

Numéro 4 - 1995

SOMMAIRE

292 Recommandations aux auteurs

VIROLOGIE

295 BIDJEH K., BORNAREL P., IMADINE M., LANCELOT R. Premier isolement au Tchad du virus de la PPR et reproduction expérimentale de la maladie (**Communication**)

BACTERIOLOGIE

301 DELAFOSSE A., TRAORE A., KONE B. Isolement de souches de mycobactéries pathogènes chez des bovins abattus à l'abattoir de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

PROTOZOOLOGIE

307 BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. La lutte contre l'East Coast Fever par bains détiéteurs au Malawi : le programme du point de vue de l'éleveur

315 SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M. Foyers trypanosomiens dus à *Trypanosoma evansi* dans le Pantanal, Brésil. Une approche préliminaire sur les facteurs de risque (**Communication**) (*en anglais*)

HELMINTHOLOGIE

321 BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo

ENTOMOLOGIE

327 BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.V. Essai d'analyse coût-bénéfice du programme

339 MAKOUNDOU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P. Etude au laboratoire des effets d'un insecticide naturel extrait du neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae)

347 YERUHAM I., BRAVERMAN Y. Lésions de la peau chez le chien, le cheval et le veau causées par les stomoxes *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera : Muscidae) (**Communication**) (*en anglais*)

351 BARRE N., FARGETTON M., APRELON R., COULIBANDO L. Acaricides utilisables dans la lutte contre les tiques aux Antilles : résultats d'essais en Guadeloupe (**Note scientifique**)

ZOOTECHE, GENETIQUE et REPRODUCTION

357 TOURE G., MEYER C., KOUASSI A. Apparition des chaleurs et de la décharge préovulatoire de LH chez la brebis de race Djallonké après synchronisation des chaleurs avec ou sans PMSG (**Communication**)

362 Index des auteurs, des mots-clés et géographique

CONTENTS

293 Instructions to authors

VIROLOGY

295 BIDJEH K., BORNAREL P., IMADINE M., LANCELOT R. First time isolation of the PPR virus in Chad and experimental induction of the disease (**Communication**) (*in French*)

BACTERIOLOGY

301 DELAFOSSE A., TRAORE A., KONE B. Isolation of pathogenic *Mycobacterium* strains in cattle slaughtered in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (*in French*)

PROTOZOOLOGY

307 BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. Farmers' attitude to dipping against East Coast Fever in Malawi (*in French*)

315 SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M. Trypanosomosis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary approach on risk factors (**Communication**) (*in English*)

HELMINTHOLOGY

321 BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidemiology of gastrointestinal nematodes in small ruminants in the "région des plateaux" in Togo (*in French*)

ENTOMOLOGY

327 BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. V. An attempt at cost-benefit analysis of the programme (*in French*)

339 MAKOUNDOU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P. Laboratory testing of the effects of a natural insecticide made with neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera: Glossinidae) (*in French*)

347 YERUHAM I., BRAVERMAN Y. Skin lesions in dogs, horses and calves caused by the stable fly *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) (**Communication**) (*in English*)

351 BARRE N., FARGETTON M., APRELON R., COULIBANDO L. Acaricides for tick control programmes in the Caribbean: results of trials conducted in Guadeloupe (**Scientific note**) (*in French*)

ZOOTECHNY, GENETICS and REPRODUCTION

357 TOURE G., MEYER C., KOUASSI A. Apparition of heats and LH preovulatory discharge in Djallonké ewes after heat synchronization with or without PMSG (**Communication**) (*in French*)

362 Author, key word, geographical index

Número 4 - 1995

SUMARIO

292 Instrucciones a los autores

VIROLOGIA

295 BIDJEH K., BORNAREL P., IMADINE M., LANCELOT R. Primer aislamiento en Chad del virus de la PPR y reproducción experimental de la enfermedad (**Comunicación**) (*en francés*)

BACTERIOLOGIA

301 DELAFOSSE A., TRAORE A., KONE B. Aislamiento de cepas de micobacterias patógenas en los bovinos sacrificados en el matadero de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso (*en francés*)

PROTOZOOLOGIA

307 BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. Lucha contra la Fiebre de la Costa Este mediante baños garrapaticidas en Malawi : el programa visto desde el punto de vista del criador (*en francés*)

315 SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M. Brotes de tripanosomiasis por *Trypanosoma evansi* en Pantanal, Brasil. Enfoque preliminar de los factores de riesgo (**Comunicación**) (*en inglés*)

HELMINTOLOGIA

321 BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidemiología de los nemátodos gastrointestinales en los pequeños rumiantes de la región de las mesetas en Togo (*en francés*)

ENTOMOLOGIA

327 BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. Lucha mediante trampas contra la *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la crianza en la República centroafricana. V. Ensayo del análisis costo-beneficio del programa (*en francés*)

339 MAKOUNDU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P. Estudio en laboratorio de los efectos de un insecticida natural de extracto de "neem" (*Azadirachta inidica* A. Juss) sobre la *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae) (*en francés*)

347 YERUHAM I., BRAVERMAN Y. Lesiones de piel en perros, equinos y terneros causadas por la mosca de establo *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera : Muscidae) (**Comunicación**) (*en inglés*)

351 BARRE N., FARGETTON M., APRELON R., COULIBANDO L. Acarididas utilizables en la lucha contra las garrapatas en las Antillas : resultados de pruebas llevadas a cabo en Guadalupe (**Nota científica**) (*en francés*)

ZOOTECNIA, GENETICA y REPRODUCCION

357 TOURE G., MEYER C., KOUASSI A. Aparición de celos y descargo preovulatoria de LH en la oveja Djallonké después de una sincronización de celo con o sin PMSG (**Comunicación**) (*en francés*)

362 Indices de autores, temas, geográfico

Communication

Premier isolement au Tchad du virus de la PPR et reproduction expérimentale de la maladie

K. Bidjeh¹P. Bornarel¹M. Imadine¹R. Lancelot^{1*}

BIDJEH K., BORNAREL P., IMADINE M., LANCELOT R. Premier isolement au Tchad du virus de la PPR et reproduction expérimentale de la maladie. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4) : 295-300

Des foyers de la peste des petits ruminants (PPR) ont été étudiés en 1993 et 1994 dans des troupeaux de chèvres de race sahélienne au Tchad. Si le virus n'a pu être isolé des premiers foyers de 1993, le sondage sérologique par le test ELISA de compétition portant sur 475 sérums récoltés dans la zone d'épidémie a montré une prévalence de 34 p. 100. Pour la première fois au Tchad, le virus fut isolé et des cas cliniques caractéristiques de la PPR furent observés sur les chèvres sahéliennes réputées peu sensibles à ce virus. La maladie a été reproduite expérimentalement par inoculation des chèvres avec des broyats de ganglions et de poumons, ces derniers ayant provoqué les symptômes les plus sévères. La réaction d'immunodiffusion en gélose s'est révélée positive vis-à-vis de l'antisérum anti-PPR avec les broyats de poumons et de ganglions mésentériques, mais pas avec ceux de ganglions préscapulaires. La caractérisation du virus isolé, en particulier sur le plan génomique, s'avère nécessaire.

Mots-clés : Bovin - Caprin - *Morbillivirus* - Infection expérimentale - Sérologie - Test ELISA - Immunologie - Epidémiologie - Tchad.

Introduction

La peste des petits ruminants (PPR) est une maladie largement répandue en Afrique et en Asie (Moyen Orient et Inde). Cette pathologie, proche de celle de la peste bovi-

ne au plan clinique, constitue un frein pour l'épanouissement de l'élevage des petits ruminants car les pertes économiques qu'elle entraîne sont considérables. L'agent pathogène responsable est un virus appartenant au genre *Morbillivirus*, famille des *Paramyxoviridae* (8). Pendant longtemps, ce virus fut considéré comme un mutant du virus de la peste bovine adapté aux petits ruminants et ayant perdu tout pouvoir pathogène pour les bovins (4, 13). Ce n'est qu'après des études approfondies que certains chercheurs (3, 5, 8, 9) ont affirmé qu'il s'agissait de deux entités distinctes. Bien que tous les pays limitrophes, la Libye exceptée, aient déclaré la présence de la PPR, au Tchad son existence n'a encore été révélée que par des enquêtes sérologiques (2, 14). Le présent article décrit des foyers de PPR dans plusieurs troupeaux de la zone périurbaine de N'Djaména et dans une localité située à 150 km au sud de la capitale (N'Djénééré) ainsi que l'isolement du virus, son identification et la reproduction expérimentale de la maladie sur des sujets sensibles.

Matériel et Méthodes

Les animaux utilisés pour l'expérimentation sont un bouvillon et huit chèvres toutes de race kirdimi reconnue hautement sensible au virus de la PPR (10). Tous les animaux sélectionnés sont séronégatifs vis-à-vis des virus de la PPR et de la peste bovine. Ils sont logés dans une étable composée de quatre boîtes cloisonnées par un mur surmonté d'un grillage, de façon à empêcher les animaux de se toucher. Trois compartiments abritent chacun deux chèvres. Le quatrième contient le bouvillon et les deux autres chèvres. Les sujets des trois premiers lots reçoivent par voie sous-cutanée 4 ml du broyat des poumons, des ganglions préscapulaires et mésentériques, respectivement. Ces prélèvements proviennent d'un animal malade infecté naturellement. Ceux du quatrième lot reçoivent la même dose mais du broyat de ganglions préscapulaires d'un des deux sujets morts à la suite de l'infection expérimentale.

A la fin des expériences (30 jours), les sérums sont récoltés sur les animaux survivants et ceux n'ayant pas réagi à l'inoculation du virus, pour la recherche des anticorps anti-PPR qui sont titrés par le test de séroneutralisation décrit par Taylor (16). Le virus utilisé pour ce test est celui de la souche vaccinale PPR 75/1 LK6 vero 67 (6).

1. Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, BP 433, N'Djaména, Tchad.

*. Adresse actuelle : ISRA/LNERV, BP 2057, Dakar Hann, Sénégal.

Communication

Ceux récoltés sur le terrain sont traités qualitativement au CIRAD-EMVT par la méthode ELISA de compétition mise au point par Libeau et coll. (12). Par cette méthode, un sérum est considéré positif si le pourcentage de compétition est supérieure à 50 p. 100.

L'isolement du virus à partir des broyats des organes est fait sur des cellules de rein de mouton au deuxième passage. Le milieu de culture est constitué de MBE (Laboratoire Eurobio, France) additionné d'acides aminés, de vitamines, de sérum de veau fœtal (10 p. 100), de pénicilline (100 µg/ml) et de streptomycine (0,05 mg/ml). Une fois que le tapis cellulaire est complet dans la boîte de culture, le milieu est remplacé par un autre contenant 1 p. 100 de sérum (milieu d'entretien).

Les organes prélevés sur les animaux morts sont aussi testés par la réaction d'immunodiffusion dans un milieu gélatiné (IDG) avec un antisérum anti-PPR gracieusement offert par le Dr Diallo (CIRAD-EMVT, France). La mise en évidence des antigènes PPR par la méthode d'immuno-capture (11) est réalisée au CIRAD-EMVT.

Résultats

Dans les foyers de la maladie

En mars 1993, 15 cas de PPR dans sept troupeaux appartenant à cinq villages différents sont signalés dans le troupeau de Djékémé, village situé sur l'axe N'Djaména- Djerma. Les animaux atteints sont surtout des chevreaux de race sahélienne, âgés de 3 à 6 mois. On observe les signes cliniques suivants : jetage, toux, larmolement, diarrhée profuse et profonde atteinte de l'état général (figure 1). Certains sujets présentent des lésions de la cavité buccale : ulcères, liseré congestif à la base



Figure 1 : Jetage mucopurulent et larmolement.

des gencives, érosions recouvertes d'un enduit pultacé blanchâtre saignant au moindre contact (figures 2 et 3). Des cas de mortalité sont enregistrés. Dans l'un des élevages atteints, les prélèvements suivants sont effectués sur des animaux malades : frottis des larmes, des muqueuses buccale et nasale, sang sur anticoagulant. Un chevreau est sacrifié et à l'autopsie nous observons une congestion du mésentère et des ganglions environnants, des foyers d'hépatisation rouge des lobes apicaux des poumons.

Les tentatives d'isolement du virus et de reproduction expérimentale de la maladie sur des animaux sensibles se sont soldées par un échec. En revanche, la recherche d'antigènes dans les frottis lacrymaux par la méthode



Figure 2 : Lésions buccales : enduit pultacé blanchâtre.



Figure 3 : Lésions buccales : érosion.

d'immunocapture s'est avérée positive sur un des échantillons. Les résultats sérologiques effectués sur 475 échantillons par le test ELISA de compétition PPR ont montré 33,7 p. 100 des sérums positifs et 3,8 p. 100 douteux.

En avril 1994, à Djénééré, localité située à 150 km au sud de N'Djaména, dans un troupeau de 36 chèvres de race sahélienne, il y a une morbidité de 85 p. 100 et une mortalité de 47 p. 100. Les animaux malades présentent les signes suivants : hyperthermie (41,3°C en moyenne), larmoiement, jetage abondant et mucopurulent (figures 1, 4, 5), dyspnée, diarrhée profuse et lésions buccales. Un des animaux malades est sacrifié sur place.



Figure 4 : Larmoiement bilatéral.



Figure 5 : Congestion de la conjonctive.

A l'autopsie, on retrouve les mêmes lésions décrites lors du foyer de 1993. Des ganglions, des lésions de la langue, des poumons et du cæcum sont prélevés (figure 6). Dans le troupeau, certains animaux avaient des signes cliniques moins prononcés (figure 7). Les moutons ne semblent pas être atteints de même que les autres espèces présentes (bovins, camelins, équins et asins). Selon les éleveurs, la maladie serait apparue dans le village pour la première fois en 1993, probablement après contact avec des troupeaux transhumants venant s'abreuver au puits du village.

En juillet 1994, c'est-à-dire trois mois plus tard, les auteurs retournent sur les lieux et constatent qu'un seul chevreau présente les signes cliniques relatifs à la PPR (exceptées les lésions buccales). Onze sérums sont col-



Figure 6 : Pétéchies sur le cæcum.



Figure 7 : Animaux atteints de PPR dans un troupeau.

Communication

TABLEAU I

Reproduction expérimentale de la PPR chez les chèvres kirdimi tchadiennes à partir d'organes d'un animal malade, infecté naturellement, sacrifié

Inoculum (broyat)	N° animal	Durée Incubation	Temp. (max.)	Signes cliniques				Mort (jours après inoculation)	Sérologie (à J + 30)
				Larmoiement	Jétage	Lésions buccales	Diarrhée		
Poumons* (4 ml)	203	3 jours	41,6°C	+	+	+	+	J + 9	non fait
	202	3 jours	41,3°C	+	+	+	+	J + 11	non fait
Ganglions préscapulaires* (4 ml)	200	-	-	-	-	-	-	-	1/2048
	205	-	-	-	-	-	-	-	1/4 096
Ganglions mésentériques* (4 ml)	204	14 jours	40,3°C	+	+	-	+	-	1/4096
	201	11 jours	41,2°C	+	-	-	-	-	1/2048
Ganglions préscapulaires animal n° 202 bovin 208 (4 ml)	209	8 jours	39,9°C	+	+	-	+	-	1/1024
	210	4 jours	40,3°C	+	+	-	+	J + 8	non fait
	202	-	-	-	-	-	-	-	1/64

* Provenant de l'animal malade issu du foyer naturel

lectés au hasard sur les animaux et l'analyse sérologique par le test de séroneutralisation montre que tous hébergent des anticorps anti-PPR à des titres variant entre 1/32 et 1/516.

