

Article original

## Effets pathogènes de *Trypanosoma congolense* sur le testicule des taurins Baoulé : histologie quantitative et morphométrique

H Boly <sup>1\*</sup>, MT Hochereau-de Reviers <sup>2</sup>, P Humblot <sup>1</sup>, M Thibier <sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNCEIA, 13, rue Jouët, BP 65, 94703 Maisons-Alfort;

<sup>2</sup> INRA-URA-CNRS 1291, station de Physiologie de la Reproduction, 37380 Nouzilly, France

(Reçu le 17 mai 1993; accepté le 19 août 1993)

**Résumé** — Un ensemble de 53 taurins Baoulé, réputés trypanorésistants, a été utilisé pour apprécier les effets de l'infection naturelle à *Trypanosoma congolense* sur le testicule, par histologie quantitative et morphométrique. La quantité journalière de spermatozoïdes produits par le testicule des animaux témoins non infestés ( $n = 45$ ) est de  $382 \pm 334 \times 10^6$  ( $m \pm \text{écart type}$ ) et l'épididyme contient dans la tête  $0,6 \pm 1 \times 10^9$ , dans le corps  $0,3 \pm 0,3 \times 10^9$  et dans la queue  $1,2 \pm 1,8 \times 10^9$  spermatozoïdes. Les valeurs moyennes des animaux infestés ( $n = 8$ ) tendent à baisser d'environ 30% avec, cependant, de très grandes variations individuelles. L'analyse morphométrique du testicule indique, lors de l'infection trypanosomienne, une réduction significative ( $P < 0,05$ ) de 32% du volume total des cellules de Leydig par testicule soit  $4,4 \pm 0,9 \text{ cm}^3$  pour les témoins ( $n = 5$ ) et  $3,0 \pm 0,8 \text{ cm}^3$  pour les infestés ( $n = 8$ ). Les productions quotidiennes de spermatides rondes, exprimées par testicule (QJSRP) ou par cellule de Sertoli, sont significativement ( $P < 0,05$ ) réduites; elles sont respectivement pour les témoins et les infestés  $6,1 \pm 2,0$  et  $3,1 \pm 1,9 \times 10^8$  pour la QJSRP et  $5,2 \pm 0,7$  et  $2,8 \pm 2$  spermatides rondes par cellule de Sertoli. Ces observations montrent que l'infection trypanosomienne altère à la fois le tissu interstitiel et les divisions méiotiques de cellules germinales, conduisant à une production réduite des spermatides rondes par gramme de testicule et par jour.

***Trypanosoma congolense* / taurin Baoulé / testicule / production quotidienne de spermatozoïdes / analyse morphométrique**

**Summary** — Effects of *Trypanosoma congolense* infection on "Baoulé" bull testis: quantitative histology and morphometry. The effect of *Trypanosoma congolense* on testis was studied in 53 trypanoresistant "Baoulé" bulls by quantitative histology and morphometry. The daily spermatozoa production per testis of control groups ( $n = 45$ ) was  $382 \pm 334 \times 10^6$  ( $m \pm sd$ ) and the epididymis contained  $0.6 \pm 1 \times 10^9$  spermatozoa in the caput,  $0.3 \pm 0.3 \times 10^9$  in the corpus and  $1.2 \pm 1.8 \times 10^9$  in the cauda. The infected bulls ( $n = 8$ ) showed no significant difference ( $P > 0.05$ ) when compared to the control despite their average low value. The morphometric analysis during infection revealed a

\* Adresse actuelle : Institut du Développement rural, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

significant ( $P < 0.05$ ) decrease (32%) of total Leydig cell volume per testis,  $4.4 \pm 0.9 \text{ cm}^3$  for the control ( $n = 5$ ) and  $3.0 \pm 0.8 \text{ cm}^3$  for infected bulls ( $n = 8$ ). The number of round spermatids per Sertoli cell and the daily round spermatid production (DRSP) per testis were also significantly reduced in infected bulls when compared to controls ( $P < 0.05$ ),  $5.2 \pm 0.7$  and  $2.8 \pm 2$  for round spermatid per Sertoli cell and  $6.1 \pm 2.0$  and  $3.1 \pm 1.9 \times 10^8$  for DRSP. These observations indicate that *Trypanosoma congolense* infection alters the interstitial tissue and meiotic divisions of germinal cells leading to low daily round spermatid production per gram of testis in "Baoulé" bulls.

### **Trypanosoma congolense / baoulé bulls / testis / daily spermatozoa production / morphometric analysis**

## **INTRODUCTION**

L'infection trypanosomienne perturbe la fonction de reproduction de la plupart des animaux domestiques en zone tropicale (Losos et Ikede, 1972 ; Anosa et Isoun, 1980). Cela se traduit chez les mâles infectés par une baisse de la libido et une altération des paramètres spermatiques : réduction du volume, de la concentration, de la motilité et du pourcentage des spermatozoïdes vivants, et une augmentation des spermatozoïdes anormaux dans les éjaculats (Anosa et Isoun, 1980 ; Djabakou *et al*, 1984 ; Akapvie *et al*, 1987 ; Sekoni *et al*, 1988 et 1990 ; Adeyemo *et al*, 1990 ; Chicoteau, 1989 ; Boly *et al*, 1991). Le mécanisme de cette dégradation de la fonction sexuelle n'est cependant pas encore clairement établi.

