

INFESTATION EXPÉRIMENTALE DE CAPRINS PAR *SCHISTOSOMA BOVIS* ET *S. CURASSONI* : EFFETS PATHOGÈNES COMPARÉS

LABBO R.*, BOULANGER D.*, BRÉMOND P.* & CHIPPAUX J.P.*

Summary: EXPERIMENTAL INFECTION OF GOATS WITH *SCHISTOSOMA BOVIS* AND *S. CURASSONI*: COMPARED MEDICAL IMPACTS

Specific mortality and morbidity have been quantified in goats experimentally infected with *Schistosoma bovis* or *S. curassoni* strains from Niger. The study involved nine animals followed during 380 days after infection with, respectively, 1,800 or 2,400 cercariae. *S. bovis* was significantly more pathogenic than *S. curassoni* in terms of mortality, weight loss and packed cell volume decrease. In addition, the intensity of clinical symptoms was significantly and positively correlated to the levels of fecal egg excretion. Compared to non-infected controls, a growth differential of, respectively, 1,600 and 880 grams per month should incite to consider *S. bovis* and *S. curassoni* as parasites of serious economical impact in sahelian countries.

KEY WORDS: *Schistosoma bovis*, *S. curassoni*, small ruminants, experimental infection, pathogenicity, Niger.

Résumé :

La mortalité et la morbidité spécifique dues à *Schistosoma bovis* et *S. curassoni* a été quantifiée chez des caprins élevés au Niger. L'étude a porté sur neuf animaux suivis pendant 380 jours après infestation expérimentale à l'aide de respectivement 1 800 et 2 400 cercaires. *S. bovis* s'est révélé significativement plus pathogène que *S. curassoni* que ce soit en termes de mortalité, de perte de poids ou d'altération de l'hématocrite. L'intensité des symptômes cliniques s'est en outre révélée être significativement et positivement corrélée au niveau d'excrétion fécale des œufs. Un différentiel de croissance par rapport aux témoins non infestés de respectivement 1 600 et 880 grammes par mois doivent inciter à considérer *S. bovis* et *S. curassoni* comme des parasites d'importance économique dans les pays sahéliens.

MOTS CLÉS : *Schistosoma bovis*, *S. curassoni*, petits ruminants, infestation expérimentale, pouvoir pathogène, Niger.

Impliquant une part importante de la population active, l'élevage est une activité économique majeure dans la plupart des pays sahéliens. Sur le plan sanitaire, les éleveurs doivent faire face à des fléaux récurrents infligés par des agents microbiens à fort pouvoir épidémique sources de mortalité élevée (Rweyemamu *et al.*, 2000). En raison de la chronicité de leurs manifestations cliniques, les helminthiases peuvent apparaître comme dotées d'un pouvoir pathogène limité alors que leurs prévalences et leur action prolongée dans le temps pénalisent lourdement la productivité des élevages (Maichomo *et al.*, 2004). Parmi les trématodes africains, les caractéristiques épidémiologiques du genre *Fasciola* sont bien connues (Keyyu *et al.*, 2005) de même que celles de *Schistosoma bovis* (Sonsino, 1876), espèce qui a fait l'objet d'études approfondies en Afrique de l'Est (Kassuku *et al.*, 1986a; Majid *et al.*, 1980). En parallèle, grâce à l'utilisation de méthodes isotopiques (Saad *et al.*, 1984a), la pathogénie de *S. bovis* chez les bovins est clairement établie, le passage trans-pariétal des œufs intestinaux étant la source première

des pertes en liquides organiques responsables de la symptomatologie (Dargie, 1980).

En revanche, on sait peu de choses de l'importance vétérinaire des schistosomes du bétail en Afrique de l'Ouest, tant sur les plans épidémiologique que médical. Au Niger, deux espèces ont été identifiées chez les ruminants : *S. bovis* est la plus répandue avec des prévalences d'infection atteignant 39 % chez le bétail inspecté à l'abattoir de Niamey et *S. curassoni* (Brumpt, 1931) principalement retrouvé dans la partie Est du pays avec des prévalences ne dépassant pas 10 % (Mouchet *et al.*, 1989). Afin de mieux évaluer l'impact économique de *S. bovis* et de *S. curassoni* sur l'élevage sahélien, nous avons infesté expérimentalement des caprins avec des cercaires issues de l'une ou l'autre espèce. En plus des performances biologiques du parasite, les conséquences médicales des infestations sur certains paramètres cliniques de l'hôte ruminant ont été suivies et comparées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SOUCHES DE SCHISTOSOME

La souche de *S. bovis* a été obtenue à partir de neuf *Bulinus truncatus* naturellement infectés, récoltés dans la région de Zinder (Niger oriental). La sou-

* Centre de recherche sur les méningites et les schistosomoses (CERMES, actuellement Centre de recherche médicale et sanitaire), BP 10887, Niamey, Niger.