Reproduction expérimentale de la maladie

Les broyats des organes (poumons, ganglions mésentériques et préscapulaires), prélevés de l'animal sacrifié lors de l'épidémie d'avril 1994, sont inoculés à des chèvres sensibles. Du tableau I, on peut remarquer que tous les animaux qui ont reçu le broyat de poumons sont morts au 9^e et 11^e jour après avoir présenté tous les signes cliniques de la maladie. Aucun signe clinique relatif à la PPR n'a été observé chez les sujets ayant reçu le broyat des ganglions préscapulaires (figure 8 et tableau I). En revanche, ces animaux ont fait une séroconversion au 30^e jour après l'inoculation (titre de 1/2 048 et 1/4 096 en séroneutralisation). Tous les signes cliniques ne sont pas observés chez les chèvres qui ont reçu le broyat de ganglions mésentériques (tableau I) : ainsi, les lésions buccales sont absentes, le jétage et la diarrhée sont remarqués chez l'un des deux sujets ; aucune mortalité n'est enregistrée dans ce groupe. Les deux chèvres survivantes ont fait une séroconversion (titre de 1/2 048 et 1/4 096) comme dans le cas précédent. Chez tous les animaux ayant réagi positivement à l'inoculation de différents organes, on constate une

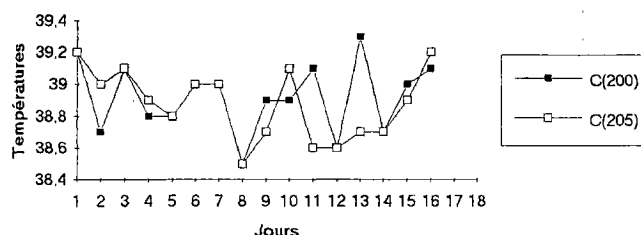


Figure 8 : Courbes thermiques - Inoculation à partir de broyat de ganglion préscapulaire.

hyperthermie variant entre 39,9° et 41,6°C (figures 9 et 10), hyperthermie qui amorce toujours le début de la maladie. La durée d'incubation a été de 3 à 11 jours suivant le cas.

Dans le but d'exclure la peste bovine, le broyat de ganglions d'un des sujets mort de l'infection expérimentale est inoculé à un bouvillon et à deux chèvres. Comme on peut le constater sur le tableau I, les deux chèvres ont réagi à l'inoculation avec tous les signes cliniques de la PPR (exceptées les lésions buccales). L'une d'elle est morte le 8^e jour après infection. Aucun symptôme clinique relatif à la PPR ni à la peste bovine n'est observé chez le bouvillon (figure 11). Le bouvillon et la chèvre qui a survécu à l'infection expérimentale ont fait une séroconver-

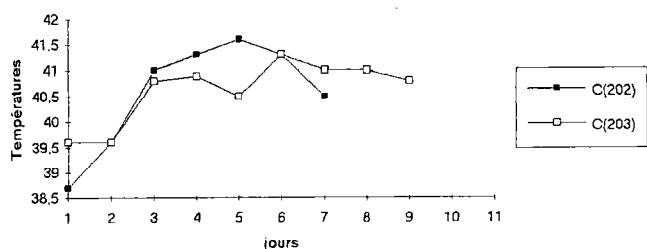


Figure 9 : Courbes thermiques - Inoculation à partir de broyat de poumon.

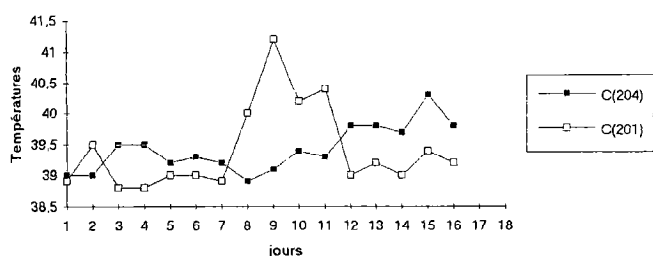


Figure 10 : Courbes thermiques - Inoculation à partir de broyat de ganglion mésentérique.

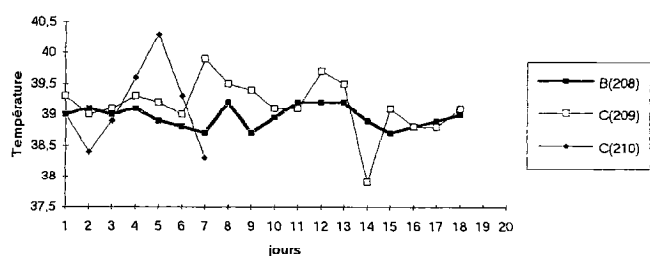


Figure 11 : Courbes thermiques - Inoculation à partir de ganglion préscapulaire de la chèvre 202.

sion avec des titres d'anticorps anti-PPR respectivement de 1/64 et 1/1 024. Par ailleurs, la réaction d'immunodiffusion en gélose s'est révélée positive vis-à-vis de l'anti-sérum anti-PPR avec les broyats de poumons et de ganglions mésentériques, mais pas avec les ganglions préscapulaires. A partir des broyats de poumons, un virus a été isolé sur les cellules de rein de mouton en culture. L'effet cytopathogène a été constaté à partir du 7^e jour après inoculation. Il se caractérise par l'apparition de cellules multinuclées avec une couronne des noyaux réfringents et une masse cytoplasmique amorphe.

Discussion et Conclusion

Pour la première fois au Tchad, des cas cliniques caractéristiques de la PPR sont observés sur les chèvres sahéliennes réputées peu sensibles à ce virus (10). Toutefois l'expression de la maladie a été peu fréquente et ne s'est révélée grave voire alarmante que dans deux élevages.

Les symptômes observés sur le terrain chez ces chèvres sahéliennes pendant les deux dernières années sont similaires à ceux déjà décrits par différents auteurs, dont Gargadennec en 1942 (7), Rowland en 1970 (15) et Abu el Zein en 1990 (1).

A partir de broyats d'organes prélevés d'un animal sacrifié au cours d'une épidémie, la maladie a été reproduite expérimentalement par inoculation des chèvres kirdimi, bien que ces dernières, chèvres naines, soient réputées très sensibles à la PPR (10). Tous les signes cliniques évoqués ci-dessus n'ont pas été exprimés par ces animaux hormis deux cas. Ainsi, le jetage, la diarrhée et les lésions érosives de la muqueuse buccale ont été les symptômes les plus inconstants chez les sujets ayant reçu les broyats de ganglions. Aucune mortalité n'a été notée avec les ganglions mésentériques et préscapulaires. Cependant les titres d'anticorps anti-PPR sont très élevés après 30 jours d'observation. En revanche, les animaux inoculés avec le broyat de poumon ont fait une forme sévère de la maladie et sont morts.

La réaction positive des broyats des organes avec l'anti-sérum anti-PPR en immunodiffusion, la réussite de la reproduction expérimentale de la maladie chez des chèvres avec une forte séroconversion chez les survivants, l'absence de réaction du bouvillon à l'inoculation du matériel infectieux sont des résultats qui plaident en faveur de la présence de la peste des petits ruminants. Pour la première fois au Tchad, les auteurs ont réussi à isoler le virus en cause. Sa caractérisation, en particulier sur le plan génomique, s'avère maintenant nécessaire.

Bibliographie

1. ABU EL ZEIN E.M., HASSANIEN M.M., AL AFALEQ A.I., HOUSAWI F.M., 1990. Isolation of "peste des petits ruminants" from goats in Saudi Arabia. *Vet. Rec.*, **127** : 309-310.
2. BIDJEH K., IDRIS A.O., DIGUIMBAYE C., GANDA K., MAURICE Y., 1989. Incidence des anticorps peste bovine chez les petits ruminants au Tchad. *Bull. Cent. Rech. appl. (CRA)*, **5** : 31-36.
3. BARRETT T., UNDERWOOD B., 1985. Comparison of messenger RNAs induced in cells infected with each member of *morbillivirus* group. *Virology*, **145**: 195-199.
4. BOURDIN P., RIOCHE M., LAURENT A., 1970. Emploi d'un vaccin antibovipestique produit sur cultures cellulaires dans la prophylaxie de la peste des petits ruminants au Dahomey. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **23** (3) : 295-300.

Communication

5. DIALLO A., BARRETT T., LEFEVRE P.-C., TAYLOR W.P., 1987. Comparison of proteins induced in cells infected with rinderpest and PPR viruses. *J. gen. Virol.*, **68**: 2033-2038.
6. DIALLO A., TAYLOR W.P., LEFEVRE P.-C., PROVOST A., 1989. Atténuation d'une souche de virus de la peste des petits ruminants : candidat pour un vaccin homologue vivant. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **42** (3) : 311-319.
7. GARGADENNEC I., LALANNE A., 1942-1943. La peste des petits ruminants. *Bull. Serv. Epizoot. AOF*, **5-6** : 6-21.
8. GIBBS E.C.J., TAYLOR W.P., LAWMAN M.J.P., BRYANT J., 1979. Classification of "peste des petits ruminants" virus as the fourth member of genus *Morbillivirus*. *Intervirology*, **11**: 268-274.
9. HAMDY F.M., DARDIRI A.H., BREESE S.S. Jr., DEBOER C.J., 1976. Immunological relationship between rinderpest and "peste des petits ruminants" viruses. *Proc. 79th Meet. U.S. Anim. Health Assoc.*: 168-179.
10. IDRIS A.O., BIDJEH K., GANDA K., DIGUIMBAYE C., MAURICE Y., 1989. Sensibilité des races ovines et caprines tchadiennes au virus de la PPR. In: Wilson R.T. et Azeb M. eds, African small ruminant Research and Development. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 370-381.
11. LIBEAU G., DIALLO A., COLAS F., GUERRE L., 1994. Rapid differential diagnosis of rinderpest and "peste des petits ruminants" using an immunocapture ELISA. *Vet. Rec.*, **134**: 300-304.
12. LIBEAU G., PREHAUD C., LANCELOT R., COLAS F., GUERRE L., BISHOP D.H.L., DIALLO A., 1995. Development of a competitive ELISA for detecting antibodies to the "peste des petits ruminants" virus using a recombinant Nucleoprotein. *Res. vet. Sci.*, **58**: 50-55.
13. MORNET P., ORUE J., GILBERT Y., THIERRY G., SOW M., 1956. La peste des petits ruminants en Afrique occidentale française. Ses rapports avec la peste bovine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **9** : 313-342.
14. PROVOST A., 1973. Peste des petits ruminants. Farcha, Tchad, Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, p. 106-108. (Rapport annuel)
15. ROWLAND A.C., BOURDIN P., 1970. The histological relationship between "peste des petits ruminants" and kata in West Africa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **23**: 301-307.
16. TAYLOR W.P., 1979. Protection of goats against "peste des petits ruminants" with attenuated rinderpest virus. *Res. vet. Sci.*, **27**: 321-324.

BIDJEH K., BORNAREL P., IMADINE M., LANCELOT R. First time isolation of the PPR virus in Chad and experimental induction of the disease. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 295-300

In Chad, in 1993-1994, investigations into "peste des petits ruminants" (PPR) outbreaks were carried out in flocks of Sahelian goats. Although in the early 1993 outbreaks the virus had not been isolated yet, a serological prevalence (34 %) was observed using ELISA test in 475 sera collected in the infested area. The virus was then isolated for the first time in Chad and typical PPR cases were observed in Sahelian goats, known to be little sensitive to the virus. To experimentally induce the disease, goats were inoculated with suspensions of lymph nodes or lungs, collected from sick animals. Lung suspensions induced the most serious symptoms. Suspensions of lungs and mesenteric lymph nodes were positive by agar-gel immunodiffusion test against PPR anti-serum, while prescapular lymph nodes remained negative. Characterization of the isolated virus, in particular with regard to its genomic identity, should be investigated.

Key words: Cattle - Goat - *Morbillivirus* - Experimental infection - Serology - ELISA - Immunology - Epidemiology - Chad.

Isolement de souches de mycobactéries pathogènes chez des bovins abattus à l'abattoir de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

A. Delafosse¹, A. Traore², B. Kone³

DELAFOSSE A., TRAORE A., KONE B. Isolement de souches de mycobactéries pathogènes chez des bovins abattus à l'abattoir de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4) : 301-306

La tuberculose bovine est le premier motif de saisie à l'abattoir de Bobo-Dioulasso. Ce travail a consisté à confirmer, par des méthodes de laboratoire (examen direct après coloration de Ziehl-Nielsen et isolement de souches de mycobactéries après culture sur milieu de Loewenstein-Jensen), le diagnostic nécropsique effectué à l'abattoir. Pendant la durée de cette étude, 39 souches de mycobactéries pathogènes (38 souches de *Mycobacterium bovis* et 1 souche de *M. tuberculosis*) ont pu être isolées à partir de 100 prélèvements suspects. Aucune mycobactérie évoquant *M. farcinogenes* n'a pu être observée à l'examen direct. Le diagnostic différentiel entre la tuberculose bovine et le farcin a pu donc être posé. Ces résultats confirment le bien fondé des saisies pour tuberculose effectuées à l'abattoir. La majorité des bovins provenant de villages situés à proximité de Bobo-Dioulasso, il est probable que cette maladie sévisse à l'état enzootique dans la région, avec un taux d'infection chez les animaux certainement élevé.

Mots-clés : Bovin - Tuberculose - *Mycobacterium* - Agent pathogène - Lésion - Nécropsie - Abattoir - Burkina Faso.

INTRODUCTION

L'abattoir de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) est le deuxième du pays par son importance. Ainsi, du 1er avril 1992 au 1er avril 1993, 73 bovins y ont été abattus en moyenne chaque jour. L'analyse du registre des services sanitaires (2, 11) montre que, pendant cette période, le premier motif de saisie des viandes bovines est la tuberculose. En moyenne, 10 saisies partielles par jour et 1 à 2 saisies totales par mois sont effectuées pour ce motif.

Le diagnostic clinique de la tuberculose effectué à l'abattoir est-il fiable ? Ne peut-il y avoir confusion entre la tuberculose vraie et le farcin du boeuf (à *Mycobacterium farcinogenes*) très comparable du point de vue symptomatologique ?

Une série d'enquêtes tuberculiques, utilisant l'intradermo-réaction comparative, a été effectuée entre 1967 et

1976 (5, 12, 16) dans différentes régions du Burkina Faso (alors Haute Volta).