L'examen des profils hormonaux indique, lors de l'infection trypanosomienne, une réduction significative des taux circulants de testostérone et suggère une atteinte fonctionnelle des testicules (Adeyemo *et al*, 1990 ; Chicoteau, 1989 ; Boly *et al*, 1991). Plusieurs investigations histopathologiques du parenchyme testiculaire effectuées sur des animaux sensibles à l'infection trypanosomienne révèlent des lésions très sévères. Celles-ci sont du type dégénérescence fibreuse, défoliation, et calcification des tubes séminifères, lésions inflammatoires d'infiltration lymphocytaire

et fibrose du tissu intertubulaire (Ikede et Losos, 1972 ; Ikede, 1979 ; Anosa et Isoun, 1980 ; Omeke et Onuora, 1992). Le degré d'atteinte anatomopathologique est lié à l'intensité des manifestations cliniques et ne permet pas de distinguer les effets généraux de l'infection (hyperthermie et anémie) de ceux de l'action spécifique des trypanosomes sur la fonction de reproduction.

Les taurins de race Baoulé sont réputés trypanorésistants et expriment une forme atténuée des manifestations cliniques de la trypanosomose (Desowitz, 1959 ; Wakelin, 1978 ; Adams et Brandon, 1981 ; Murray *et al*, 1982 ; Roelants *et al*, 1983 ; Akol *et al*, 1986 ; Hoste, 1987). L'infection trypanosomienne entraîne, chez ces animaux, une parasitémie et une altération transitoire des paramètres spermatiques (Chicoteau, 1989 ; Boly *et al*, 1991). Cela représente par conséquent un modèle de choix pour élucider les effets pathogènes spécifiques des trypanosomes sur la fonction de reproduction mâle.

Le présent travail se propose d'étudier, chez les taureaux Baoulé trypanorésistants, les effets de l'infection naturelle à *Trypanosoma congolense* sur (i) la quantité de spermatozoïdes produits dans le testicule et stockés dans les différentes portions de l'épididyme, (ii) les paramètres morphométriques et histologiques des tubes séminifères et du tissu intertubulaire.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Animaux

L'ensemble des 53 taureaux Baoulé adultes (de 4 à 8 ans) étudiés a été choisi selon les caractéristiques phénotypiques de la race Baoulé, choix suivi d'un examen électrophorétique du polymorphisme biochimique des protéines sanguines (hémoglobine) et sériques (albumine) selon le protocole dérivé de Grosclaude *et al* (1990). Ils proviennent des zones soudanaises infestées de glossines : provinces du Houet, du Kénédougou et du Poni au Burkina Faso (latitude 11°8 N, longitude 4°13 O). L'étude s'est déroulée durant le mois d'août, période humide (hygrométrie relative de 80%) et chaude (25°C-35°C), favorable à l'activité des glossines et à la transmission des trypanosomes.

Les animaux ont été classés en 2 groupes selon leur état sanitaire (45 témoins, non infestés, et 8 infestés avec *Trypanosoma congolense*) à partir de recherche parasitologique par la technique de concentration selon la méthode de Woo (Woo et Kauffmann, 1971). Chez les infestés, le degré d'infection est évalué à partir du nombre de parasites par champ microscopique : degré +1 : faible infection (1 parasite par champ microscopique ; 4 taureaux), degré +2 : infection modérée (2 à 10 parasites par champ microscopique ; 3 taureaux), degré +3 : forte infection (plus de 10 parasites par champ microscopique ; 1 taureau). L'hématocrite et la formule sanguine ont ensuite été appréciés respectivement par microtube et sur frottis sanguins utilisés en outre pour vérifier l'absence d'autres types parasitaires. Les paramètres cliniques des animaux témoins et infestés sont représentés dans le tableau I.

Quantité de spermatozoïdes dans le testicule et l'épididyme

### Quantité de spermatozoïdes dans le testicule et l'épididyme

Les testicules, obtenus après abattage des animaux, sont pesés et utilisés l'un pour le dénombrement des spermatozoïdes et l'autre pour l'histologie testiculaire.

### Quantité journalière de spermatozoïdes produits (QJSP) par le testicule

La QJSP est déterminée selon le protocole développé par Amann et Almquist (1962). Les testicules sont disséqués et séparés de l'épididyme. Le parenchyme testiculaire est ensuite découpé en cubes de 1 à 2 cm de côté puis homogénéisé dans 400 ml de sérum physiologique à l'aide d'un mixeur tournant à 9 500 t/min pendant 5 min. L'homogénat est complété à 2 l et mis à macérer pendant 24 h à 4°C avec une brève agitation toutes les 8 h. À la dernière agi-