Correspondance : Denis Boulanger, IRD, Campus de Hann, UR024, BP 1386, CP 18524, Dakar, Sénégal.

Tel. : +221 849 35 33 – Fax. +221 832 43 07.

E-mail : Denis.Boulanger@ird.sn

che de *S. curassoni* fut extraite à partir de deux moutons abattus dans la même région et maintenue sur *Bulinus umbilicatus*. Dans ce dernier cas, les miracidiums ont été obtenus après éclosion des œufs tissulaires.

INFESTATION DES ANIMAUX

Neuf boucs, pesant entre 12,7 et 15,9 kg, ont été achetés sur le marché de Niamey. Après appariement selon leur poids, ils ont été divisés aléatoirement en trois groupes de trois animaux, un témoin non infesté et deux groupes tests infestés soit avec *S. bovis* (1800 cercaires chacun), soit avec *S. curassoni* (2400 cercaires chacun). Afin d'obtenir des charges vermineuses globalement comparables, les doses cercariennes ont été calculées sur la base de travaux antérieurs attribuant à *S. bovis* un taux de réussite à l'infestation supérieur d'un tiers à celui de *S. curassoni*. Après anesthésie au mélange xylazine-ketamine, les cercaires ont été mises en contact avec la peau pendant 45 minutes suivant la technique d'Erickson (Erickson, 1974).

TECHNIQUES CLINIQUES ET PARASITOLOGIQUES

Poids corporels et hématocrites ont été mesurés deux fois par semaine. Afin d'amortir les fluctuations bihebdomadaires, une droite de régression linéaire entre chacun des deux paramètres cliniques et le temps fut établie pour chaque animal à partir des données recueillies sur l'ensemble du suivi. La pente, exprimée sous forme de Δ moyen de poids (kg) ou d'hématocrite (%) par semaine, fut retenue comme expression du gain moyen hebdomadaire. Un test de linéarité a montré que toutes ces pentes étaient significativement différentes de 0 au seuil de 5 %. Les œufs fécaux, œufs tissulaires et vers adultes ont été dénombrés suivant les méthodes décrites précédemment (Boulanger *et al.*, 1994).

ANALYSES STATISTIQUES

L'absence de normalité dans la distribution des variables a conduit à préférer les tests non paramétriques. Le chi² a été utilisé pour comparer les fréquences. Le

test U de Mann-Whitney et celui de Kruskal-Wallis ont permis de comparer, respectivement, deux ou plus de deux moyennes (analyse globale). Le test F de Scheffé a permis de comparer les moyennes deux à deux. Les analyses de corrélation se sont appuyées sur le test de Spearman.

RÉSULTATS

MORTALITÉ

Les trois animaux témoins non infestés ont survécu jusqu'à la fin des 54 semaines de suivi. En revanche, un animal infesté par *S. curassoni* est mort à la 40^{ème} semaine p.i. et les trois animaux infestés par *S. bovis* n'ont pu atteindre le terme du suivi (Tableau I).

POIDS CORPORELS

Le groupe infesté par *S. bovis* a, en moyenne, perdu près de 200 g par semaine là où l'influence de *S. curassoni* s'est révélée significativement (p < 0,05) plus modérée (Fig. 1). Les pertes moyennes des deux groupes infestés sont significativement différentes du gain de