Dans la zone sahélienne du pays, 3 à 7 p. 100 des bovins testés à la tuberculine humano-bovine réagissaient. L'importance de la tuberculose bovine était très variable d'un village à l'autre (jusqu'à 17 p. 100 d'animaux positifs). Les animaux âgés étaient les plus touchés. A Gaoua (ville située au sud-ouest du Burkina Faso), 6 à 7 p. 100 des bovins réagissaient à la tuberculine humano-bovine. Par ailleurs, sur 209 souches de mycobactéries isolées chez les bovins à partir des abattoirs de la région de Bobo-Dioulasso entre 1965 et 1968, 192 (92 p. 100) étaient *Mycobacterium bovis*, 7 (3,4 p. 100) *M. tuberculosis* et 10 (4,6 p. 100) des mycobactéries atypiques (6).

Ces résultats tendent à montrer l'existence, à l'époque, de tuberculose bovine à l'état enzootique au Burkina Faso, la région nord du pays étant la plus touchée. Les seules données épidémiologiques récentes sont fournies par les rapports statistiques publiés chaque année par le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Ces statistiques se basent sur les saisies effectuées dans les abattoirs du pays.

Ce travail a pour objectif d'évaluer la prévalence de la tuberculose vraie dans la population des bovins traités par l'abattoir de Bobo-Dioulasso du 21 juin au 28 juillet 1994. Il s'agit de confirmer le diagnostic de tuberculose posé à l'abattoir à l'aide de techniques de laboratoire. L'examen bactériologique, après coloration au Ziehl-Nielsen, et la mise en culture sur milieu de Loewenstein-Jensen ont été utilisés.

MATERIEL et METHODES

La population étudiée est constituée par l'ensemble des bovins traités à l'abattoir de Bobo-Dioulasso du 21 juin au 28 juillet 1994. Le recueil des prélèvements a été effectué par un étudiant de l'Ecole vétérinaire de Maisons-Alfort (14).

Pendant la période de l'étude, l'ensemble des organes saisis pour cause de tuberculose a été prélevé chaque jour dans des boîtes stériles.

A partir de chaque prélèvement, un étalement a été coloré à froid avec le colorant de Ziehl-Nielsen. Chaque lame

1. CIRDES, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

2. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

3. Service provincial des Ressources animales du Houet, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Reçu le 15.9.95, accepté le 5.2.96.

A. Delafosse A. Traore B. Kone

a été lue et interprétée par deux personnes habituées à ce type d'examen.

La richesse des étalements en bacilles alcool-acido-résistants (BAAR) est appréciée en utilisant l'échelle suivante :

P0	lame négative
P1	1 BAAR pour 100 champs
P2	2 BAAR pour 100 champs
P3	3 BAAR pour 100 champs
P4	4 BAAR pour 100 champs
P5	5 BAAR pour 100 champs
P6	6 à 24 BAAR pour 100 champs
P7	25 à 40 BAAR pour 100 champs
P8	41 à 80 BAAR pour 100 champs
P9	nombreux BAAR par champ.

Pour chaque prélèvement, des procédés de décontamination (traitement par l'acide sulfurique puis par la soude) sont réalisés avant ensemencement sur le milieu de Löwenstein-Jensen. La région d'origine des animaux ayant fait l'objet de saisies pour tuberculose a également été relevée.

RESULTATS

Sur les 2 700 bovins abattus pendant la durée de ce travail, il y a eu 93 saisies partielles et 7 saisies totales pour tuberculose (soit 3,7 p. 100 d'animaux suspects de tuberculose à l'issue du diagnostic clinique).

Localisation des lésions

La répartition des cas selon la localisation des lésions fait apparaître une prédominance des formes pulmonaires devant les formes mammaires et rénales (tableau I).

TABLEAU I

Répartition des prélèvements en fonction des organes atteints

Localisation des lésions	Nombre de cas
Poumon	51
Mamelle	14
Rein	14
Foie	13
Ganglions mandibulo-maxillaires	4
Ganglions préscapulaires	2
Rate	2
TOTAL	100

Examen direct après coloration de Ziehl-Nielsen

Des BAAR ont été retrouvés dans 54 des 100 prélèvements effectués. Les bacilles filiformes, «en perruque», caractéristiques de *M. farcinogenes*, n'ont jamais été rencontrés.

Les résultats exprimés en fonction de la richesse des étalements en BAAR et de la nature de l'organe prélevé (tableau II) montrent que la moitié des lames positives ne compte que 1 à 4 bacilles pour 100 champs.

TABLEAU II

Résultats de l'examen direct en fonction de la nature de l'organe prélevé

Résultats examen direct	Localisation de la lésion					Total
	Poumon	Mamelle	Foie	Rein	Autres	
P1	0	3	3	2	2	10
P2	4	0	0	1	0	5
P3	4	1	1	0	0	6
P4	4	0	0	2	0	6
P5	3	0	1	0	0	4
P6	1	1	2	0	0	4
P7	4	1	0	0	1	6
P8	2	0	0	2	0	4
P9	8	1	0	0	0	9
Total	30	7	7	7	3	54

Sur les 9 étalements les plus riches en BAAR (nombreux bacilles par champ), 8 provenaient de lésions pulmonaires (tableau II) et une d'une lésion de la mamelle. Ces différences entre organes ne sont pas significatives (tableau III) (test du χ^2 corrigé de Yates ; $\chi^2 = 3,37$, NS).

TABLEAU III

Résultats de l'examen direct en fonction de la localisation des lésions

Résultat de l'examen direct	Localisation de la lésion		Total
	Poumon	Autres organes	
P9	8	1	9
P1 à P8	22	23	45
Total	30	24	54

Cultures sur milieu de Loewenstein-Jensen

Sur 100 prélèvements ensemencés, 86 ont poussé et 14 se sont révélés non interprétables, les cultures ayant été contaminées.

L'identification des mycobactéries a pu être entreprise sur 39 des 86 cultures et 47 ont donné des résultats négatifs. Les résultats montrent la prédominance de *M. bovis* (38 isolements pour 39 cultures positives).

Aucune souche de *M. avium* n'a été isolée. Une souche de *M. tuberculosis* a pu être isolée d'un prélèvement par ailleurs négatif à l'examen direct (tableau IV).

Sur 39 cultures, 27 cultures positives (soit 69,2 p. 100) proviennent de lésions pulmonaires et 3 (7,7 p. 100) de lésions mammaires.

Sur 40 prélèvements négatifs à l'examen direct, on a pu isoler dans 8 cas (soit 20 p. 100) des mycobactéries pathogènes. Lorsque le nombre de BAAR pour 100 champs est faible (P1 à P5 selon le barème retenu), on isole des mycobactéries pathogènes dans 50 p. 100 des cas. Ce taux passe à 82 p. 100 lorsque le résultat de l'examen direct est compris entre P6 et P8, et à 100 p. 100 quand le prélèvement comprend de nombreux BAAR par champ (P9) (tableau V).

TABLEAU V

Résultats comparés des examens directs après coloration et des cultures sur milieu de Loewenstein-Jensen

Culture	Examen direct				Total
	négatif	P1 à P5	P6 à P8	P9	
Positive	8	13	9	9	39
Négative	32	13	2	0	47
Total	40	26	11	9	86

Les cultures contaminées n'ont pas été retenues. Le test du χ^2 de tendance est significatif (χ^2 tendance = 21,8, 1 ddl ; $p < 0,001$).

TABLEAU IV
Identification des mycobactéries
à l'aide de la mise en culture des prélèvements

Résultat de la culture	Résultat de l'examen direct	Localisation de la lésion
<i>M. bovis</i>	P1	Mamelle
<i>M. bovis</i>	P2	Poumon
<i>M. bovis</i>	P2	Poumon
<i>M. bovis</i>	P3	Poumon
<i>M. bovis</i>	P3	Poumon
<i>M. bovis</i>	P3	Poumon
<i>M. bovis</i>	P4	Poumon
<i>M. bovis</i>	P4	Rein
<i>M. bovis</i>	P4	Poumon
<i>M. bovis</i>	P5	Poumon
<i>M. bovis</i>	P5	Poumon
<i>M. bovis</i>	P5	Poumon
<i>M. bovis</i>	P5	Foie
<i>M. bovis</i>	P6	Foie
<i>M. bovis</i>	P6	Poumon
<i>M. bovis</i>	P7	Ganglion mandibulo-maxillaire
<i>M. bovis</i>	P7	Poumon
<i>M. bovis</i>	P7	Poumon
<i>M. bovis</i>	P7	Poumon
<i>M. bovis</i>	P7	Mamelle
<i>M. bovis</i>	P8	Poumon
<i>M. bovis</i>	P8	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Mamelle
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	P9	Poumon
<i>M. bovis</i>	Négatif	Poumon
<i>M. bovis</i>	Négatif	Poumon
<i>M. bovis</i>	Négatif	Rate
<i>M. bovis</i>	Négatif	Rein
<i>M. bovis</i>	Négatif	Foie
<i>M. bovis</i>	Négatif	Foie
<i>M. bovis</i>	Négatif	Foie
<i>M. tuberculosis</i>	Négatif	Poumon

Par ailleurs, on note une différence en fonction de la localisation des lésions. Ainsi, lorsque l'organe prélevé est le poumon, le pourcentage de cultures positives est significativement plus élevé pour les prélèvements contenant un nombre faible (P1 à P5) ou moyen (P6 à P8) de BAAR à l'examen direct (tableau VI).

TABLEAU VI

Résultats des cultures sur milieu de Loewenstein-Jensen pour des prélèvements contenant un nombre faible ou moyen de BAAR à l'examen direct

Organes	Culture		total
	positive	négative	
Poumons	15	4	19
Autres organes	6	12	18
Total	21	16	37

Comparaison en fonction des organes prélevés

Les différences observées sont significatives au test du χ^2 (χ^2 calculé = 7,77; $p < 0,01$).

En prenant la culture sur milieu de Loewenstein-Jensen comme technique de référence, nous pouvons calculer la sensibilité et la spécificité de l'examen direct après coloration de Ziehl-Nielsen (tableaux VII et VIII).

TABLEAU VII

Sensibilité et spécificité de l'examen direct pour les prélèvements issus de lésions pulmonaires

Culture	Résultat de l'examen direct		total
	positif	négatif	
Positive	24	3	27
Négative	5	13	18
Total	29	16	45

Sensibilité (Sn) = vrais positifs (VP)/(vrais positifs (VP) + faux négatifs (FN)) = 24/27 = 0,89

Spécificité (Sp) = vrais négatifs (VN)/(vrais négatifs (VN) + faux positifs (FP)) = 13/18 = 0,72

TABLEAU VIII

Sensibilité et spécificité de l'examen direct pour les prélèvements issus d'autres organes que les poumons

Culture	Résultat de l'examen direct		total
	positif	négatif	
Positive	7	5	12
Négative	10	19	29
Total	17	24	41

Sn = 7/12 = 0,58

Sp = 19/29 = 0,65

Les animaux ayant fait l'objet de saisies pour tuberculose provenaient dans 87 p. 100 des cas, du quart sud-ouest du pays et souvent de villages situés à proximité de Bobo-Dioulasso (72 p. 100 des cas) ; 13 p. 100 avaient été achetés au nord, dans la zone sahélienne du pays.

DISCUSSION

Cette étude permet de démontrer l'existence de tuberculose dans la population de bovins abattus à Bobo-Dioulasso du 21 juin au 28 juillet 1994.

Le diagnostic différentiel avec le farcin du boeuf a pu être fait, aucun BAAR de forme filamenteuse, caractéristique de *Mycobacterium farcinogenes* n'ayant été observé. Le farcin du boeuf ne semble pas être une pathologie fréquente au Burkina Faso, cette constatation ayant déjà été faite en 1969 (7).

Ce travail permet également de comparer deux techniques de diagnostic : le simple examen microscopique après une coloration de Ziehl-Nielsen et la mise en culture sur le milieu de Loewenstein-Jensen. Il apparaît que plus le nombre de BAAR observés à l'examen direct est grand, plus la probabilité d'isoler une mycobactérie pathogène sur le même prélèvement est importante.

Certains auteurs (9) évoquent la présence accidentelle de mycobactéries saprophytes dans le pus. Ces germes, en petite quantité car n'étant pas dans un milieu permettant leur multiplication, pourraient expliquer l'existence de quelques BAAR dans certains prélèvements.

La présence de glycérine dans le milieu de Loewenstein-Jensen pourrait aussi inhiber le développement de *M. bovis* (15). Dès lors, les lésions pauvres en bacilles, comme c'est souvent le cas dans l'espèce bovine (10), ne permettraient pas d'isoler *M. bovis*.

Un résultat négatif sur un seul prélèvement ne peut permettre d'éliminer la tuberculose car l'émission de mycobactéries est souvent discontinue (10). Le nombre de cas de tuberculose vraie enregistré au cours de notre étude est donc certainement sous-évalué.

Les spécificités et sensibilités de l'examen direct calculées dans notre étude font apparaître une différence en fonction de la nature de l'organe prélevé. Ainsi la sensibilité du test pour les lésions pulmonaires est de 0,89 contre seulement 0,58 pour les lésions des autres organes. Dans les deux cas, les spécificités obtenues sont faibles (respectivement 0,72 et 0,65), la valeur la plus élevée étant obtenue avec les lésions pulmonaires.

Ces résultats indiquent qu'un simple examen microscopique après une coloration de Ziehl-Nielsen permet de mesurer une prévalence apparente très éloignée de la prévalence réelle, notamment en ce qui concerne les formes de tuberculose extra-pulmonaires.

Le cas de tuberculose respiratoire à *M. tuberculosis* peut être lié à une contamination humaine, l'animal ayant été infecté au contact d'un éleveur malade. *M. tuberculosis* a été isolé dans 3,4 p. 100 des cas lors d'une étude réalisée entre 1965 et 1968 à Bobo-Dioulasso sur 209 prélèvements d'origine bovine suspects (6). Sur 610 souches isolées en France chez les bovins entre 1983 et 1992 (13), il n'y avait que 0,5 p. 100 de *M. tuberculosis*.

Au Burkina Faso, le bacille humain semble donc jouer un rôle non négligeable dans l'épidémiologie de la tuberculose bovine, ce qui pourrait être lié à la forte incidence de la tuberculose humaine dans le pays. Même si *M. tuberculosis* n'induit pas de tuberculose progressive chez les bovins, il peut survivre un certain temps dans leurs tissus (6, 10). Les bovins pourraient donc jouer un rôle de réservoir dans la tuberculose humaine à *M. tuberculosis*, les éleveurs étant particulièrement exposés à ce type de contamination.

La population étudiée ici ne peut être considérée comme représentative du troupeau bovin du Burkina Faso. Les résultats obtenus ne sont donc pas extrapolables à celui-ci. Les seules conclusions valides concernent la population des bovins abattus à Bobo-Dioulasso pendant la période de l'étude. Ces résultats confirment le bien-fondé des saisies pour tuberculose effectuées à l'abattoir. Par ailleurs, la situation épidémiologique actuelle de la tuberculose bovine au Burkina Faso étant très mal connue, la forte prévalence enregistrée à l'abattoir de Bobo-Dioulasso permet de penser qu'une forte proportion des cheptels bovins du pays est infectée.