**Tableau I.** Paramètres cliniques des animaux témoins et infestés par *T. congolense* (moyenne  $\pm$  écart type).

	Témoins n = 45	Infestés n = 8	Signification statistique
Poids vif (kg)	178 $\pm$ 35	181 $\pm$ 44	ns <sup>1</sup>
Poids carcasse (kg)	88 $\pm$ 18	93 $\pm$ 16	ns
Hématocrite (%)	33,5 $\pm$ 4,0	28,0 $\pm$ 9,4	s <sup>2</sup>
Lymphocytes (%)	63,5 $\pm$ 16,1	65,5 $\pm$ 11,9	ns
Monocytes (%)	4,6 $\pm$ 5,3	3,0 $\pm$ 4,1	ns
Polynucléaires Segm (%) <sup>3</sup>	24,5 $\pm$ 13,6	22,0 $\pm$ 13,4	ns
Polynucléaire N Segm (%) <sup>4</sup>	1,2 $\pm$ 2,0	0,6 $\pm$ 1,6	ns
Éosinophile (%)	6,1 $\pm$ 6,4	3,8 $\pm$ 2,4	ns
Basophile	0	0	ns

<sup>1</sup> ns : non significatif à  $P < 0,05$  ; <sup>2</sup> s : significatif à  $P < 0,05$  ; <sup>3</sup> % élevé : infection ancienne ; <sup>4</sup> % élevé : infection récente.

tation, 3 parties aliquotes sont prélevées pour un dénombrement des spermatozoïdes allongées avec la cellule de Neubauer. Le nombre  $N$  obtenu est ramené au volume initial de l'homogénat (sans dilution), il est égal à la production testiculaire des spermatozoïdes des stades 4 à 8 du cycle de l'épithélium séminifère. La quantité journalière de sperme produit par un testicule s'obtient en faisant le rapport de  $N/5,32$  qui correspond à la durée totale des stades 4 à 8 pendant laquelle les spermatozoïdes allongés résistent à l'homogénéisation du testicule (Amann *et al*, 1974). La QJSP par gramme de tissu testiculaire s'obtient en divisant ce nombre par le poids testiculaire.

#### *Quantité de spermatozoïdes dans l'épididyme*

Les épидидymes sont disséqués, pesés et découpés selon les 3 portions caractéristiques : tête, corps et queue. Ces différentes portions sont pesées et découpées en cubes de  $1 \text{ cm}^3$  puis homogénéisées dans 100 ml de sérum physiologique à l'aide d'un mixeur tournant à 9 500 t/min pendant 5 min. L'homogénat est complété à 200 ml et mis à macérer pendant 24 h à  $4^\circ\text{C}$  avec une brève agitation toutes les 8 heures. À la dernière agitation, 3 parties aliquotes sont prélevées pour dénombrer les spermatozoïdes avec la cellule de Neubauer. Le nombre  $N$  obtenu est ramené au volume initial de l'homogénat sans dilution pour exprimer le nombre de spermatozoïdes dans la portion épидидymaire correspondante.

#### **Histologie et analyse morphométrique**

Elle a concerné 5 animaux témoins et 8 infestés. Les testicules sont découpés en cubes de  $1-2 \text{ cm}^3$ , fixés dans une solution de Bouin Hollande et traités selon le protocole développé par Hochereau-de Reviers *et al* (1993) pour l'analyse histologique quantitative du tissu interstitiel et des tubes séminifères sur coupe de  $10 \mu\text{m}$  d'épaisseur. Les volumes relatifs respectifs du tissu interstitiel et des tubes séminifères sont déterminés sur 20 champs microscopiques par animal avec l'oculaire intégrateur à 25 points (Hennig et Meyer-Arendt, 1963). Les surfaces des cellules et des noyaux de Leydig, et celles des noyaux de Sertoli (stade 1 du cycle de l'épithélium des tubes séminifères, selon Ortavant (1959) sont mesurées à l'aide du planimètre

graphique (Apple Software) à un grossissement  $\times 550$ . Les noyaux des cellules de Sertoli et des spermatozoïdes rondes sont comptés sur 10 sections orthogonales de tubes au stade 1 de l'épithélium séminifère au grossissement  $\times 800$ . Seuls les noyaux des cellules de Sertoli présentant un nucléole bien visible ont été comptés. Ceci revient à dénombrer les seuls nucléoles des cellules de Sertoli et permet de considérer que, leur taille étant très faible par rapport à l'épaisseur de coupe, il n'est pas nécessaire de corriger pour l'épaisseur des coupes (Hochereau-de Reviers *et al*, 1992).

#### **Analyse des résultats**

Les résultats obtenus ont été analysés avec le système d'analyse statistique SAS (1987). Les effets de l'infection et ceux combinés des différents facteurs cliniques (âge, poids vif et carcasse, hématocrite et formule leucocytaire) sur les différents paramètres testiculaires ainsi que leur interaction ont été appréciés par analyse de variance non orthogonale à effet fixé (proc GLM). L'étude des relations entre les différentes variables a été effectuée au moyen des tests de corrélation de Pearson. Les différences sont considérées significatives au seuil de probabilité de  $P < 0,05$ .