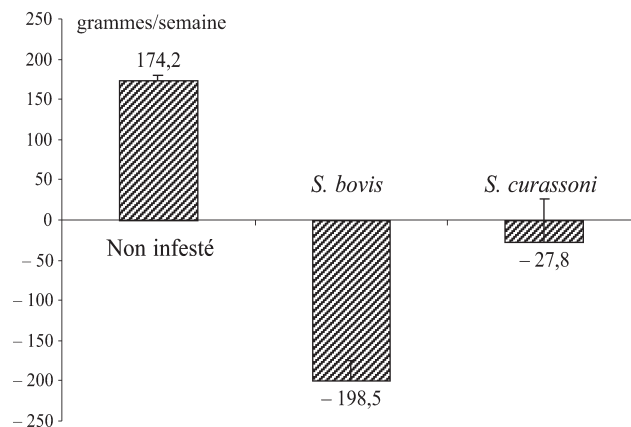


Fig. 1. – Moyenne (+ écart-type) par groupe des gains pondéraux hebdomadaires moyens sur la durée du suivi chez des caprins expérimentalement infestés par deux espèces de schistosomes et chez des témoins non infestés. Trois animaux par groupe.

Groupe (nombre de cercaires)	Fin de suivi (semaines p.i.)	Nombre de vers (taux de récolte en %)			Sex-ratio (M/F)
		Mâles	Femelles	Total	
<i>S. bovis</i> (1800)					
#1	43	106 (11,8)	103 (11,4)	209 (11,6)	1,03
#2	22	155 (17,2)	158 (17,6)	313 (17,4)	0,98
#3	36	144 (16,0)	148 (16,4)	292 (16,2)	0,97
<i>S. curassoni</i> (2400)					
#4	40	188 (15,7)	149 (12,4)	337 (14,0)	1,26
#5	54	178 (14,8)	179 (14,9)	357 (14,9)	0,99
#6	54	149 (12,4)	62 (5,2)	211 (8,8)	2,40

Tableau I. – Charges vermineuses individuelles chez des caprins expérimentalement infestés par deux espèces de schistosomes.

poids observé dans le groupe non infesté. Comparé au groupe témoin, la différence mensuelle induite par l'infestation s'établit à plus de 1600 grammes pour *S. bovis*, à environ 880 grammes pour *S. curassoni*. L'effet des infestations sur le poids corporel fut remarquablement homogène dans les trois groupes.

HÉMATOCRITE

Les résultats d'hématocrite sont étroitement parallèles à ceux du poids corporel (Fig. 2). Statistiquement, cependant, seul le groupe infesté par *S. bovis* a vu son hématocrite significativement baisser par rapport au groupe témoin. *S. bovis* et *S. curassoni* induisent une perte mensuelle de respectivement 2,7 ($p < 0,05$) et 1,2 (NS) unités d'hématocrite comparée au groupe non infesté. Là aussi, les résultats ont été homogènes à l'intérieur de chaque groupe.

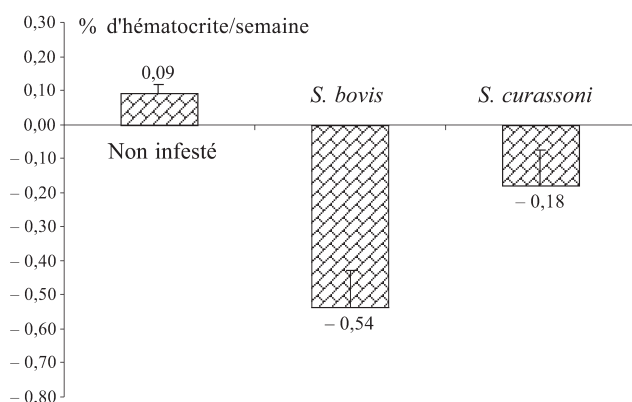


Fig. 2. – Moyenne (+ écart-type) par groupe des modifications hebdomadaires moyennes de l'hématocrite chez des caprins expérimentalement infestés par deux espèces de schistosomes et chez des témoins non infestés. Trois animaux par groupe.

CHARGE VERMINEUSE

Les données individuelles sont montrées sur le tableau I. Les infestations par *S. bovis* et par *S. curassoni* ont abouti à des taux de récupération en vers adultes statistiquement comparables, les moyennes (\pm écart-type) s'établissant à $15,1 \pm 3,1$ % et $12,6 \pm 3,3$ %. À noter la remarquable stabilité du sex-ratio aux alentours de l'unité pour *S. bovis* alors que celui des vers de *S. curassoni* s'est révélé beaucoup plus hétérogène.