Les pertes économiques dues à la tuberculose bovine avant l'application des mesures de lutte en France ont été estimées à 3 p. 100 de la production bovine (9). De plus, l'impact de cette maladie sur la santé publique est important, puisqu'il s'agit d'une zoonose majeure. Ainsi, au Pérou, une étude portant sur 853 souches responsables de tuberculose pulmonaire de l'homme en identifia

38 (4,45 p. 100) comme étant *M. bovis* (3). On estime qu'avant que la tuberculose bovine ne soit contrôlée, 50 p. 100 des adénites cervicales humaines dans les îles britanniques étaient dues à *M. bovis* (1).

On estime que 5 à 7 p. 100 des vaches positives à l'intradermo-réaction (IDR) excrètent du bacille dans le lait en l'absence de lésion mammaire apparente (9). Cela explique le nombre important d'enfants atteints de tuberculose à *M. bovis* en Amérique latine (1), ceux-ci étant de grands consommateurs de lait cru.

Une étude a été menée de 1974 à 1977 (12) dans la zone sahélienne du Burkina Faso, peuplée majoritairement d'éleveurs consommateurs de lait cru, pour mettre en évidence des cas de tuberculose humaine à *M. bovis*. L'étude bactériologique a porté sur 55 souches dont une seule avait les caractéristiques de *M. bovis*. Cette faible prévalence apparente des infections à *M. bovis*, dans une zone où les populations sont très exposées au risque, pourrait s'expliquer par l'absence de contagion interhumaine (8). Il est probable que la prévalence réelle de la tuberculose humaine à *M. bovis* soit sous-estimée car les malades atteints de formes pulmonaires éliminent moins de bacilles dans leurs crachats que ceux infectés par *M. tuberculosis* (8). Par ailleurs, le risque de tuberculose secondaire est plus faible chez les sujets infectés par *M. bovis* (10) et les formes extra-pulmonaires ne sont que très rarement diagnostiquées.

Une enquête épidémiologique descriptive, utilisant l'intradermo-réaction menée sur un échantillon représentatif du troupeau bovin du Burkina Faso, serait un préalable indispensable à une bonne connaissance de l'épidémiologie de la tuberculose dans le pays.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dr S.M. Touré, Directeur Général du CIRDES, et le Dr S. Ledru, Laboratoire de Bactériologie du Centre Muraz, Bobo Dioulasso. La mise en culture des échantillons a été effectuée au Centre Muraz.

Bibliographie

1. ACHA P.N., SZYFRES B., 1989. Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux, 2ème ed. Paris, France, Office International des Epizooties, 1 038 p.
2. DELAFOSSE A., 1993-1994. Unité d'Epidémiologie et de Biotechnologies appliquées. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, CIRDES, 46 p. (Rapport d'activités)
3. FERNANDEZ SALAZAR M., GOMEZ PANDO V., DOMINGUEZ PAREDES L., 1983. *M. bovis* en la patologica humana en el Peru. *Bol. Inf. Colegio Med. vet. Peru.* **14** : 16-18.
4. FRANCIS J., 1958. Tuberculosis in animals and man. A study in comparative pathology. Londres, United Kingdom, Cassel.

5. GIDEL R., ALBERT J.P., 1967. Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans la région de Dori (Haute-Volta) du 14/11 au 03/12/67. Bobo Dioulasso, Haute-Volta, OCCGE. (Doc. technique N° 72 / Zoonoses)
6. GIDEL R., ALBERT J.P., LEFEVRE M., MENARD M., RETIF M., 1969. Les mycobactéries d'origine animale isolées au Centre Muraz de 1965 à 1968. Techniques d'isolement et d'identification. Résultats. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **22** (4) : 495-508.
7. GIDEL R., ALBERT J.P., RETIF M., 1969. Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans diverses régions d'Afrique occidentale. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **22** (3) : 337-355.
8. GRIFFITHS A.S., 1937. Bovine tuberculosis in man. *Tubercle*, **18**: 528-543.
9. ECOLES NATIONALES VETERINAIRES FRANCAISES, CHAIRES DES MALADIES CONTAGIEUSES, 1990. La tuberculose. Lyon, France, Rhône-Mérieux, 152 p.
10. MAGNUS K., 1966. Epidemiological basis of tuberculosis eradication. Risks of pulmonary infection. *Bull. OMS*, **35** : 483-508.
11. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE, 1993, 1994. Rapports annuels statistiques. Bobo Dioulasso, Burkina Faso, Ministère de l'Agriculture et de l'élevage.
12. REY J.L., VILLON A., SALIOU P., 1977. La tuberculose bovine dans le sahel voltaïque. Corrélations avec la tuberculose humaine. Bobo Dioulasso, Haute-Volta, OCCGE / FAO, 86 p.
13. THOREL M.F., 1994. Le rôle du laboratoire dans le contrôle de la tuberculose chez les animaux. *Point vét.*, **26** (159) : 35-40.
14. TRAORE A., 1994. Etude épidémiologique de la prévalence de la tuberculose bovine à l'abattoir et sur le lait vendu à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Maisons-Alfort, France, ENVA, 45 p. (Rapport de stage)
15. VESTAL A.L., 1995. Procedures for the isolation of Mycobacteria. Atlanta, Georgia, Centers for Disease Control of the USA, 1969. Atlanta, USA, Public Health Publication.
16. VILLON A., mai 1976. Enquête sur la tuberculose bovine dans le Liptako et l'Oudalan (Département du Sahel, Haute-Volta). Bobo Dioulasso, Haute-Volta, OCCGE. (Doc. technique N° 6357)

DELAFOSSE A. , TRAORE A. , KONE B. Isolation of pathogenic *Mycobacterium* strains in cattle slaughtered in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 301-306

The major cause of meat rejection at the slaughterhouse of Bobo-Dioulasso is bovine tuberculosis. The objective of this work was to confirm the postmortem diagnosis pronounced at the slaughterhouse using laboratory methods (direct examination following Ziehl-Neelsen staining and isolation of *Mycobacterium* strains following culture in a Loewenstein-Jensen medium. During the study, 39 pathogenic *Mycobacterium* strains (38 *Mycobacterium bovis* and 1 *Mycobacterium tuberculosis*) out of 100 sampled out suspicious strains, were studied. No *Mycobacteria* typical of *M. farcinogenes* was found on direct examination. We were then able to differentiate between bovine tuberculosis and bovine farcy. The results confirm the well-founded decision in the slaughterhouse to discard the meat on the grounds of tuberculosis. The majority of cattle is located in villages around Bobo-Dioulasso and it is therefore highly likely that the disease is enzootic in the area with a fairly high level of infection in animals.

Key words: Cattle - Tuberculosis - *Mycobacterium* - Pathogen - Lesion - Postmortem examination - Abattoirs - Burkina Faso.

DELAFOSSE A., TRAORE A., KONE B. Aislamiento de cepas de micobacterias patógenas en los bovinos sacrificados en el matadero de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 301-306

La tuberculose bovine representa el primer motivo de retiro en el matadero de Bobo-Dioulasso. El presente trabajo consistió en confirmar, mediante métodos de laboratorio (examen directo post coloración Ziehl-Nielsen y aislamiento de las cepas de micobacterias después del cultivo sobre un medio de Loewenstein-Jensen), el diagnóstico efectuado mediante necropsia en matadero. Durante la duración de este estudio, se aislaron 39 cepas de micobacterias patógenas (38 cepas de *Mycobacterium bovis* y one cepa de *M. tuberculosis*), a partir de 100 muestras consideradas sospechosas. Al examen directo no se observó ninguna característica de *M. farcinogenes*. Esto permitió el establecimiento de un diagnóstico diferencial entre la tuberculose bovine y *M. farcinogenes*. Los resultados confirman los retiros efectuados por tuberculose en matadero. La mayoría de los bovinos provenían de los pueblos vecinos, situados a proximidad de Bobo-Dioulasso, es posible que esta enfermedad sea enzootica en la región, con una tasa de infección en los animales muy probablemente elevada.

Palabras clave: Ganado bovino - Tuberculosis - *Mycobacterium* - Organismo patógeno - Lesión - Inspección postmortem - Matadero - Burkina Faso.

La lutte contre l'East Coast Fever par bains détiquteurs au Malawi : le programme du point de vue de l'éleveur

F. Blanc ^{1*}, T. Norman ², A. Soldan ², D. Chilombo ², M. Edelsten ²

BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. La lutte contre l'East Coast Fever par bains détiquteurs au Malawi : le programme du point de vue de l'éleveur. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 307-314

La lutte par bains détiquteurs contre l'East Coast Fever (ECF) au Malawi entraîne une réduction des pertes dues à cette maladie variable avec la fréquence de balnéation. Le seul coût pour l'éleveur est représenté par le temps passé à la manipulation des animaux. Toutefois, l'impact économique de l'ECF apparaît limité en situation d'élevage traditionnel. Les éleveurs tiennent son importance comme secondaire par rapport à d'autres interventions en santé ou production animales ou dans d'autres domaines de leur système de production. Les caractéristiques de ces systèmes expliquent les différences d'intérêt pour les bains entre les divers types d'éleveurs. Vus les coûts élevés de cette méthode de lutte, diverses modifications sont envisagées.

Mots-clés : Theilériose - Tique - Immersion - Lutte anti-acarien - Contrôle de maladies - Coût - Malawi.

INTRODUCTION

Les programmes intensifs de bains détiquteurs pour le contrôle des maladies à tiques, notamment de la plus virulente, l'East Coast Fever (ECF), semblent actuellement remis en question en situation d'élevage traditionnel. Ces programmes sont extrêmement coûteux pour les services vétérinaires à un moment où les devises se font chères. Ils peuvent conduire à des catastrophes pour l'élevage, comme cela s'est produit au Zimbabwe, en perturbant les stabilités enzootiques qui se créent entre le bétail et les agents pathogènes (10). Enfin, du fait de la méconnaissance du coût économique réel de ces maladies sur le bétail local, le bénéfice de ces programmes reste souvent mal évalué. Il semble toutefois que ces mesures intensives n'entraînent pas en élevage traditionnel les bénéfices qui justifieraient leur coût.

Cet article étudie le point de vue de l'éleveur vis-à-vis de la lutte par bains détiquteurs du Malawi. Trois questions y sont posées : i) cette technique de lutte présente-t-elle des contraintes variables selon les caractéristiques

socio-économiques des types d'élevage ? ii) quels sont les coûts et les bénéfices des balnéations pour les éleveurs ? iii) les éleveurs peuvent-ils participer financièrement à une lutte dont la poursuite est compromise par les frais élevés de fonctionnement ?

Considérer le point de vue de l'éleveur dans un tel programme présente plusieurs intérêts : i) cette approche permet d'identifier la place du bétail dans le système de production agricole, et de savoir comment une intervention technique s'y inscrit, pour une meilleure connaissance de l'impact de cette intervention ; ii) connaître quels sont les intérêts et les contraintes d'un programme pour les éleveurs permet une adaptation souple aux situations rencontrées ; iii) ces informations constituent une aide à la décision pour les décideurs. Les mesures pourront être négociées et donc plus facilement acceptées que si elles étaient imposées ; iv) une telle étude est indispensable pour définir un optimum socio-économique au sens de Pareto ou de Hicks-Kaldor (15).

Le Malawi, l'élevage, l'East Coast Fever...

Le Malawi est un pays d'Afrique de l'Est avec une forte densité de population. Celle-ci est essentiellement agricole (85 p. 100) et les petites exploitations sont prédominantes (90 p. 100) (7). Le cheptel national est de 800 000 têtes. Ce sont à 95 p. 100 des zébus de type Sanga, les *Malawi local zebu*, élevés en milieu traditionnel par petits troupeaux (médiane de 7,3 animaux par troupeau (2)). Cette petite race locale, dont l'aspect s'apparente plus à celui d'un N'Dama qu'à celui d'un zébu Mbororo, peut être supposée adaptée à son milieu et "résistante". La présente étude ne concerne que cette race locale et sa situation vis-à-vis de l'ECF, à l'exclusion de tout système amélioré.

L'ECF est présente dans le Nord et le Centre du Malawi (figure 1, d'après Daborn (5)) où son vecteur, l'espèce de tique *Rhipicephalus appendiculatus*, se rencontre (1). Cette maladie a longtemps été considérée comme la dominante pathologique en élevage bovin (11, 21). Un programme obligatoire de bains hebdomadaires a été institué afin de l'éradiquer, objectif qui paraît désormais hors d'atteinte.

L'opinion selon laquelle l'ECF infligeait des pertes considérables au bétail a été révisée en situation d'élevage traditionnel. L'impact de l'ECF s'est trouvé considérable-

1. Centre for Tropical Veterinary Medicine (CTVM), Easter Bush, Roslin, EH25 9RG, Edinburgh, Royaume-Uni.

2. Livestock Disease Evaluation Unit (LDEU), Central Veterinary Laboratory, P.O. Box 527, Lilongwe, Malawi.

* Adresse actuelle : NNRDP, PO Box 498, Oshakati, Namibie.

Reçu le 4.3.94, accepté le 7.2.96.

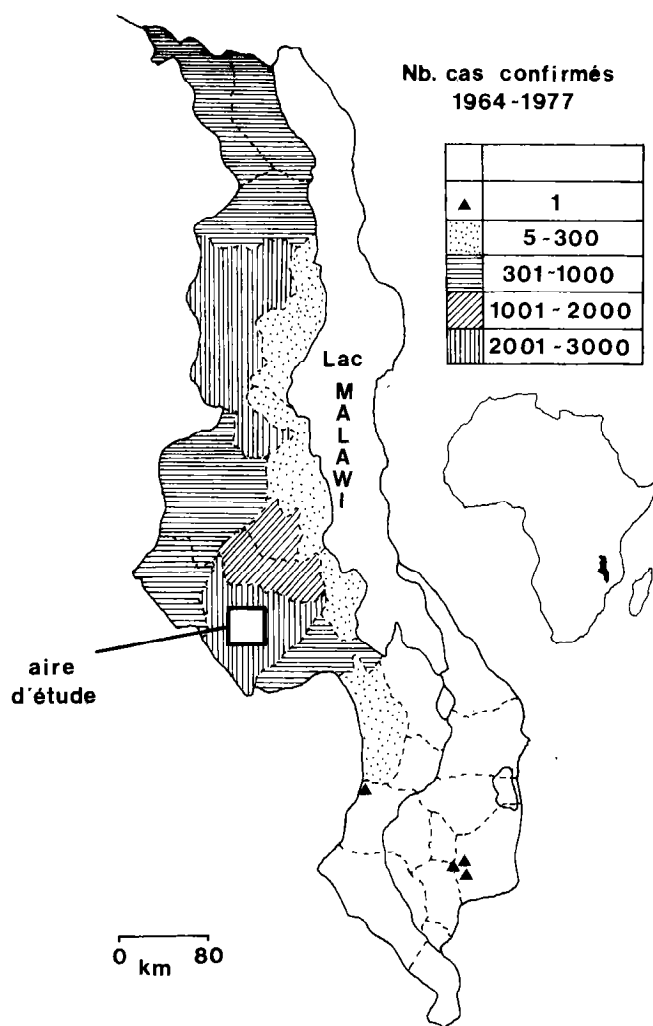


Figure 1 : Distribution de l'ECF au Malawi, d'après Daborn (1981) (5).

ment réduit par différentes études qui par contre insistaient sur le coût des baignations (9, 17, 22). Progressivement ces coûts sont apparus supérieurs aux bénéfices de production dus à la baignation (8).