### **RÉSULTATS**

#### *Quantité de spermatozoïdes dans le testicule et l'épididyme*

Le poids moyen des testicules est de 102 g et celui des épидидymes de 11 g (tableau II). Il n'existe pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre testicules droits et gauches. Le poids testiculaire des animaux témoins est significativement corrélé avec le poids vif ( $r = 0,32$ ,  $P = 0,03$ ), le poids de carcasse ( $r = 0,43$ ,  $P = 0,003$ ), le poids de la tête, du corps et de la queue de l'épididyme (respectivement :  $r = 0,50$ ,  $P = 0,0004$  ;  $r = 0,59$ ,  $P = 0,0001$  ;  $r = 0,41$ ,  $P < 0,004$ ). L'infection trypanosomienne

**Tableau II.** Poids moyen du testicule <sup>1</sup> et des différentes portions de l'épididyme (g) des animaux témoins et infestés par *T congolense* (moyenne  $\pm$  sem).

Poids	Témoins n = 45	Infestés n = 8	Signification statistique
Testicule	102 $\pm$ 28	104 $\pm$ 25	ns <sup>2</sup>
Épididyme : tête	5,3 $\pm$ 1,5	5,6 $\pm$ 1,6	ns
Épididyme : corps	1,7 $\pm$ 0,7	1,4 $\pm$ 1,0	ns
Épididyme : queue	4,2 $\pm$ 1,4	4,4 $\pm$ 1,7	ns

<sup>1</sup> 1/2 x (testicule droit + testicule gauche) ; <sup>2</sup> ns : non significatif à  $P < 0,05$ .

n'entraîne pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) du poids du testicule et des différentes portions de l'épididyme.

La QJSP par testicule et le nombre de spermatozoïdes dans l'épididyme des animaux témoins sont respectivement  $382 \times 10^6$  spermatozoïdes et  $2 \times 10^9$  spermatozoïdes (tableau III). Les animaux infestés ne présentent pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) par rapport aux témoins bien qu'il y ait une tendance à la réduction des valeurs moyennes de la QJSP (27%) et du nombre de spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme (33%). Il existe une

variabilité individuelle dans la réponse des animaux témoins et infestés, indépendante de l'intensité de l'infection (degrés +2 et +3). La production testiculaire (QJSP) des animaux témoins est significativement corrélée avec le poids vif ( $r = 0,30$ ,  $P = 0,04$ ) et le nombre de spermatozoïdes dans les différentes portions de l'épididyme, la tête ( $r = 0,60$ ,  $P = 0,0001$ ), le corps ( $r = 0,46$ ,  $P = 0,004$ ) et la queue ( $r = 0,55$ ,  $P = 0,0001$ ). Le nombre de spermatozoïdes de la tête de l'épididyme est significativement corrélé à celui du corps ( $r = 0,81$ ,  $P = 0,0001$ ) et de la queue ( $r = 0,83$ ,  $P =$

**Tableau III.** Nombre de spermatozoïdes dans le testicule et les différentes portions de l'épididyme des animaux témoins et infestés par *T congolense* (moyenne  $\pm$  écart type).

	Témoins n = 45	Infestés n = 8	Signification statistique
Testicule			
QJSP <sup>1</sup> ( $\times 10^6$ spz)	382 $\pm$ 334	278 $\pm$ 111	ns <sup>2</sup>
QJSP/g ( $\times 10^6$ spz)	5,5 $\pm$ 5,2	4,1 $\pm$ 4,0	ns
Épididyme			
Tête ( $\times 10^9$ spz)	0,6 $\pm$ 1,0	0,5 $\pm$ 0,6	ns
Corps ( $\times 10^9$ spz)	0,3 $\pm$ 0,3	0,3 $\pm$ 0,5	ns
Queue ( $\times 10^9$ spz)	1,2 $\pm$ 1,8	0,8 $\pm$ 1,0	ns

<sup>1</sup> QJSP : quantité journalière de spermatozoïdes produits dans le testicule ; <sup>2</sup> ns : non significatif à  $P < 0,05$ .

0,0001), eux-mêmes étant corrélés entre eux ( $r = 0,76$ ,  $P = 0,0001$ ). La QJSP par gramme de testicule est négativement corrélée avec le volume total de tissu intertubulaire ( $r = -0,84$ ,  $P = 0,05$ ) et des vaisseaux sanguins ( $r = -0,82$ ,  $P = 0,05$ ).

### Histologie et analyse morphométrique

Chez les animaux témoins ( $n = 5$ ), les tubes séminifères occupent un volume moyen de  $53 \pm 13 \text{ cm}^3$  avec un diamètre de  $227 \pm 15,1 \text{ }\mu\text{m}$ , une longueur de  $1\,253 \pm 444 \text{ m}$  (tableau IV). Le nombre total de cellules de Sertoli est de  $16,8 \pm 7,7 \times 10^8$  par testicule. La production quotidienne de spermatides rondes est de  $6,1 \pm 2,0 \times 10^8$  par testicule. La longueur des tubes est corrélée avec le poids vif ( $r = 0,90$ ,  $P < 0,04$ ). La surface des noyaux des cellules de Sertoli est corrélée avec la surface cellulaire ( $r = 0,92$ ,  $P < 0,02$ ) et nucléaire ( $r = 0,94$ ;  $P < 0,01$ ) des cellules de Leydig. L'infection trypanosomienne n'entraîne pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) du volume total, du diamètre et de la longueur des tubes séminifères ainsi que du nombre et de la surface des noyaux de

cellules de Sertoli. Par contre, le nombre de spermatides rondes par cellule de Sertoli et la quantité journalière de spermatides rondes produites (QJSRP) par testicule sont significativement ( $P < 0,05$ ) réduits de 46% et 49% chez les animaux infestés.