EXCRÉTION FÉCALE

Le nombre moyen d'œufs excrétés quotidiennement par chaque caprin est montré sur la figure 3. Bien que l'infestation par *S. bovis* se soit traduite par un niveau moyen d'excrétion double comparé à celui induit par *S. curassoni* ($13\,681 \pm 6\,207$ vs $6\,915 \pm 3\,419$ œufs/jour), la différence n'est pas statistiquement significative, les variations intra-groupes étant trop importantes.

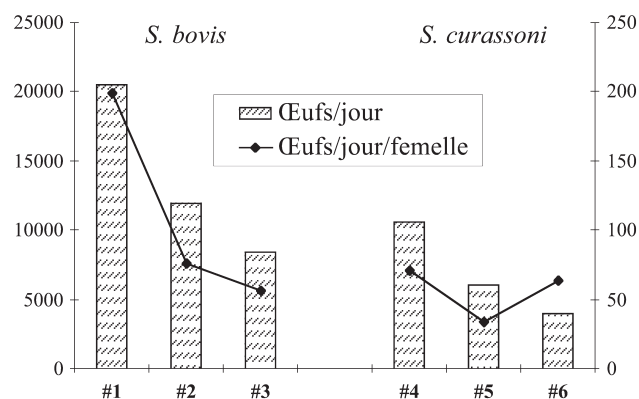


Fig. 3. – Excrétions fécales quotidiennes moyennes d'œufs chez des caprins expérimentalement infestés par deux espèces de schistosomes. Trois animaux par groupe.

La même observation peut être faite quant à l'excrétion quotidienne ramenée à chaque schistosome femelle : 111 ± 77 vs 57 ± 20 , respectivement.

ŒUFS TISSULAIRES

Le nombre total d'œufs tissulaires est 40 fois plus élevé chez les caprins infestés par *S. curassoni* comparés à ceux infestés par *S. bovis*, mais les écarts entre individus sont considérables (données non présentées). Dans les deux groupes, environ 75 % des œufs furent retrouvés dans l'intestin grêle.

CORRÉLATIONS

Dans les trois groupes, les paramètres cliniques et la durée de survie sont étroitement corrélés ($0,833 \leq r \leq 0,969$, $p < 0,01$). Dans les groupes infestés, la durée de survie est négativement corrélée avec le niveau d'excrétion fécale ($r = -0,899$, $p < 0,05$). Le nombre d'œufs excrétés dans les selles est également inversement corrélé avec le nombre total d'œufs tissulaires par animal ($r = -0,903$, $p < 0,05$). En revanche, le nombre de vers adultes, de l'un ou l'autre sexe, n'est pas significativement associé à l'intensité des symptômes cliniques.

DISCUSSION

En dehors de *S. mattheei* (Van Wyk *et al.*, 1997), dont la distribution spatiale est réduite à l'extrémité australe du continent, seul *S. bovis* (MacCaulley, 1984) est habituellement considéré comme ayant un réel impact sanitaire à grande échelle sur la conduite des troupeaux de ruminants domestiques en Afrique. Sa large répartition géographique (Christensen *et al.*, 1983), sa prévalence élevée chez les bovins (Kassuku *et al.*, 1986a) de même que son pouvoir pathogène démontré expérimentalement chez le veau (Saad *et al.*, 1980) ont