MATERIEL et METHODES

Trois sources ont été utilisées :

i) une enquête a été menée dans huit aires d'élevage autour de Lilongwe, dans la région la plus exposée à l'ECF avec le district de Mzuzu (5). Cent cinq éleveurs, possédant un total de 1 006 animaux, ont été consultés (figure 1) ;

ii) les registres tenus par l'assistant vétérinaire responsable du bain détiqueur de Tanga, à 20 km au sud de

Lilongwe, ont été analysés. Le fonctionnement de ce bain avait été satisfaisant dans les années passées ;

iii) les résultats du suivi d'un réseau d'élevages (13, 18) regroupant 1 800 animaux marqués, mené par le Livestock Disease Evaluation Unit (LDEU) dans la même région depuis deux ans, ont servi à l'évaluation des pertes dues à l'ECF. Ces pertes, notamment les taux de morbidité et de mortalité pour différentes fréquences de baignation, utilisées pour l'évaluation économique, ne pouvaient pas être évaluées aussi précisément au cours d'une enquête rapide.

Le point de vue de l'éleveur devait être défini à la fois dans ses aspects économiques et sociaux. Pour ces derniers, une analyse factorielle des correspondances (AFC) (6) a été utilisée pour définir les caractéristiques de groupes d'éleveurs selon leur degré de motivation envers la baignation.

La valeur du bétail pour l'éleveur ne se limite pas à son prix de boucherie. De même le coût des mortalités ne se résume pas à la perte du prix à la vente de l'animal. D'abord une partie de la viande est récupérée et consommée ; ensuite l'animal disparu représente une perte de production (d'un veau, de fumier, etc.). Une nouvelle valeur du bétail tenant compte de ces remarques a été établie à partir des résultats de l'enquête : la taille nationale du cheptel restant constante depuis plusieurs années, toute réduction des pertes se traduit par un surcroît d'exploitation à court terme.

Le prix de marché d'un adulte peut être considéré comme représentatif à la fois de sa qualité bouchère et de ses potentialités productives pour l'éleveur. Par contre la valeur des jeunes utilisée tient compte du prix qu'ils auront à l'âge adulte, diminué de la probabilité de ne pas atteindre cet âge adulte". C'est une sorte de "valeur potentielle". Les coûts moyens d'élevage (50 MK^{***} par animal par an) sont déduits et la valeur des produits (fumier, viande récupérée en cas d'abattage d'urgence, prix obtenu à la vente) rajoutés.

Cette valeur est utilisée pour calculer le coût de mortalité d'un animal jeune. La perte de production de fumier est rajoutée à ce coût, et la part de viande récupérée (en général consommée) déduite. Les pertes de fumier, d'utilisation pour la traction (pour les mâles), d'un veau et d'une lactation (pour les femelles) sont ajoutées à la valeur bouchère pour la mortalité des adultes. La part de viande récupérée est déduite.

* Ces bénéfices et ces coûts de l'activité de la production animale ne seront pas détaillés ici ; pour plus de détails, se référer au rapport dont cet article s'inspire (2), qui peut être obtenu sur demande aux auteurs.

** C'est-à-dire 100 p. 100 - les taux de mortalité, de vente et de consommation.

*** 1 Malawi Kwacha (MK) = 100 tambala = 1,50 FF.

RESULTATS

La valeur du bétail et le coût des mortalités

Le tableau I présente les valeurs établies et le tableau II le coût pour l'éleveur d'une mortalité, selon l'âge et le sexe des animaux.

Les déclarations des éleveurs

L'ECF représente 24 p. 100 des mortalités totales avec une fréquentation moyenne des bains entre 50 et 60 p 100 sur la zone*. Ces mortalités totales restent raisonnables : 12,5 p. 100 pour les veaux entre 0 et 1 an ; 4,2 p. 100 pour les animaux entre 1 et 3 ans ; 5 p. 100 pour les adultes. Les pertes par "négligence" d'entretien (veaux noyés dans le parc en saison des pluies, blessures mortelles au pâturage), qui seraient beaucoup plus faciles à prévenir, représentent également 24 p. 100 des mortalités.

TABLEAU I

Valeur des animaux utilisée dans les calculs (en MK).
Moyenne pondérée pour chaque classe en tenant compte du sex ratio

	Femelles	Mâles	Moyenne
Valeur d'un animal 0 à 1 an	353	461	397
Valeur d'un animal 1 à 3 ans	448	650	512
Valeur d'un animal > 3 ans	500	750	583

1 MK : Malawi Kwacha = 100 tambala = 1,50 FF.

TABLEAU II

Calcul des pertes entraînées par une mortalité (en MK), en reprenant les résultats de Norman et Soldan (1992) (13, 18), et les productions du bétail établies lors de l'enquête

Types d'animaux	Pertes (MK)
Mâle - femelle 0 à 1 an	350
Mâle - femelle 1 à 3 ans	409
Mâle > 3 ans	634
Femelle > 3 ans	475
Moyenne pour animaux > 3 ans*	528

* 66,6 % sont des femelles et 33,3 % des mâles

* Les renseignements obtenus sont obscurcis et biaisés par l'obligation de la balnéation hebdomadaire.

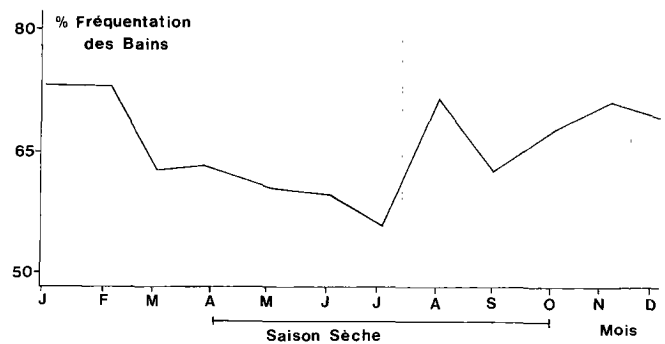


Figure 2 : Fréquentation du bain détiqueur selon la saison. Une fréquentation de 100 p. 100 signifie que tous les éleveurs viennent 52 fois par an au bain détiqueur. Elle passe à 50 p. 100 si seulement 50 p. 100 des éleveurs viennent 52 fois, ou si 100 p. 100 des éleveurs viennent 1 semaine sur 2, etc.

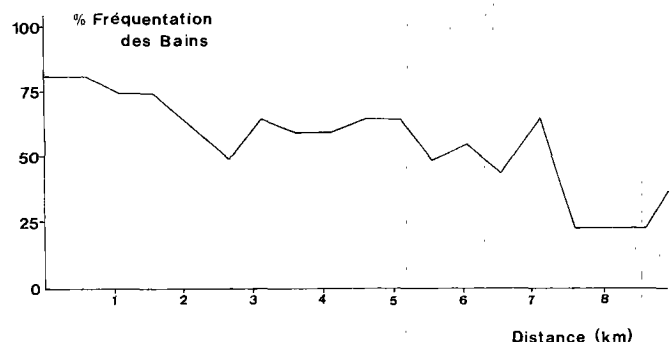


Figure 3 : Fréquentation selon la distance de la ferme au bain détiqueur.

L'amélioration des soins de santé occupe une place secondaire dans l'ordre des priorités citées par les éleveurs. Le contrôle des maladies à tiques n'est guère ressenti comme une priorité. Parmi les raisons fournies comme obstacle à la balnéation sont citées : i) la difficulté de se déplacer pendant la saison des pluies du fait de l'inondation de certaines zones ; ii) la priorité donnée aux travaux des champs en cette saison ; iii) l'absence de surveillance des animaux en saison sèche lorsque le bouvier a été congédié.

Les registres du bain détiqueur

La fréquentation du bain détiqueur est loin d'atteindre les 52 bains théoriques. Les facteurs influant leur fréquentation sont :

- la saison : c'est en saison des pluies que la fréquentation des bains est la plus élevée (figure 2) ;
- la distance au bain détiqueur : la fréquentation baisse lorsque cette distance augmente (figure 3), tendance déjà observée au Burundi (4) ;

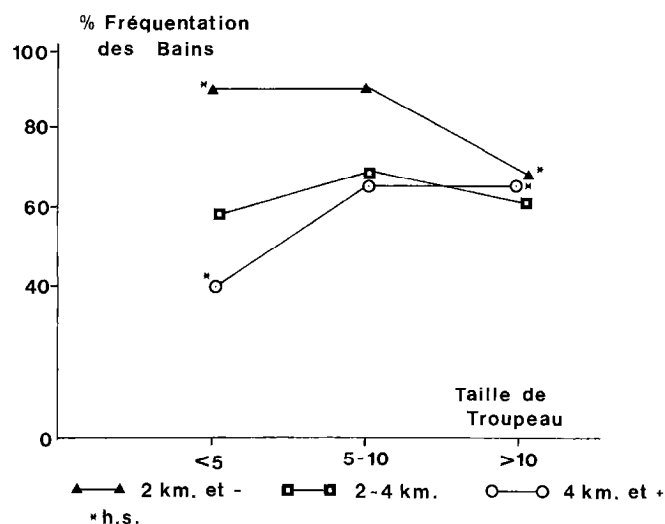


Figure 4 : Fréquentation selon la taille du troupeau.
h.s.: différence de fréquentation selon la distance hautement significative pour une même taille de troupeau.

- la taille du troupeau : ce facteur devait être étudié en supprimant l'effet de la distance (figure 4) ; lorsque la distance n'est pas une contrainte (moins de 2 km) les petits troupeaux sont baignés plus souvent que les grands troupeaux. Pour les distances éloignées (plus de 4 km) c'est l'inverse : la fréquentation augmente lorsque la taille du troupeau augmente.

L'analyse factorielle des correspondances : le profil social de la motivation des éleveurs

Les caractéristiques des éleveurs favorables ou défavorables à la baignation, obtenues à la suite des projections de l'AFC, sont résumées dans le tableau III.

TABLEAU III

Caractéristiques des éleveurs classés selon leur adhésion à la baignation

(Plutôt) favorables	(Plutôt) défavorables
Distance proche	Distance éloignée
Troupeaux les plus petits	Troupeaux les plus grands
Pas d'utilisation de fumier	Autres activités
Troupeaux importants	
Fermier "progressiste"	

TABLEAU IV

Bénéfices de la baignation pour l'éleveur (en MK). Calcul pour trois fréquences de baignation et 1 000 animaux

Pertes dues aux mortalités causées par l'ECF par classe d'âge			
Fréquence de baignation	52	17	0
0 à 1 an	0	0	3455
1 à 3 ans	0	777	777
≥ 3 ans	0	1758	1758
Mortalité totale	0	2535	5990
Pertes dues aux traitements de l'ECF par classe d'âge			
Fréquence de baignation	52	17	0
0 à 1 an	0	37	97
1 et 2 ans	0	12	103
≥ 3 ans	0	73	73
Coût des traitements	0	122	273
Pertes totales	0	2657	6263
Bénéfice brut total de la baignation	6263	3606	0
Bénéfice brut moyen de la baignation par animal	6,3	3,6	0

Evaluation économique du point de vue de l'éleveur

Les seuls bénéfices de la baignation sont une réduction des taux de morbidité et des taux de mortalité dues à l'ECF. Ces pertes et, par déduction, les avantages de la baignation (tableau IV) sont établis à l'aide des évaluations du tableau II, des taux de mortalité et des nombres de traitement (13) pour trois fréquences : 0, 17 et 52 baigns par an (en supposant que cette dernière assure une protection intégrale).

Le bénéfice brut que l'éleveur tire de la baignation n'apparaît pas comme une fonction linéaire de la fréquence, du fait notamment de l'avantage supérieur de baigner en saison des pluies. Passé une certaine fréquence, le bénéfice marginal tiré d'un bain supplémentaire se réduit. La courbe semble être une asymptote (figure 5), avec un point d'inflexion situé entre 17 et 30 baigns par an. Le bénéfice pour le troupeau, égal à la somme des bénéfices individuels, augmente proportionnellement à la taille du troupeau.

Le seul coût identifiable de la baignation pour l'éleveur est le temps passé à conduire les animaux au bain déti-

* L'ECF, hormis deux cas de babésiose sur 1 800 animaux (13, 18), est la seule maladie à tiques détectée.

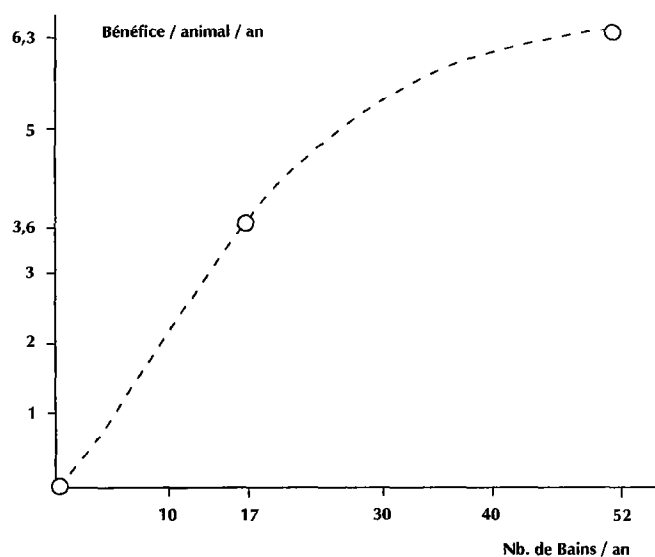


Figure 5 : Bénéfice brut de l'éleveur selon la fréquence de baignation.

queur : certains éleveurs y accompagnent parfois le bœuf. Le taux de retour au travail agricole permet de chiffrer ce coût, en supposant que le temps passé sur le chemin du bain détiqueur est perdu pour le travail au champ. La valeur médiane du retour net au travail agricole est de 0,26 MK par heure. La taille du troupeau par contre n'influe pas sur ce coût, la manipulation étant identique quelle que soit cette taille.

Aucune différence d'état corporel n'a pu être mise en évidence entre animaux baignés et non baignés. Aucun coût ne peut donc être imputé, à l'inverse de l'étude de Nxumalo (14), à l'effort que représente le déplacement du bétail. L'alimentation, uniquement assurée par le pâturage, constitue une ressource sans frais.

Le temps de déplacement, et donc le coût pour l'éleveur, augmente en fonction de la distance au bain (régression significative, $r^2 = 56\%$, figure 6). Contrairement au bénéfice, ce coût augmente aussi linéairement en fonction de la fréquence de baignation. Une telle constance des coûts au cours de l'année repose sur trois points : i) les éleveurs sont occupés dans les champs 10 mois sur 12 au moins ; ii) en saison sèche d'autres opportunités de travail se présentent ; iii) en saison sèche la manipulation des animaux incombe directement à l'éleveur.