Le volume moyen du tissu intertubulaire du testicule des animaux témoins ( $n = 5$ ) est de  $19,6 \pm 4 \text{ cm}^3$  dont  $4,4 \pm 0,9 \text{ cm}^3$  occupés par les cellules de Leydig,  $6,9 \pm 2,7 \text{ cm}^3$  par les vaisseaux sanguins et  $0,4 \pm 0,3 \text{ cm}^3$  par les lymphocytes (tableau V). Le volume total du tissu interstitiel est corrélé avec le poids testiculaire ( $r = 0,88$ ,  $P = 0,04$ ). La surface des cellules de Leydig est négativement corrélée avec le nombre total des cellules de Leydig ( $r = -0,82$ ,  $P = 0,05$ ). L'infection trypanosomienne n'entraîne pas de différence significative ( $P > 0,05$ ) du volume total du tissu interstitiel, de la surface moyenne individuelle et du nombre des cellules de Leydig ainsi que du volume total des vaisseaux sanguins et des lymphocytes du testicule selon les 2 groupes d'animaux. Par contre, le volume total des cellules de Leydig est significativement ( $P < 0,05$ ) réduit de 32% chez les animaux infestés.

**Tableau IV.** Paramètres histologiques et morphométriques des tubes séminifères des animaux témoins et infestés par *T congolense* (moyenne  $\pm$  écart type).

Tubes séminifères	Témoins n = 5	Infestés n = 8	Signification statistique
Volume (cm <sup>3</sup> )	53 $\pm$ 13	41 $\pm$ 8,0	ns <sup>1</sup>
Diamètre ( $\mu\text{m}$ )	227 $\pm$ 15,1	206 $\pm$ 29	ns
Longueur (m)	1253 $\pm$ 444	1277 $\pm$ 431	ns
Surface noyau Sertoli ( $\mu\text{m}^2$ )	61 $\pm$ 11	50 $\pm$ 6	ns
Nombre Sertoli ( $\times 10^8$ )	16,8 $\pm$ 7,7	24,9 $\pm$ 19,6	ns
Spermatides rondes/Sertoli	5,2 $\pm$ 0,7	2,8 $\pm$ 2,0	s <sup>2</sup>
QJSRP <sup>3</sup> ( $\times 10^8$ )	6,1 $\pm$ 2,0	3,1 $\pm$ 1,9	s

<sup>1</sup> ns : non significatif à  $P < 0,05$ ; <sup>2</sup> s : significatif à  $P < 0,05$ ; <sup>3</sup> quantité journalière de spermatides rondes produites.

**Tableau V.** Paramètres histologiques et morphométriques du tissu intertubulaire des animaux témoins et infestés par *T. congolense* (moyenne  $\pm$  écart type).

	Témoins n = 5	Infestés n = 8	Signification statistique
Volume (cm <sup>3</sup> )	19,6 $\pm$ 4	16,7 $\pm$ 5,6	ns <sup>1</sup>
Surface cellules Leydig ( $\mu$ m <sup>2</sup> )	68 $\pm$ 15	55 $\pm$ 12	ns
Surface noyau Leydig ( $\mu$ m <sup>2</sup> )	27 $\pm$ 3	25 $\pm$ 4	ns
Nombre noyau Leydig ( $\times 10^9$ )	13,6 $\pm$ 6,0	12,3 $\pm$ 7,0	ns
Volume total cellules Leydig (cm <sup>3</sup> )	4,4 $\pm$ 0,9	3,0 $\pm$ 0,8	s <sup>2</sup>
Volume vaisseaux sanguins (cm <sup>3</sup> )	6,9 $\pm$ 2,7	6,1 $\pm$ 1,8	ns
Volume total lymphocytes (cm <sup>3</sup> )	0,4 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 2	ns

<sup>1</sup> ns : non significatif à  $P < 0,05$  ; <sup>2</sup> s : significatif à  $P < 0,05$ .