justifié que cette espèce ait fait l'objet, dès les années 80 au Soudan, d'un ambitieux programme de recherche visant à limiter son poids économique (Hussein, 1980). Les répercussions cliniques de l'infestation expérimentale de petits ruminants par *S. bovis* (Kassuku *et al.*, 1986; Lindberg *et al.*, 1993; Saad *et al.*, 1984) et par *S. curassoni* (Vercruysse *et al.*, 1988) ont également été étudiées, mais leurs résultats, obtenus avec des protocoles expérimentaux souvent disparates (souche du parasite, nombre de cercaires, durée du suivi, méthode d'évaluation de l'excrétion fécale), sont difficilement généralisables. Dans un souci de précision, nous avons ainsi mis techniquement l'accent sur une période élargie de surveillance (plus d'un an), sur une fréquence élevée (bihebdomadaire) des mesures cliniques et parasitologiques et sur l'estimation du nombre d'œufs réellement excrétés, basée sur la collecte des selles émises au cours d'un nyctémère complet. Par ailleurs, nous avons pris le parti d'utiliser un nombre restreint d'animaux, autant par économie que par éthique, en faisant appel à des tests statistiques appropriés aux faibles effectifs. Cliniquement, *S. bovis* eut un retentissement supérieur à *S. curassoni* avec des pertes induites de poids et d'hématocrite nettement plus importantes se terminant systématiquement par une mort prématurée avec *S. bovis*, une fois sur trois seulement avec *S. curassoni*. Considérant l'environnement sanitaire (déparasitages, vaccinations, conditions d'élevage, autopsie) dont a bénéficié le suivi des animaux, les mortalités observées peuvent être raisonnablement attribuées à l'infestation bilharzienne. Curieusement, le taux de mortalité induit par les deux espèces est très peu documenté dans la littérature, même expérimentalement. Les seules données disponibles ne concernent que l'impact de *S. bovis* chez la souris de laboratoire (Murare *et al.*, 1987) et chez les bovins où elle a été appréciée par le biais d'une enquête informelle effectuée auprès des éleveurs de la province du Nil Blanc au Soudan (MacCauley, 1984). Aucune information n'est disponible chez les petits ruminants. Parasitologiquement, les charges vermineuses de *S. bovis* et de *S. curassoni* ne peuvent être distinguées, le rendement moyen se situant entre 12 et 15 %, ce qui est conforme aux données publiées sur *S. curassoni* (Vercruysse *et al.*, 1988), mais plutôt en retrait pour *S. bovis* par rapport à ce qui était habituellement obtenu dans notre laboratoire (Boulanger *et al.*, 1994; Labbo, 1991). En revanche, l'excrétion fécale quotidienne des œufs de *S. bovis* a été deux fois plus importante alors que la charge en œufs tissulaires due à *S. curassoni* fut spectaculairement plus élevée. En l'absence de notion sur la demi-vie de leurs œufs tissulaires, il est hasardeux, comme cela a été calculé pour *S. mansoni* chez le babouin (Damian & Chapman, 1983), de comparer la fécondité individuelle des schistosomes femelles des deux espèces. Il est cependant habituellement considéré qu'une grande majorité des œufs pondus sont

destinés à rejoindre le milieu extérieur. Il est donc probable que les femelles de *S. bovis* soient plus fécondes que celles de *S. curassoni*.

Il semble donc que, comme chez les bovins (Dargie, 1980), le passage trans-pariétal des œufs soit à l'origine de la symptomatologie, d'une part en pénalisant l'absorption des nutriments, d'autre part en provoquant des microperles intestinales en fluides vitaux se traduisant, notamment, par une baisse importante de l'hématocrite. Le fait que les œufs tissulaires ne jouent pas de rôle dans la pathogénie de l'infestation par schistosomes de ruminants – contrairement à ce qui est observé dans la forme hépatosplénique humaine due à *S. mansoni* – pourrait être lié à une production par le miracidium contenu dans l'œuf tissulaire d'antigènes à plus faible pouvoir immunogène suscitant une réponse granulomateuse atténuée d'où un retentissement hépatique sans incidence clinique. Confirmant cette hypothèse, des souris dépourvues de réponse cellulaire T voient leur survie très altérée après infestation par *S. mansoni* alors que la présence d'œufs de *S. bovis* dans leur foie ne provoque aucun dommage hépatocytaire malgré l'absence de barrière granulomateuse protectrice (Murare *et al.*, 1987).

Le retentissement réel de ces deux espèces de schistosomes sur la productivité des troupeaux s'appuie d'une part sur la mortalité spécifique ou induite, d'autre part sur la perte de poids qui limite le rendement de l'élevage. En dehors de leur pouvoir pathogène que nous avons essayé de chiffrer expérimentalement, de nombreux autres paramètres rentrent en jeu tels que leur prévalence, leur longévité et l'intensité de la transmission et des ré-infestations. Il faut également rappeler que, contrairement aux bovins (Bushara *et al.*, 1980), les petits ruminants ne semblent pas développer d'immunité acquise (Majid *et al.*, 1983), les exposant ainsi toute leur vie à l'effet pathogène des schistosomes. Même si la nature expérimentale de nos travaux ne nous permet pas d'extrapoler directement au terrain les résultats en termes de pertes économiques, cette expérience démontre clairement qu'une souche ouest-africaine des deux principales espèces de schistosomes affectant les ruminants est capable d'altérer significativement l'état de santé et la croissance des caprins, voire de provoquer leur mort lorsque la charge parasitaire est élevée. Des données préliminaires obtenues par notre équipe semblent, en outre, montrer que les ovins, autre espèce d'importance dans les pays sahéliens, sont tout aussi sensibles à *S. bovis* (mais pas à *S. curassoni*) que les caprins.