DISCUSSION

Les registres du bain détiqueur

Les éleveurs sont conscients des avantages de baigner leur cheptel en saison des pluies, lorsque le risque d'ECF

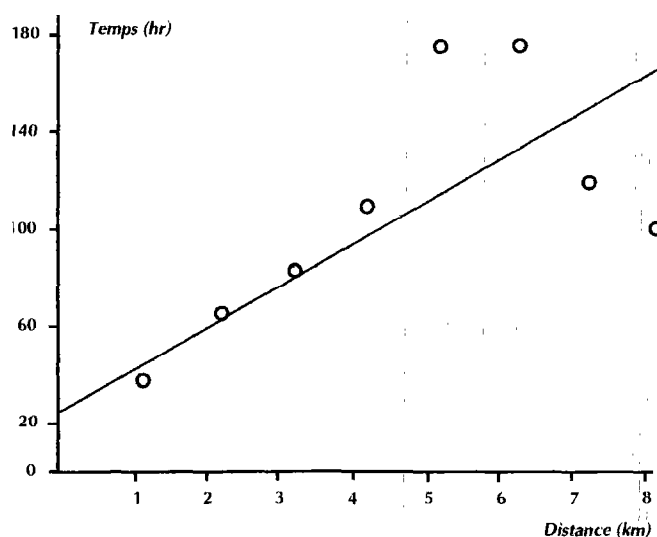


Figure 6 : Coût de la baignation pour l'éleveur selon la distance au bain détiqueur représenté pour une fréquence de 52 bains par an.

s'accroît du fait de la prolifération des tiques. Ils y répondent par une fréquentation plus assidue du bain détiqueur. Les travaux des champs les accaparent alors davantage, mais cette contrainte s'efface devant l'intérêt d'une meilleure protection.

Certaines hypothèses peuvent être émises :

- La baignation présente des avantages connus des éleveurs. Le bénéfice qu'ils en tirent varie selon la taille des troupeaux et la période de l'année.
- Bien que la baignation soit gratuite pour l'éleveur, elle n'est cependant pas "sans coût" ; ce coût augmente avec la distance au bain.
- Une fréquentation de 100 p. 100 sur une année ne représente pas pour l'éleveur l'optimum économique, qui doit être établi en tenant compte des coûts comme des bénéfices.

Le profil social de la motivation des éleveurs

D'après l'AFC, les principales caractéristiques des éleveurs favorables ou plutôt favorables à la baignation sont :

- la proximité du bain, déjà expliquée ;
- la possession d'un petit troupeau, qui peut s'expliquer par une aversion pour le risque : l'éleveur tend à surprotéger le peu d'animaux qu'il possède et qui ont une utilité maximale dans son système de production ;

- l'absence d'utilisation du fumier pour les cultures, liée au fait que les petits éleveurs ont rarement des bœufs de traction pour le transport de ce fumier ;

- la possession de troupeaux importants, qui sera expliquée dans l'évaluation économique ;

- une attitude de fermier "progressiste", intéressé par les innovations techniques. La balnéation est vraisemblablement vue comme faisant partie d'un ensemble de "techniques améliorées".

A l'inverse les caractéristiques des éleveurs plutôt ou franchement défavorables à la balnéation sont :

- l'éloignement du bain détenteur ;

- la possession des troupeaux les plus grands. Ces éleveurs, les plus aisés, sont impliqués dans diverses activités non-agricoles (épicerie, etc.) ou possèdent des "plantations" importantes. Leurs efforts se concentrent sur ces autres occupations plus rentables. Ils peuvent se permettre de "sacrifier" quelques têtes sans que l'utilité qu'ils tirent du bétail soit diminuée de manière conséquente par cette perte ;

- l'implication dans diverses activités non agricoles, liée au caractère précédent.

Ces éleveurs aisés sont probablement ceux qui disposent de la plus forte influence sociale et les plus à même de déterminer les mouvements d'opinion. Leur désintérêt pour la balnéation rend possible un changement de stratégie dans un sens moins favorable aux éleveurs, par exemple en faisant accepter plus facilement de faire payer le passage au bain : ces "faiseurs d'opinion" ne se mobiliseront pas ni ne mobiliseront les autres éleveurs contre ces changements. Par ailleurs les fermiers se concertent peu voire jamais entre eux sur les problèmes de leurs troupeaux. L'assistant vétérinaire responsable du bain détenteur apparaît comme la source de toute information concernant l'élevage. Cette situation est favorable à une vulgarisation efficace à partir de ces assistants ; elle est défavorable à un mouvement d'opinion autonome et concerté des fermiers.

Evaluation économique

Le coût de l'ECF reste limité même en absence de toute mesure de lutte contre les tiques (fréquence annuelle de 0). Ceci explique le peu de priorité que donnent les éleveurs au programme de balnéation, et confirme l'importance réduite que cette maladie a sur le bétail traditionnel au Malawi. Une conclusion similaire avait été obtenue au Zaïre (3).

Figure 5, la relation bénéfices/fréquence de balnéation établie à l'aide de trois points seulement, reste toutefois une hypothèse. Elle suppose que les bains de saison des pluies, dont l'efficacité est maximale, sont effectués en priorité ; les bains suivants sont effectués avec des popu-

lations de tiques de plus en plus réduites. Cette hypothèse ne tient pas compte d'une réduction accrue de la population de tiques si la proportion d'éleveurs appliquant le programme augmente. Elle n'envisage pas les perturbations qu'une balnéation intensive peut entraîner sur l'état de stabilité enzootique vis-à-vis des autres maladies à tiques. De plus ces données mesurées sur deux ans doivent être confirmées sur d'autres années lorsque les conditions climatiques varient.

Les résultats obtenus l'année suivante ont montré une incidence plus importante de l'ECF, des pertes en conséquence plus élevées et une amélioration très forte des effets d'une balnéation limitée à neuf bains annuels (19) ; ces résultats ne remettent en cause ni la méthode adoptée dans cette étude, ni les conclusions des deux premières années, mais ils soulignent l'importance de mener des études sur une période de temps suffisamment longue.

Le calcul de l'optimum économique de l'éleveur doit se faire en tenant compte de bénéfices dont l'accroissement, au-delà d'une certaine fréquence, est moins que proportionnel à l'augmentation des coûts. Le bénéfice net de l'éleveur dépend donc de la situation de chacun en fonction de la taille de son troupeau et de la distance au bain détenteur. Chaque éleveur, s'il dispose du choix de sa propre fréquence, tendra à adopter une fréquence différente. De son point de vue, l'obligation d'un bain hebdomadaire n'est ni souple ni favorable, ce qui explique qu'elle soit peu suivie. La fréquence de 52 bains par an est de toute manière éloignée de cet optimum, qui se situe le plus souvent entre 9 et 30 bains selon la distance au bain, la taille du troupeau et l'année.

Une telle fréquence intensive est non seulement non rentable mais aussi dangereuse : outre les considérations individuelles, le rythme de balnéation idéal devrait permettre une infestation de tiques comprise entre la charge minimale nécessaire pour maintenir un état de stabilité enzootique vis-à-vis des maladies transmises, y compris et en premier lieu de l'ECF, et la charge maximale acceptable qui n'entraîne pas de pertes économiques notables (12). En fait, l'ignorance, à la conception de ce programme de lutte, des phénomènes de stabilité enzootique développés par les races locales de bétail a conduit celui-ci à une impasse financière et technique. Une révision est désormais nécessaire en tenant compte de l'avancée des connaissances dans l'épidémiologie des maladies à tiques ainsi que des contraintes économiques au niveau national comme du point de vue de l'éleveur.

A propos d'une participation financière des éleveurs

Le coût d'entretien et de fonctionnement du programme est tel pour les services vétérinaires que sa poursuite est sérieusement menacée, en tout cas dans sa version intensive (18). Serait-il possible que les éleveurs, qui en

sont les principaux bénéficiaires, y contribuent financièrement si la balnéation cessait d'être obligatoire ou si son rythme était réduit ? Selon Tacher (20) une participation financière des éleveurs à un programme n'est pas envisageable s'ils n'obtiennent pas de ce programme des avantages similaires à ceux qu'ils obtiennent en utilisant leur argent dans d'autres activités. La comparaison avec l'utilisation d'engrais, courante parmi les éleveurs de la région, semble ici pertinente.

Une estimation du bénéfice net que l'éleveur tire de la balnéation peut être faite en considérant la distance médiane au bain (4 km), la taille médiane du troupeau (7,3 animaux) et une fréquence de 17 bains par an, proche de ce qui s'observe en pratique. Le bénéfice annuel net calculé est alors de 18,2 MK par troupeau.

Le bénéfice tiré de l'utilisation d'engrais, estimé lors de l'enquête, suit la relation : $(B - Ca)/Ce = 3$, avec B : bénéfice brut de la production agricole ; Ca : coûts hors coût des engrais ; B - Ca : bénéfice net ; Ce : coût des engrais. L'éleveur doit donc tirer de la balnéation un avantage similaire. Cette relation coût/bénéfice peut être appliquée comme une contrainte à la balnéation, avec B - C : bénéfice net de la balnéation (hors taxation), et Ce : frais annuels de taxation, décomposables par bain (17) et par animal (7,3). Le calcul aboutit à une taxe par animal et par bain qui ne peut excéder 4 tambala ; cette somme est modique en regard du coût du programme. Il n'est donc pas possible d'attendre des éleveurs une contribution notable pour assurer la poursuite de la balnéation. Les résultats de 1992 (19) ont toutefois modéré cette conclusion : l'éleveur obtient un bénéfice supérieur avec un rythme de balnéation moindre, et sa contribution peut ainsi être plus élevée et atteindre 15 tambala par bain et par animal. Elle reste de toute manière insuffisante pour couvrir les coûts de fonctionnement et très insuffisante pour permettre la construction de nouveaux bains.

Il est envisagé, au niveau national, de remplacer la balnéation par des pulvérisations manuelles réalisées au site de l'ancien bain afin de réduire les coûts fixes liés à leur entretien. La situation de l'éleveur en regard des coûts et des bénéfices n'en serait pas changée mais les frais pour les services vétérinaires seraient considérablement diminués et se rapprocheraient des 4, et à plus forte raison des 15, tambala acceptables. Une prise en charge par les éleveurs pourrait alors s'envisager avec cette nouvelle méthode.

CONCLUSION

La lutte par bains détiqueurs présente de réels avantages pour les éleveurs mais elle n'est pas sans coût. Les diffé-

* Ceci reste une hypothèse à vérifier : l'efficacité des pulvérisations dépend du soin que l'opérateur y met ; un bain présente à cet égard plus de fiabilité.

rences de systèmes de production interviennent dans leur degré d'adhésion à cette technique. Les éleveurs ont par ailleurs d'autres priorités en santé animale, en conduite du troupeau ou dans d'autres domaines de leur système de production. Ces autres priorités concernant l'élevage n'ont pas reçu autant d'attention que l'ECF. Elles mériteraient d'être considérées, ce qui pourrait entraîner des améliorations rapides et peu coûteuses.

L'instauration d'une taxe à la balnéation ne représente pas une solution d'une grande portée pratique dans le cadre de la technique actuelle. Le remplacement de la balnéation par des pulvérisations manuelles est par contre une alternative *a priori* envisageable d'un point de vue technique et économique. Le coût de ces pulvérisations pourrait et devrait être supporté par les éleveurs bénéficiaires, ce qui permettrait de vérifier leur intérêt pour le contrôle de l'ECF. Le programme de balnéation serait à reconsidérer afin de réduire son coût de fonctionnement ; notamment, l'obligation d'un bain hebdomadaire pourrait être assouplie. Un tel changement après 60 ans de balnéation intensive nécessite un effort d'explication auprès des éleveurs à travers le réseau des assistants vétérinaires. Il en est de même de toute nouvelle mesure décidée dans la future stratégie de lutte contre les tiques.

Se pose la question de savoir en définitive quelles raisons empêchent les services vétérinaires de modifier une stratégie de lutte si peu justifiée par des critères économiques. La crainte d'un mouvement de protestation violent des éleveurs est l'argument le plus souvent avancé ; or cette crainte est, comme le révèle l'analyse sociologique, sans doute surestimée.

L'absence d'avantage économique de la balnéation dans une région d'ECF enzootique incite à considérer l'installation de tels programmes en élevage traditionnel avec prudence. Le manque de rentabilité d'une balnéation intensive en élevage traditionnel en absence d'ECF a été établi en Zambie (16). Une évaluation précise de l'impact économique des maladies à tiques doit être effectuée avant toute décision, au risque d'aboutir à une situation dont les coûts et les risques deviennent difficiles à gérer. La disposition de l'éleveur à payer pour le service est une bonne indication de sa motivation réelle. La connaissance de celle-ci doit être incluse dans l'analyse du programme, non seulement pour le recouvrement des coûts mais encore comme validation de la pertinence de la lutte.

Remerciements

Cette étude s'est inscrite dans le cadre d'un projet financé par l'Overseas Development Agency. Elle a bénéficié de l'appui du Centre for Tropical Veterinary Medicine (CTVM), Edimbourg, Royaume-Uni, et du Centre national d'études agronomiques des régions chaudes (CNEARC), Montpellier, France. Les auteurs tiennent à remercier les Dr Morel (CIRAD-EMVT) et Bergès (MAC) pour leurs commentaires et avis.