## DISCUSSION

Les poids des testicules et des différentes portions de l'épididyme des taureaux Baoulé sont inférieurs à ceux des mâles des races européennes qui sont 3 à 4 fois plus importants (Amann et Almquist, 1962 ; Swierstra, 1966 ; Thibier *et al*, 1972 ; Berndtson *et al*, 1987). Ces observations sont cohérentes avec le poids vif et le format réduit de ces animaux qui ne pèsent en moyenne que 180 kg, soit 4 à 5 fois moins que les taureaux de race européenne. La QJSP estimée par homogénat testiculaire est également faible, de même que les réserves épидидymaires (Hafs *et al*, 1959 ; Amann *et al*, 1974 ; Thibier, 1977). Cela n'est pas uniquement dû au faible poids des testicules puisque la production quotidienne de spermatozoïdes par gramme de tissu testiculaire est réduite de moitié comparativement aux résultats obtenus dans d'autres races bovines (Hafs *et al*, 1959 ; Amann *et al*, 1974 ; Thibier, 1977 ; Belloir *et al*, 1984 ; Lafortune *et al*, 1984). Les conditions climatiques (température et hygrométrie élevées) ainsi que les conditions d'élevage des animaux (système d'élevage extensif) sont cependant

différentes. Ces facteurs sont souvent incriminés dans la mauvaise performance de reproduction des animaux sous les tropiques (Wildeus et Entwistle, 1982 ; Belloir *et al*, 1984 ; Lafortune *et al*, 1984 ; Chico-teau, 1989) mais leurs effets sur la QJSP méritent d'être mieux précisés. La production de spermatozoïdes testiculaires n'apparaît cependant pas significativement affectée par l'infection à *Trypanosoma congolense* dans les conditions de la présente étude. Le nombre réduit de taureaux infestés peut cependant masquer cet effet car la tendance à la réduction de la QJSP est de l'ordre de 25%. Les effets de l'infection trypanosomienne sur le testicule révélés par ce travail se manifestent par i) une réduction du volume des cellules de Leydig du tissu interstitiel ; ii) un moindre nombre de spermatides rondes par cellule de Sertoli entraînant une diminution de la quantité journalière des spermatides rondes produites dans les tubes séminifères.

Un des sites lésionnels des trypanosomes dans le testicule est la cellule de Leydig. La réduction du volume de ces cellules est compatible avec une baisse d'activité expliquant les concentrations réduites de testostérone plasmatique chez les ani-

maux infestés par ce parasite (Waindi *et al*, 1986 ; Chicoteau, 1989 ; Adeyemo *et al*, 1990 ; Boly *et al*, 1991, 1994). L'altération de la production de la testostérone n'est pas liée à une baisse de stimulation du testicule par l'hypophyse (Boly *et al*, 1993). Le volume relatif et le volume total des vaisseaux sanguins et lymphatiques testiculaires des taureaux infestés ne différant pas de ceux des animaux contrôles, on peut supposer que les variations de testostéronémie observées ne proviennent pas de modifications de vascularisation des testicules. Si le modèle du rat (Soudan *et al*, 1992) est applicable au taureau, la baisse de testostéronémie serait alors liée à une diminution du *turn-over* des récepteurs à LH sur les cellules de Leydig. En outre le nombre des cellules de Leydig n'étant pas modifié, ceci permet une restauration de la fonction leydigienne 3 à 4 mois après l'infection (Boly *et al*, 1991).

Un autre site lésionnel de l'infection trypanosomienne dans le testicule se situe sur les cellules germinales. Il se traduit par une réduction des rendements des divisions méiotiques et du début de la spermiogenèse. Cette étape de la spermatogenèse est dans de nombreuses espèces de Mammifères sous l'influence des androgènes. Cela a été démontré par l'utilisation d'anti-androgènes (Viguiet-Martinez *et al*, 1983). On peut donc accorder un effet prépondérant de l'infestation sur les cellules de Leydig. La QJSP par testicule ne semble cependant pas significativement affectée chez les animaux que nous avons étudiés. Cela traduit vraisemblablement une sensibilité discriminatoire, entre animaux témoins et infestés, des paramètres relatifs à la production de spermatozoïdes ronds et à la production journalière de spermatozoïdes allongés par testicule. La comparaison de ces paramètres montre en effet un rendement QJSP/QJSPR supérieur chez les animaux infestés (88%) comparativement aux animaux témoins (62%). Le délai variable entre infestation

et analyse de son effet peut constituer un biais dans l'appréciation de ce critère.

Les effets de l'infestation sur les testicules ne semblent pas directement liés à l'hyperthermie intermittente due à la trypanosomose comme l'ont suggéré de nombreux auteurs (Ikede et Losos, 1972 ; Welde *et al*, 1974 ; Kaaya et Oduor-Okelo, 1980 ; Griffin et Allonby, 1979 ; Anosa et Isoun, 1980 ; Anosa, 1983 ; Grundler *et al*, 1988 ; Adeyemo *et al*, 1990). En effet, il ne se produit pas d'arrêt de la méiose et de la spermatogenèse mais une simple réduction de l'efficacité de ces processus. Ils sont probablement la conséquence de la diminution de la sécrétion de testostérone par les cellules de Leydig. En outre, on n'observe pas d'infiltration massive de lymphocytes ni de processus inflammatoire dans le tissu intertubulaire. L'altération de la fonction sexuelle n'est pas non plus directement liée à la baisse de l'hématocrite ou à l'état inflammatoire du testicule. Cela milite donc en faveur d'une action spécifique des trypanosomes sur la fonction testiculaire.