CONCLUSION

Tout en restant prudent sur les conclusions à tirer d'une expérimentation de portée limitée, les effets délétères notables de l'infestation expérimentale ont surtout été observés avec *S. bovis* mais également

avec *S. curassoni* dont le pouvoir pathogène s'est également révélé non négligeable. Le fait que certaines comparaisons statistiques atteignent la significativité malgré la faiblesse des effectifs est un argument puissant pour l'existence, d'une part, d'une plus grande pathogénicité de *S. bovis*, et, d'autre part, d'un lien de causalité entre le niveau d'excrétion des œufs, les pertes en poids, la réduction de l'hématocrite et le raccourcissement de la durée de vie. Ces résultats sont à prendre en compte dans un pays comme le Niger où l'élevage constitue une des ressources les plus importantes, tant sur le plan de l'autosuffisance alimentaire que du commerce extérieur.

REMERCIEMENTS

Ce travail a reçu l'appui du programme STD3 (contrat n° TS3-CT91-0030) de l'Union Européenne et de l'Institut de Recherche pour le Développement. L'assistance technique du personnel du CERMES a été appréciée, en particulier celle d'Amadou Djibrilla, d'Izamne Mahamadou, de Saadou Kadri, d'Ali Sidiki et de Alhad Islamane, décédé prématurément en 2006, à qui nous dédions ce travail.