Bibliographie

1. BERGGREN S.A., 1978. Cattle ticks in Malawi. *Vet. Parasitol.*, 4: 289-297.
2. BLANC F., 1992. Farmers' attitude to dipping in Malawi. MSc dissertation, CTVM, Edinburgh, Scotland, 82 p.
3. CHRISTY P., 1986. Les tiques des bovins en Ituri (Zaire). Epidémiologie des maladies transmises et économie de la lutte. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 295 p.
4. CREEK M., 1991. Economic evaluation of national policies for tick-borne diseases and tick control. Lutte contre les tiques (phase II). Burundi, 22 p. (BDI/85/011)
5. DABORN C.J., 1981. Epidemiology of East Coast Fever in Malawi. MSc. dissertation, CTVM, Edinburgh, United Kingdom, 91 p.
6. DERVIN C., 1990. Comment interpréter les résultats d'une Analyse Factorielle des Correspondances ? Paris, France, Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 75 p.
7. ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT, 1991. Malawi, country profile. London, United Kingdom, The Economist Intelligence Unit, 37 p.
8. GRINDLE R.J., 1981. Economic losses from East Coast Fever in Malawi. In: Advances in the control of theileriosis. The Hague, Netherlands, Martinus Nijhoff, p. 408-411.
9. KNUDSEN P.B., 1972. Animal health in the Malawi Danish cattle survey. Lilongwe, Malawi, 187 p. (Report presented to the Malawi Government)
10. LAWRENCE J.A., FOGGIN C.M., NORVAL R.A.I., 1980. The effects of war on the control of diseases of livestock in Rhodesia, Zimbabwe. *Vet. Rec.*, 107: 82-85.
11. MOODIE P.A., 1977. Country report: Malawi. In: Henson J.B., Campbell M. eds., Theileriosis. Workshop held in Nairobi, Kenya, 7-9 December 1976. Ottawa, Canada, International Development Research Centre, p. 25-27. (Report)
12. MOREL P.-C., 1987. Epidémiologie des infestations du bétail par les tiques. In : Premières journées vétérinaires africaines, 31 mai-2 juin 1987, Hammamet, Tunisie. Paris, France, OIE, p. 145-160.
13. NORMAN T.L., SOLDAN A.W., 1992. Livestock Disease Evaluation Project dipping trial, 1991 Economic Report. Lilongwe, Malawi, LDEU, 25 p.
14. NXUMALO R.S., 1991. Analysis of chemical tick control in Southern Africa. MSc. dissertation, CTVM, Edinburgh, United Kingdom, 84 p.
15. PEARCE D.W., 1983. Cost-benefit analysis. London, United Kingdom, Macmillan Education Ltd., 112 p.
16. PEGRAM R.G., CHIZYUKA H.G.B., 1990. The impact of natural infestations of ticks in Zambia on the productivity of cattle and implications for tick control strategies in Central Africa. *Parasitology*, 32: 165-175.
17. RAVN T.J., 1972. The economy of the survey "khola" Managers. In: The activities of the Malawi Danish cattle survey. Lilongwe, Malawi, Malawi government, 187 p. (1972 report)
18. SOLDAN A.W., NORMAN T.L., 1992. Livestock Disease Evaluation Project dipping trial. Lilongwe, Malawi, LDEU, 32 p. (1991 report)
19. SOLDAN A.W., NORMAN T.L., 1993. Livestock Disease Evaluation Project dipping trial. Lilongwe, Malawi, LDEU, 33 p. (1992 report)
20. TACHER G., 1982. Incidences économiques de la pathologie animale tropicale. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 47 p.
21. WILSON S.G., 1945. Some factors affecting the incidence of East Coast Fever in Northern Province, Nyasaland. *J. South Afr. vet. med. Ass.*, 16 (2) : 47-52.
22. VAN WINDEN P., BEALE G.A., 1979. Goals, motivations and practices among Northern Region smallholder cattle farmers. Lilongwe, Malawi, FAO, 45 p. (UNDP/FAO Malawi: Assistance to Livestock Development, MLW/75/020, Working Paper 26)

BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. Farmers' attitude to dipping against East Coast Fever in Malawi. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4): 307-314

Dipping against East Coast Fever (ECF) in Malawi helps reduce losses caused by the disease, which vary with dipping frequency. The only cost to the farmer is the time spent on cattle handling. However, the economic impact of ECF appears limited as regards traditional farming. Farmers see ECF as secondary to other health, animal production or other farming system issues. The characteristics of these systems explain the different attitudes towards dipping among the different types of farmers. Considering the high cost of dipping, various changes in the programme have been taken into consideration.

Key words: East Coast Fever - Tick - Dipping - Mite control - Disease control - Cost - Malawi.

BLANC F., NORMAN T., SOLDAN A., CHILOMBO D., EDELSTEN M. Lucha contra la Fiebre de la Costa Este mediante baños garrapaticidas en Malawi: el programa visto desde el punto de vista del criador. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4) : 307-314

La lucha mediante baños anti garrapatas contra la Fiebre de la Costa Este (ECF) en Malawi, conduce a una reducción de las pérdidas causadas por esta enfermedad, variable según la frecuencia de los baños. El único costo para el criador es el tiempo invertido en la manipulación de los animales. Sin embargo, el impacto económico de la ECF parece limitado bajo condiciones de crianza tradicional. Los criadores lo consideran secundario con respecto a otras manipulaciones de salud o de producción animal o a otros campos del sistema de producción. Las características de estos sistemas explican las diferencias en el interés por los baños entre los diversos tipos de criadores. Debido a los costos elevados de este método de lucha, se presentan diversas modificaciones.

Palabras clave : Fiebre de la Costa oriental - Garrapata - Inmersión - Control de ácaros - Control de enfermedades - Costo - Malawi.

Communication

Trypanosomosis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary approach on risk factors

R.A.M.S. Silva¹A.T.M. Barros²H.M. Herrera¹

SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M. Trypanosomosis outbreaks due to *Trypanosoma evansi* in the Pantanal, Brazil. A preliminary approach on risk factors. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4): 315-319

This study was carried out from January to July 1994 when several cases of trypanosomosis occurred in dogs and horses in the Pantanal. Blood samples collected from sick horses (n = 119) and dogs (n = 4) were examined by the microhematocrit centrifugation technique and mouse inoculation. All dogs and 116 horses (97 %) were infected with *Trypanosoma evansi*. The trypanosomosis outbreaks occurred during or just after the tabanid season in the region. The frequent transit of infected domestic animals through the properties could have contributed to the disease spreading by vectors. Other risk factors such as wild reservoirs and transmission by vampire bats are discussed.

Key words: Horse - Trypanosomosis - *Trypanosoma evansi* - *Tabanidae* - Centrifuging - Epidemiology - Brazil.

Introduction

The Pantanal is a seasonal floodplain of about 140,000 km² ranging in altitude from 80 to 120 m above sea level, located in the centre of South America, between 16° and 21° S and 55° and 58° W. (7). The Pantanal is divided into ten wetlands or *pantanaís*, differentia-

ted in terms of water courses, soil types, and the nature of historical occupation (figure 1). The most important one in terms of cattle raising is Nhecolândia (23,574 km²), located somewhat in the South (20). Extensive cattle ranches varying from 10,000 to 200,000 hectares occupy most of this wetland. It is populated by 3,996,000 cattle, 4,966 buffaloes and 139,760 horses (5).

The traditional cattle-raising system is based on calf and yearling production and its commercialisation involves taking the animals to market-places, river ports or railway stations. The most common way is, on average, for 906 animals to walk 230 km for eleven days (4). Usually, six cowboys herd the animals and each man has one extra horse. The Pantanal is one of Brazil's most important livestock regions and horses play a fundamental role in all steps of beef cattle production.

Equine trypanosomosis caused by *Trypanosoma evansi* is known in the Old World as surra and in the Pantanal and subtropical areas of Argentina as "Mal de Caderas" (14). According to Hoare (11) and Santos *et al.* (17), it was probably introduced in South America during the XVIth century by Spanish settlers. Apparently, the disease entered the Pantanal region in the 1850s but no effective drug treatment was available until the 1930s, and ranchers regularly had to import horses from other regions because of the high mortality rate caused by *T. evansi* (20). Since 1894, the disease has been reported in horses in the Nhecolândia subregion of Pantanal (2). The most serious epidemics followed extensive floodings and this disease became a significant limitation to the expansion of the cattle industry in the Pantanal (20). Franke *et al.* (8) reported the prevalence of the disease in horses as well as the prevalence of *T. evansi* infections in cattle, dogs and free-ranging capybaras in the Poconé subregion of Pantanal. In 0.3 % of the horses, 8.6 % of the dogs and 8 % of the capybaras, the infection was detected using standard parasitological methods. A seroprevalence of 4.1 % was found in horses, 2.3 % in cattle, 7.1 % in dogs and 22 % in capybaras, using an enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of *T. evansi* antigen (ag-ELISA), whereas 9.6, 4.2, 18.6 and 14 %, respectively, of the animals investigated had *T. evansi* antibodies (Ab-ELISA). Despite the reduced incidence of the disease in horses and cattle since the 1950s due to the widespread application of drug treatment (20), the problem remains important. The aim of this study was to investigate some possible risk factors involved in trypan-

1. Laboratory of Ecopatolgy, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Rua 21 de Setembro 1880, CEP: 79.320-900, Corumbá, MS, Brazil. E-mail: ramss@sede.embrapa.br

2. Laboratory of Entomology, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Rua 21 de Setembro 1880, CEP: 79.320-900, Corumbá, MS, Brazil.

Reçu le 23.6.1995, accepté le 17.1.1996.

Communication

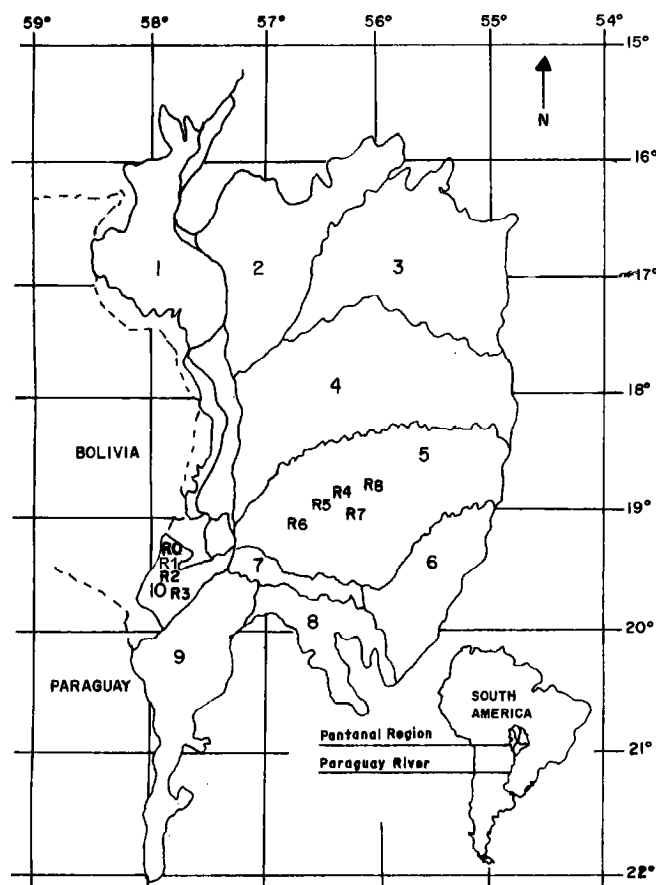


Figure 1: Location of the Pantanal and the *Trypanosoma evansi* outbreaks.

Pantanal Subregions

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1- Pantanal of Caceres | 6- Pantanal of Aquidauana |
| 2- Pantanal of Pocone | 7- Pantanal of Abobral |
| 3- Pantanal of Barão de melgaço | 8- Pantanal of Miranda |
| 4- Pantanal of Paiguas | 9- Pantanal of Nabileque |
| 5- Pantanal of Nhecolândia | 10- Pantanal of Paraguay |

nosomosis outbreaks by *T. evansi* in dogs and horses that occurred in the Pantanal between January and July, 1994.

Material and Methods

The trypanosome survey was conducted from February to July, 1994, when cases of a disease with clinical signs comparable to those of trypanosomosis in horses and dogs were reported by ranchers in the Pantanal. After the first equine trypanosomosis outbreak in January in horses from R1 ranch, blood samples were collected from animals in neighbouring properties where trypano-

somosis-like symptoms or animal deaths were reported by the owners. A fly study carried out during this period allowed us to correlate trypanosomosis incidence and tabanid data.

Study area

The outbreaks occurred in two different regions. The first area, the Jacadigo Lake region located in the Pantanal of Paraguay River, is a plain region with abundant water bodies surrounded by mountains, mainly forested by species from the Paraguayan Chaco. This area includes ranches R0, R1, R2, and R3. The second area is located in the Pantanal of Nhecolândia and includes ranches R4, R5, R6, R7 and R8. It is a seasonal floodplain and its vegetation is characterized by a dominance of savanna species. Ranches R0, R1 and R2 are neighbours and R3 is located 20 km away. The other ranches (R4 to R8) are located about 150 km from the Jacadigo ranches (figure 1).

The climate is tropical with a 24.7 °C average temperature and a 72.7 % relative humidity. The annual rainfall is about 1,200 mm and the rainy season goes from September to April with more than 80 % of rainfall occurring from October to March (3).

Blood samples

Blood samples were taken from four horses at ranch R1, ninety-five at R2, four at R3, one at R5 and five each at R6, R7 and R8. Sick dog samples were obtained, one each from R3 and R4 and two from R5. Horses were bled from the jugular vein and dogs from the radial vein using a vacuum system (Vacuum II, Labnew, Campinas, Brazil). The diagnosis was made using the microhematocrit centrifuge test (MHCT), according to Woo (21). From each blood sample and buffy coat thin smears were prepared.

Mouse inoculation

Blood samples (0.2 ml) were injected intraperitoneally into two outbred white mice. After inoculation, Giemsa-stained thin smears of tail blood from each mouse were examined daily for two months. Seventeen blood samples (17.9 %) from the R2 horses were tested by mouse inoculation. Parasite identification was based on morphological characteristics and biometrical data, obtained from working with an eye piece micrometer as described by Hoare (12).

Fly collecting

A tabanid survey using a horse bait was done monthly from June 1992 to May 1993 in the Nhecolândia subregion. Each sampling day lasted from before sunrise

till after sunset. The flies were caught by two collectors with hand-nets (30 cm diameter). All flies that landed and/or fed on horses were captured and immediately killed in ethyl-acetate bottles. These flies were brought to the Laboratory of Entomology for identification and counting.

Results

The outbreaks began in January when seven horses from R0 and, two weeks later, four horses from R1 became sick. The clinical signs observed were fever, anemia, conjunctivitis, edema of legs and lower parts of the body, progressive weakness, a gradual paresis of hind quarters, loss of condition and inappetence (figure 2). After trypanosomosis had been diagnosed, all horses on the property were immediately treated with Naganol® (Bayer) and the symptoms disappeared.

In February, new cases occurred in a neighbouring ranch (R2) where some horses became sick. All animals in this ranch (n = 95) were sampled and 100 % of the horses proved infected with *T. evansi*. In this ranch, 48 horse deaths (50.5 %) and an abortion were recorded before treatment. One week later, 10 horses (20 %) died in R3. Before death, blood samples from four horses were collected and found to be infected with *T. evansi*. After treatment no other horses died or showed any of the symptoms. In February, four dogs, one from R3, one from R4 and two from R5, and a horse from R5, became sick. All these animals were diagnosed and treated for trypanosomosis.

Between March and June no case was reported by the ranchers. However, in July 12 horse deaths occurred in three other ranches (R6, R7 and R8) located close to R4

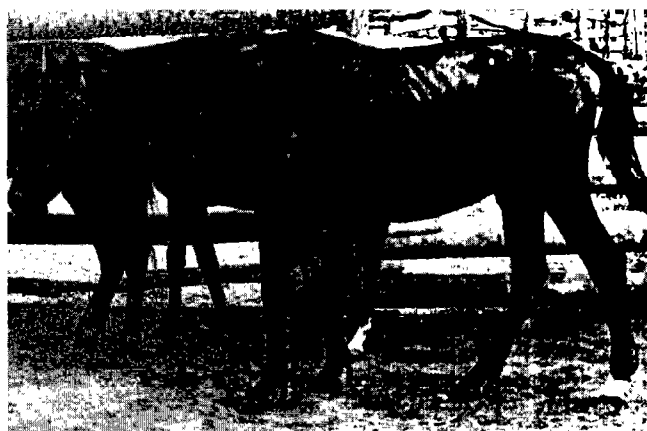


Figure 2: Horse presenting signs of Mal de Caderas due to *Trypanosoma evansi*. The signs include edema of the legs and lower parts of the body and loss of condition.

and R5. A horse in R6 died with the same previously described symptoms. Another horse from R6 passed by R7 and R8 where it died with symptoms of "Mal de Caderas". Later on, five (6.3 %) horses died in R7 and five (12.5 %) in R8. Before death, all of these horses showed symptoms similar to those of trypanosomosis but no laboratory diagnosis was possible. After the deaths in R8, MHCT was used to test five animals and trypanosomes were found in all of them.

