au sud Bénin. Rapport technique final. Cotonou, Bénin, Université nationale du Bénin/FSA, 174 p.
21. OIE, 2001. African swine fever in Benin. *Revue sci. tech. Off. int. Epizoot.*, **14**: 123-129.
22. RAMIREZ O., TOMAS A., CLOP A., GALMANOMITOGUN O., MAKUZA S.M., CADILLO J.M., KELLY L., ARMAND SANCHEZ A., AMILLS M., 2006. Microsatellite and chromosome Y sequence analysis of wild boar and autochthonous pig breeds from Asia, Europe, South America and Africa. In: Proc 30th Int. Conf. Animal Genetics, Porto Seguro, Brazil, 2006. Belo Horizonte, Brazil, CBRA, p. 32.
23. SAS, 1991. SAS/STAT, User's guide, 4th Edn, Vers. 8. Cary, NC, USA, SAS Institute.
24. YOUSAO A.K.I., KOUTINHOIN G.B., KPODEKON T.M., BONOU A.G., ADJAKPA A., AHOUNOU G.S., MOUROT J., 2009. Performances zootechniques et aptitudes bouchères des porcs locaux au sud du Bénin. *Bull. Anim. Health. Prod. Afr.*, **57**: 73-87.
25. YOUSAO A.K.I., KPODEKON T.M., KOUTINHOIN G.B., ADJAKPA A., YACOUBOU A., AHOUNOU S., 2008. Influence de la castration des mâles sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et les qualités de la viande du porc local du Bénin. *Bull. Rech. Agr. Bénin*, **61** : 17-24.
26. YOUSAO A.K.I., MOUROT J., GBANGBOCHE A.B., ADEHAN R., AKOUTEY A., EDENAPKO A., 2004. Influence du régime alimentaire sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse du porc local au Bénin. *Revue Afr. Santé Prod. Anim.*, **2** : 31-36.
27. YOUSAO A.K.I., MOUROT J., GBANGBOCHE A.B., ADEHAN R., HORNICK J.-L., AKOUTEY A., EDENAPKO A., CLINQUART A., 2004. Influence du régime alimentaire sur les qualités technologiques et nutritionnelles de la viande du porc local du Bénin. *Revue Afr. Santé Prod. Anim.*, **2** : 112-118.

Accepté le 10.11.2009

Summary

Youssao A.K.I., Koutinhouin G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R. Pig Production and Indigenous Genetic Resources in Suburban Areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin

A survey on pig production and indigenous genetic resources in suburban areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin was carried from June to August 2006. The breeders were craftsmen (44%), crop/livestock farmers (20%) and small scale merchants (12%). Most breeders purchased animals to build their herds (76%). The average size of the herd consisted of 19 pigs, of which 4.18 were sows and 1.2 breeding boar on average. Three types of breeding systems were identified. In Type 1, the animal breeders were craftsmen. The animals were left to roam and kept in the pens at night during the dry season, and they were left to roam day and night during the rainy season. In Type 2, the animals were kept in the pens; the owners were merchants or had an occupation other than those linked to farming, breeding, or craft trades. These breeders provided little veterinary care to their animals. Lastly, Type 3 consisted of farmers and breeders. In this breeding system type, the animals received veterinary care and traditional treatments with medicinal plants. They were kept in the pens day and night during the rainy season, and received a feed supplement all year round. For all the types of breeding systems, the suggestions for improvement made by the pig breeders were in order of importance: feeding, preventive and curative care, pen confinement, and cooperative creation. They especially expressed their wish for technical and financial support, (52%) and to expand their activity (28%).

Keywords: Swine – Land race – Livestock management – Classification – Benin.

Sumario

Youssao A.K.I., Koutinhouin G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R. Producción porcina y recursos genéticas locales en la zona peri urbana de Cotonou y de Abomey-Calavi en Benin

Se realizó una encuesta sobre la producción porcina y los recursos genéticos locales en la zona peri urbana de Cotonou y de Abomey-Calavi en Benin, entre junio y agosto 2006. Los criadores eran artesanos (44%), productores agrícolas (20%) y pequeños comerciantes (12%). La mayoría de los criadores compraron animales (76%) para formar un hato. El tamaño medio de los hatos fue de 19 cerdos, de los cuales 4,18 hembras y 1,2 verracos en promedio. Se identificaron tres tipos de criaderos. En el tipo 1, los propietarios de los animales eran artesanos. Los animales eran criados en deambulación y pasaban la noche en un encierro durante la estación seca y en libertad durante el día como durante la noche durante la estación de lluvias. En el tipo 2, los animales eran criados en confinamiento y los propietarios de los animales eran comerciantes o ejercían oficios otros que los de la agricultura, la cría o la artesanía. Estos propietarios ofrecían pocos cuidados veterinarios a los animales. Finalmente, el tipo 3 de cría incluía a los agricultores y a los criadores. En este tipo de cría, los animales beneficiaban de cuidados veterinarios y los tratamientos tradicionales a base de plantas medicinales. Eran criados en corrales tanto durante el día como la noche durante la estación de lluvias y beneficiaban igualmente de complementos alimenticios todo el año. Cualquiera que haya sido el tipo de cría, las proposiciones de mejoría deseadas por los criadores fueron, por orden de importancia: la formulación de los alimentos, los cuidados preventivos y curativos, la cría en confinamiento y la reunión en cooperativa. Los criadores desearon prioritariamente una ayuda (asistencias técnica y financiera) (52%) y una extensión de las explotaciones (28%).

Palabras clave: Cerdo – Raza indígena – Manejo del ganado – Clasificación – Benin.