RÉFÉRENCES

- BOULANGER D., TROTTEIN F., MAUNY F., BREMOND P., COURET D., PIERCE R.J., KADRI S., GODIN C., SELLIN E., LECOQ J.P., SELLIN B. & CAPRON A. Vaccination of goats against the trematode *Schistosoma bovis* with a recombinant homologous schistosoma-derived glutathione S-transferase. *Parasite Immunology*, 1994, 16, 399-406.
- BUSHARA H.O., MAJID A.A., SAAD A.M., HUSSEIN M.F., TAYLOR M.G., DARGIE J.D., MARSHALL T.F. & NELSON G.S. Observations on cattle schistosomiasis in the Sudan, a study in comparative medicine. II. Experimental demonstration of naturally acquired resistance to *Schistosoma bovis*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1980, 29, 442-451.
- CHRISTENSEN N.O., MUTANI A. & FRANDSEN F. A review of the biology and transmission ecology of African bovine species of the genus *Schistosoma*. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 1983, 69, 551-570.
- DAMIAN R.T. & CHAPMAN R.W. The fecundity of *Schistosoma mansoni* in baboons, with evidence for a sex ratio effect. *Journal of Parasitology*, 1983, 69, 987-989.
- DARGIE J.D. The pathogenesis of *Schistosoma bovis* infection in Sudanese cattle. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1980, 74, 560-562.
- ERICKSON D.G. An efficient technique for exposure of rodents to *Schistosoma mansoni* or *S. haematobium*. *Journal of Parasitology*, 1974, 60, 553-554.
- HUSSEIN M.F. Prospects for the control of *Schistosoma bovis* infection in Sudanese cattle. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1980, 74, 559-560.
- KASSUKU A., CHRISTENSEN N.O., MONRAD J., NANSEN P. & KNUDSEN J. Epidemiological studies on *Schistosoma bovis* in Iringa Region, Tanzania. *Acta Tropica*, 1986a, 43, 153-163.
- KASSUKU A., CHRISTENSEN N.O., NANSEN P. & MONRAD J. Clinical pathology of *Schistosoma bovis* infection in goats. *Research in Veterinary Science*, 1986b, 40, 44-47.
- KEYYU J.D., MONRAD J., KYVSGAARD N.C. & KASSUKU A.A. Epidemiology of *Fasciola gigantica* and amphistomes in cattle on traditional, small-scale dairy and large-scale dairy farms in the southern highlands of Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, 2005, 37, 303-314.
- LABBO R. Contribution à l'étude des schistosomiasis du bétail domestique au Niger : performances comparées de *Schistosoma bovis* et *S. curassoni* et interactions expérimentales chez les petits ruminants (ovins et caprins). Mémoire de diplôme d'ingénieur des techniques d'élevage, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 1991.
- LINDBERG R., MONRAD J., VANG JOHANSEN M., CHRISTENSEN N.O. & NANSEN P. Histopathology of experimental *Schistosoma bovis* infection in goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 1993, 34, 183-191.
- MACCAULEY E.H. Economic evaluation of the production impact of bovine schistosomiasis and vaccination in the Sudan. *Preventive Veterinary Medicine*, 1984, 2, 735-754.
- MAICHOMO M.W., KAGIRA J.M. & WALKER T. The point prevalence of gastro-intestinal parasites in calves, sheep and goats in Magadi division, south-western Kenya. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 2004, 71, 257-261.
- MAJID A.A., HUSSEIN M.F. & TAYLOR M.G. Age specific prevalence and intensity of *Schistosoma bovis* infection in Sudanese Desert sheep in the White Nile Province. *Research in Veterinary Science*, 1983, 35, 120-121.
- MAJID A.A., MARSHALL T.F., HUSSEIN M.F., BUSHARA H.O., TAYLOR M.G., NELSON G.S. & DARGIE J.D. Observations on cattle schistosomiasis in the Sudan, a study in comparative medicine. I. Epizootiological observations on *Schistosoma bovis* in the White Nile Province. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1980, 29, 435-441.
- MOUCHET F., VERA C., BREMOND P. & THERON A. Preliminary observations on *Schistosoma curassoni* Brumpt, 1931 in Niger. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1989, 83, 811.
- MURARE H.M., AGNEW A., BALTZ M., LUCAS S.B. & DOENHOFF M.J. The response to *Schistosoma bovis* in normal and T-cell deprived mice. *Parasitology*, 1987, 95, 517-530.
- RWEYEMAMU M., PASKIN R., BENKIRANE A., MARTIN V., ROEDER P. & WOJCIECHOWSKI K. Emerging diseases of Africa and the Middle East. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2000, 916, 61-70.
- SAAD A.M., HUSSEIN M.F., BUSHARA H.O., DARGIE J.D. & TAYLOR M.G. Erythrokinetics and albumin metabolism in primary experimental *Schistosoma bovis* infections in Zebu calves. *Journal of Comparative Pathology*, 1984a, 94, 249-262.
- SAAD A.M., HUSSEIN M.F., DARGIE J.D., TAYLOR M.G. & NELSON G.S. *Schistosoma bovis* in calves: the development and clinical pathology of primary infections. *Research in Veterinary Science*, 1980, 28, 105-111.
- SAAD A.M., HUSSEIN M.F., DARGIE J.D. & TAYLOR M.G. The pathogenesis of experimental *Schistosoma bovis* infections

in Sudanese sheep and goats. *Journal of Comparative Pathology*, 1984b, *94*, 371-385.

VAN WYK J.A., VAN RENSBERG L.J. & HEITMANN L.P. *Schistosoma mattheei* infection in cattle: the course of the intestinal syndrome, and an estimate of the lethal dose of cercariae. *Onderstepoort Journal Of Veterinary Research*, 1997, *64*, 65-75.

VERCRUYSE J., FRANSEN J., SOUTHGATE V.R., ROLLINSON D. & MAJELEINE W. Clinical pathology of experimental *Schistosoma curassoni* infections in sheep and goats. *Research in Veterinary Science*, 1988, *44*, 273-281.

Reçu le 1^{er} mars 2006

Accepté le 29 novembre 2006

**21ST INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE WORLD ASSOCIATION
FOR THE ADVANCEMENT OF VETERINARY PARASITOLOGY**

19th-23rd August 2007, Ghent, Belgium

Call for papers

*Detailed submission guidelines for symposia, workshops,
oral communications and posters are available at:*

www.waavp2007.be

Deadline 2 April 2007 – Notification of authors 13 May 2007