En conclusion, ce travail précise les sites de lésion spécifiques de *Trypanosoma congolense* sur le testicule. Ces lésions entraînent une réduction du volume des cellules de Leydig du tissu interstitiel et une diminution du nombre des spermatozoïdes ronds par cellule de Sertoli à l'origine d'une moindre production de la quantité journalière de spermatozoïdes ronds dans les tubes séminifères.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à la Fondation internationale pour la science à travers le projet FIS : B/1439-2. Ils expriment également leur gratitude à Mme C Perreau (INRA-Nouzilly) pour sa contribution technique aux coupes histologiques et aux docteurs I Tamboura (ELAT), B Ido (AFB), A Bado et A Ouédraogo (CRTA) pour leur aide lors des prélèvements à Bobo Dioulasso (Burkina Faso).



## RÉFÉRENCES

- Adams TE, Brandon MR (1981) Genetic aspects of disease resistance in cattle. In: *The ruminant system* (JE Butler, ed). Plenum Press, New York, 451-473
- Adeyemo O, Oyejide A, Agbedana O (1990) Plasma testosterone in *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma brucei*-infected west African Dwarf rams. *Anim Reprod Sci* 22, 21-26
- Akapvie SO, Ikede BO, Egbunike GN (1987) Ejaculate characteristics of sheep infected with *Trypanosoma brucei* and *T vivax*: changes caused by treatment with diminazene aceturate. *Res Vet Sci* 42, 1-6
- Akol GWO, Authie E, Pinder M, Moloo SK, Roelants GE, Murray M (1986) Susceptibility and immune response of zebu and taurine cattle of west Africa to infection with *Trypanosoma congolense* transmitted by *Glossina morsitans centralis*. *Vet Immunol Immunopathol* 11, 361-373
- Amann RP, Almquist JO (1962) Reproductive capacity of dairy bulls. VIII. Direct and indirect measurement of testicular sperm production. *J Dairy Sci* 45, 774-781
- Amann RP, Kavanaugh JF, Griel LC, Voglmayr JK (1974) Sperm production of Holstein bulls determined from testicular spermatid reserves, after cannulation of rete testis or vas deferens and by daily ejaculation. *J Dairy Sci* 57, 93-99
- Anosa VO (1983) Diseases produced by *Trypanosoma Vivax* in ruminants, horses and rodents. *Zbl Vet Med B* 30, 717-741
- Anosa VO, Isoun TT (1980) Further observation on the testicular pathology in *Trypanosoma vivax* infection of sheep and goats. *Res Vet Sci* 28, 151-160
- Belloir P, Lafortune E, Gauthier D (1984) La production spermatique du taureau créole. *Ann Zootech* 33, 551-556
- Berndtson WE, Igboeli G, Parker WG (1987) The numbers of Sertoli Cells in mature Holstein Bulls and their relationship to quantitative aspect of spermatogenesis. *Biol Reprod* 37, 60-67
- Boly H, Thombiano D, Humblot P, Thibier M (1991) Influence de *Trypanosoma congolense* sur la fonction sexuelle de taurins Baoulé. *Rev Elev Méd Vét Pays Trop* 44, 475-480
- Boly H, Humblot P, Tillet Y, Thibier M (1994) Effects of *Trypanosoma congolense* infection on the pituitary gland of "Baoulé" bulls: Immunohistochemistry of LH and FSH cells and response of plasma LH and testosterone to a combined Dexamethasone-synthetic GnRH treatment. *J Reprod Fert* (sous presse)
- Chicoteau P (1989) Adaptation physiologique de la fonction sexuelle des bovins Baoulé au milieu tropical sud-soudanien. Thèse Doct ès sciences Paris XII, 174 p
- Desowitz RS (1959) Studies on immunity and host-parasite relationships. I. The immunological response of resistant and susceptible breeds of cattle on trypanosome challenge. *Ann Trop Med Parasitol* 53, 294-313
- Djabakou K, Grundler G, Fimmen HO (1984) Influence de l'infection trypanosomienne sur la fertilité des taureaux. Résultats préliminaires. *Trypanotolérance Prod Anim* 3, 45-49
- Griffin L, Allonby EW (1979) Disease syndrome in sheep and goats naturally infected with *Trypanosoma congolense*. *J Comp Pathol* 89, 457-484
- Grosclaude F, Aupetit R, Lefebvre J, Mériaux JC (1990) Essai d'analyse des relations génétiques entre les races bovines françaises à l'aide du polymorphisme biochimique. *Genet Sel Evol* 22, 317-338
- Grundler G, Djabakou K, Hanichen T, Adomefa K (1988) Lésions testiculaires des bovins infestés avec *Trypanosoma congolense*. *Trypanotolérance Prod Anim* 5, 17-21
- Hafs HD, Hoyt SR, Bratton RW (1959) Libido, sperm characteristics, sperm output and fertility of mature dairy bulls ejaculated daily or weekly for thirty-two weeks. *J Dairy Sci* 42, 626-636
- Hennig A, Mayer-Arendt JR (1963) Microscopic volume determination and probability. *Lab Invest* 12, 460-464
- Hochereau-de Reviers MT, Perreau C, Pisselet C, Pelletier J (1992) Effects of a two-month light cycle regimen on testicular parameters of adult Ile-de-France rams. *Microsc Res Tech* 20, 268-273
- Hochereau-de Reviers MT, Locatelli A, Perreau C, Pisselet C, Setchell BP (1993) Effects of a single brief period of moderate heating of the testes on seminiferous tubules in hypophysectomized rams treated with pituitary extract. *J Reprod Fert* 97, 381-387

- Hoste C (1987) Élevage et trypanosomiase africaine. Thèse doctorat Université Paris VI, 273 pp
- Ikede BO (1979) Genital lesions in experimental chronic *Trypanosoma brucei* in rams. *Res Vet Sci* 26, 145-151
- Ikede BO, Losos GJ (1972) Pathogenesis of *Trypanosoma brucei* infection in sheep III. Hypophysial and other endocrine lesions. *J Comp Pathol* 85, 37-44
- Kaaya GP, Oduor-Okelo D (1980) The effect of *Trypanosoma congolense* infection on the testis and epididymis of the goat. *Bull Anim Health Prod Afr* 28, 1-5
- Lafortune E, Gauthier D, Hochereau-de Reviers MT (1984) Influence de la saison de naissance sur l'établissement de la puberté du taureau créole. In: *Reproduction des ruminants en zone tropicale*. Colloques de l'INRA, 20, 189-198
- Losos GJ, Ikede BO (1972) Review of the pathology of diseases in domestic and laboratory animals caused by *Trypanosoma congolense*, *T vivax*, *T brucei*, *T rhodesiense* and *T gambiense*. *Vet Pathol* (suppl) 9, 1-71
- Murray M, Morrison WI, Whitelaw DD (1982) Host susceptibility to African trypanosomiasis: Trypanotolerance. *Adv Parasitol* 21, 1-68
- Omeke BCO, Onuora GI (1992) Comparative effects of *Trypanosoma brucei brucei* and *Trypanosoma congolense* on the reproductive capacity of boars in tsetse-endemic zone. *Anim Reprod Sci* 27, 225-237
- Ortavant R (1959) Spermatogenesis and morphology of the spermatozoon. In: *Reproduction in Domestic Animals* (HH Cole, PT Cupps, eds). Academic Press, New York, vol 2, 1-50
- Roelants GE, Tamboura I, Sidiki DB, Bassinga A, Pinder M (1983) Trypanotolerance. An individual not a breed character. *Acta Trop (Basel)* 40, 99-104
- Sekoni VO, Kumi-Diaka J, Saror D, Njoku C (1988) The effect of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infection on the reaction time and semen characteristics in the Zebu bull. *Br Vet J* 144, 388-394
- Sekoni VO, Saror DI, Njoku CO, Kumi-Diaka J (1990) Elevation of morphological abnormalities of spermatozoa in the semen of Zebu bulls consequent to *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections. *Theriogenology* 33, 925-936
- Soudan B, Tetaert D, Racadot A, Degand P, Boersma A (1992) Decrease of testosterone level during an experimental African trypanosomiasis: involvement of a testicular LH receptor desensitization. *Acta Endocrinol (Cph)* 127, 86-92
- SAS: Statistical Analysis System, SAS Institute Inc (1987) SAS/STAT Guide for personal computers, version 6, SAS, Cary, USA
- Swierstra EE (1966) Structural composition of Shorthorn bull testes and daily spermatozoa production as determined by quantitative testicular histology. *Can J Anim Sci* 46, 107-119
- Thibier M (1977) Contribution à l'étude de la fonction sexuelle chez le jeune taurillon. Thèse de doctorat, Paris VI, 100 p
- Thibier M, Colchen MA, Nibart M (1972) Production testiculaire et réserves extra-gonadiques chez le jeune taurillon. Intérêt et limites des examens du sperme et des mensurations testiculaires. In «*Fécondité et stérilité du mâle*»: Masson, Paris, 323-332
- Viguié-Martinez MC, Hochereau-de Reviers MT, Barenton B, Perreau C (1983) Endocrinological and histological changes induced by flutamide treatment of the hypophyseal testicular axis of adult rat and their incidences on fertility. *Acta Endocrinol (Cph)* 104, 246-252
- Wakelin D (1978) Genetic control of susceptibility and resistance to parasitic infection. *Adv Parasitol* 16, 219-308
- Waindi EN, Gombe S, Oduor-Okelo D (1986) Plasma testosterone in *Trypanosoma congolense*-infected Toggerburg goat. *Arch Androl* 17, 9-17
- Wellde B, Lotzsch R, Deindl G, Sadun E, Warui G (1974) *T congolense*. I. Clinical observations of experimentally infected cattle. *Exp Parasitol* 36, 6-19
- Wildeus S, Entwistle KW (1982) Postpubertal changes in gonadal and extragonadal sperm reserves in *Bos indicus* strain bulls. *Theriogenology* 17, 655-667
- Woo PTK, Kauffmann M (1971) The haematocrit centrifuge technique for the detection of low virulent strains of trypanosomes of the *Trypanosoma congolense* sub-group. *Acta Trop* 28, 304-308