Seasonal fluctuation of tabanids in the region and seasonableness of the most abundant species are shown in figure 3. The tabanids reached a population peak from September to November, during the first half of the rainy season. However, population levels of these vectors still remained high until March, end of the rainy season. *Tabanus importunus* was the most abundant and important species throughout the rainy season and reached a population peak from October to January.

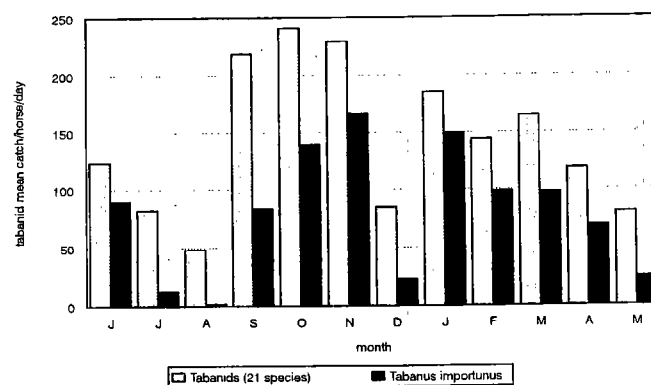


Figure 3: Seasonal distribution of tabanids captured on horses in the Pantanal region, Brazil, from June 1992 to May 1993.

Discussion

At least two different outbreaks could be identified with apparently no connection between them, involving at least 116 infected horses of which 70 died before treatment. Also, four dogs became infected.

A trypanosome survey carried out on domestic and wild animals in the Pantanal by Nunes and Oshiro (16) showed the presence of *T. evansi* in dogs, coatis (*Nasua nasua*) and capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Stevens *et al.* (19) observed a 27 % *T. evansi* infection rate in wild capybaras and a 58 % rate in semi-captive animals in Pantanal. These authors also isolated *T. evansi* from sick dogs in the same region. According to Morales

Communication

et al. (15), healthy capybaras can harbour *T. evansi* and can constitute a wild reservoir for horses and dogs in Colombia. Other wild mammals, such as the coati (16), the ocelot (*Felis pardalis*) (18) and the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) (11), could harbour *T. evansi*, but their roles as reservoirs in the Pantanal is still unknown.

The vampire bat appears to play an important role in initiating outbreaks of "Mal de Caderas" in horses and, once initiated, the infection can be spread by tabanid flies (6). Greenhal *et al.* (9) described both sequential and simultaneous feeding of the common vampire bat from a single wound. This feeding behaviour, i.e. returning to the same host, does not favour the spread of the infection.

Many tabanid species have been reported as trypanosome vectors throughout the world. Krinsky (13) reviewed the role of horse flies as vectors of many trypanosome species and cited about 50 species of tabanids incriminated in the transmission of *T. evansi*. Gruvel and Balis (10) observed a seasonal correlation between the incidence of trypanosomosis in camels and the abundance of tabanids in Chad.

In the Pantanal, studies showed that the vector season coincides with the first half of the rainy season, from September/October to December/January (figure 3). However, the tabanids still remain in high numbers until the end of the rainy season. This season represents the period of major risk for trypanosome transmission by these insects due to their abundance and population peaks of species with high vectorial capacity, notably *Tabanus importunus*. Lutz, in 1908, cited by Barreto, (1) concluded that trypanosomosis was transmitted mechanically by tabanids, mainly *T. importunus* and *T. trilineatus*, during an outbreak in the Marajo Island (North of Brazil). Epidemiologic observations in Venezuela revealed a high possibility of mechanical transmissions of *T. evansi* by *T. importunus* (13).

The increase in cattle trading in the Pantanal over the last four years has caused an increase in the movement of horses, cattle and dogs through various properties. This could have contributed to the spread of the disease. The optimal conditions for the animals to acquire or transmit *T. evansi* are at resting places during the trips, mainly near market places, where the number and the proximity of animals from different properties provide an excellent opportunity for disease transmission by the vectors.

Conclusion

There is strong circumstantial evidence that "Mal de Caderas" outbreaks are governed by factors such as the presence of domestic carriers (cattle, horses and dogs), wildlife reservoirs (mainly capybaras and coatis), abun-

dance of vector populations and local husbandry practices such as intense livestock trading. Whilst vampire bats can play an important role in initiating the outbreaks, tabanids are fundamental for the spread of the infection. We believe that seasonal occurrence of these factors determines the regional epidemiological situation. Finally, knowledge of risk factors is essential to control trypanosomosis in the Pantanal.

Acknowledgements

The authors thank Wibert Avellar and Waldomiro Lima e Silva for assistance in tabanid studies, and Maria D. Santos and Ernandes Ravaglia for assistance in trypanosome studies. Special thanks are extended to the veterinarians Carlos A. Sahib and Mario J. Ferreira. We are also in the ranchers' debt for their kind help with this work.

References

1. BARRETO M.P., 1949. Importância médica e econômica dos tabânidas. *Rev. Clin. São Paulo*, **25** (5-6): 11-20.
2. BARROS J., 1959. Lembranças para os meus filhos e descendentes. São Paulo, SP, Brasil, Empresa Gráfica Carioca, 92 p.
3. CADAVID GARCIA E.A., 1984. O clima no Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS, Brasil, EMBRAPA/CPAP, 39 p. (Circular Técnica No. 14)
4. CADAVID GARCIA E.A., 1985. Comercialização do gado bovino do Pantanal Mato-Grossense; município de Corumbá. MS, EMBRAPA/CPAP, 45 p. (Circular técnica No. 16)
5. CADAVID GARCIA E.A., 1986. Estudo técnico econômico da pecuária bovina de corte do Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, Brasil, EMBRAPA/CPAP, p. 126-127. (Documento No. 4)
6. CONSTANTINE D.G., 1970. Bats in relation to the health, welfare, and economy of man. In: *Biology of bats*, vol. 2. London, United Kingdom, p. 319-341.
7. EMBRAPA/CENARGEN, 1987. Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense. Brasília, DF, Brasil, EMBRAPA/CENARGEN, 339 p.
8. FRANKE C.R., GREINER M., MEHLITZ D., 1994. Investigations on naturally occurring *Trypanosoma evansi* infections in horses, cattle, dogs and capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Pantanal de Poconé (Mato Grosso, Brazil). *Acta trop.*, **58**: 159-169.
9. GREENHALL A.M., SCHMIDT U., LOPEZ-FORMENT W., 1971. Attacking behavior of the vampire bat, *Desmodus rotundus*, under field conditions in Mexico. *Biotropica*, **3**: 136.
10. GRUVEL J., BALIS J., 1965. La trypanosomiase à *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire au Tchad et ses principaux vecteurs. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **18**: 435-439.
11. HOARE C.A., 1965. Vampire bats as vectors and hosts of equine and bovine trypanosomes. *Acta trop.*, **22**: 204-216.
12. HOARE C.A., 1972. *The Trypanosomes of Mammals*. A Zoological Monograph. Oxford and Edinburgh, United Kingdom, Blackwell Scientific Publications, 749 p.

13. KRINSKY W., 1976. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (*Diptera: Tabanidae*). *J. med. Entomol.*, **13** (3): 225-275.
14. MONZON C.M., MANCEBO O.A., ROUX J.P., 1990. Comparison between six parasitological methods for diagnosis of *Trypanosoma evansi* in the subtropical area of Argentina. *Vet. Parasitol.*, **36**: 141-146.
15. MORALES G.A., WELLS E.A., ANGEL D., 1976. The capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) as a reservoir host for *Trypanosoma evansi*. *J. Wildl. Dis.*, **12**: 572-574.
16. NUNES V.L.B., OSHIRO E.T., 1990. *Trypanosoma evansi* in the coati from the Pantanal region of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **84**: 692.
17. SANTOS S.A., SERENO J.R.B., *et al.*, 1992. Origin of Pantaneiro horse in Brazil. *Arch. Zootec.*, **41** (extra): 371-381.
18. SHAW J.J., 1977. The epizootiology of American surra with special reference to the lower Amazon region. *Protozoology*, **3**: 119-128.
19. STEVENS J.R., NUNES V.L.B., LANHAM S.M., OSHIRO E.T., 1989. Isoenzyme characterization of *Trypanosoma evansi* isolated from capybaras and dogs in Brazil. *Acta trop.*, **46**: 213-222.
20. WILCOX R., 1992. Cattle and environment in the Pantanal of Mato-Grosso, Brazil, 1870-1970. *Agric. His.*, **66** (2): 232-256.
21. WOO P.T.K., 1970. The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Acta trop.*, **27**: 384-386.

SILVA R.A.M.S., BARROS A.T.M., HERRERA H.M. Foyers trypanosomiens dus à *Trypanosoma evansi* dans le Pantanal, Brésil. Une approche préliminaire sur les facteurs de risque. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 315-319

Cette étude a été effectuée de janvier à juillet 1994 lorsque plusieurs cas de trypanosomose sont apparus chez des chiens et des chevaux du Pantanal. Des échantillons de sang obtenus de 119 chevaux malades et de 4 chiens ont été examinés par les techniques de centrifugation en tubes microhématocrites et d'inoculation à la souris. Tous les chiens et 116 chevaux (97 p. 100) étaient infectés avec *Trypanosoma evansi*. Les foyers trypanosomiens sont apparus durant ou aussitôt après le pic de prévalence des tabanides dans la région. Le passage fréquent dans les propriétés d'animaux domestiques infectés peut avoir contribué à la propagation de la maladie par les vecteurs. D'autres facteurs de risque tels que les réservoirs sauvages et la transmission par des chauves-souris sont discutés.

Mots-clés : Cheval - Trypanosomose - *Trypanosoma evansi* - *Tabanidae* - Centrifugation - Epidémiologie - Brésil.

Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo

B. Bonfoh^{1*}, J. Zinsstag², P. Ankers¹, L.J. Pangui³, K. Pfister⁴

BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidémiologie des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants dans la région des plateaux au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 321-326

Des autopsies helminthologiques ont été effectuées au Togo sur des petits ruminants (59 ovins, 60 caprins), de race Djallonké, révélant la présence de huit espèces de nématodes gastro-intestinaux qui sont par ordre de prévalence *Trichostrongylus* sp. (*T. axei* et *T. colubriformis*) (99 p. 100), *Haemonchus contortus* (82 p. 100), *Strongyloides papillosus* (67 p. 100), *Cooperia curticei* (43 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (40 p. 100), *Gaigeria pachyscelis* (36 p. 100) et *Trichuris ovis* (4 p. 100). L'intensité de la communauté parasitaire est de $1\ 367 \pm 146$ chez les ovins et de $1\ 133 \pm 102$ chez les caprins avec une communauté adulte qui culmine en août-septembre (moutons : $2\ 135 \pm 494$, chèvres : $2\ 066 \pm 270$). En saison sèche, *H. contortus* et *O. columbianum* entrent en hypobiose larvaire (L4). Le nombre d'œufs par gramme de matière fécale est en général élevé ($> 3\ 000$) et ni l'espèce ni l'âge de l'hôte (6 mois à 3 ans) n'a d'effet significatif sur la charge parasitaire.

Mots-clés : Ovin - Caprin - Strongylidae - Nematoda - Infestation - Helminthologie - Epidémiologie - Saison - Togo.

où les animaux sont en enclos ou pâturent sous surveillance des enfants. L'alimentation se compose de toute végétation accessible, de sous-produits agricoles et de restes de cuisine. Ces petits ruminants, qui bénéficient rarement de soins vétérinaires, sont soumis à de fortes contraintes pathologiques, notamment la peste des petits ruminants, la pasteurellose et les nématodoses gastro-intestinales (Sant'Anna, 1989 ; Adomefa, 1990 ; résultats non publiés).

Le présent article décrit les résultats d'une série d'autopsies de petits ruminants ayant permis de faire l'inventaire des nématodes gastro-intestinaux, de définir leur prévalence et leur charge parasitaire dans la région des plateaux au Togo. La conduite des autopsies sur dix mois a aussi permis de définir l'influence des saisons en plus de celle de l'âge de l'hôte sur la charge parasitaire.

Ces résultats ont été ensuite utilisés pour élaborer un calendrier de vermifugation spécifique à cette zone climatique.

INTRODUCTION

Les races de petits ruminants rencontrées au Togo sont les races Djallonké, Sahélienne ainsi que le mouton de Vogan (croisement d'absorption du mouton Djallonké par le mouton Sahélien). L'amélioration de leur élevage y est soutenue à travers le Projet national petits ruminants. Mais la grande majorité des 2 077 000 petits ruminants du Togo est encore élevée de façon entièrement traditionnelle. La divagation reste le mode d'élevage le plus répandu sauf pendant la période des cultures et récoltes

1. Projet helminthoses de l'Université de Neuchâtel, Centre International de Trypanotolérance, PMB 14, Banjul, Gambie.

2. Centre Suisse de Recherches Scientifiques (C.S.R.S.), BP 1303, Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

3. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.), BP 5077, Dakar Hann, Sénégal.

4. Labo. Pfister, Morgenstr 83B, CH-3018 Berne, Suisse.

* Pour la correspondance : Projet Gambie, Vétérinaires Sans Frontières-Suisse (VSF-CH), PMB 107, Banjul, Gambie.

Reçu le 29.11.94, accepté le 19.2.96.

MATERIEL et METHODES

Période et zone d'étude

L'expérience s'est déroulée de janvier à octobre 1992 dans la préfecture de Kloto (région des plateaux) à 120 km de Lomé. Cette région, d'une altitude variant entre 300 et 800 mètres, bénéficie d'un climat subéquatorial avec une pluviométrie moyenne de 1 500 mm/an tombant entre mars et octobre. La moyenne des températures minimales et maximales est respectivement de 25°C et 29°C.

Les animaux

Les tractus digestifs de 60 caprins et 59 ovins, achetés à l'abattoir municipal de Kpalimé (chef lieu de la préfecture de Kloto), ont été lavés à raison de trois par semaine. Ces animaux, âgés entre six mois et trois ans, étaient tous de race Djallonké et provenaient d'élevages traditionnels de la région des plateaux. De janvier à octobre 1992, quatre à huit animaux par mois étaient prélevés par espèce animale.

Examens parasitologiques

Des échantillons de fèces ont été prélevés pour la coprologie quantitative par la technique de McMaster (6) et qualitative par les méthodes de flottation et sédimentation (11). Après l'abattage, la recherche des nématodes gastro-intestinaux s'est faite selon la méthode décrite par Graber et Perrotin (7). Le tractus digestif est ligaturé en trois points afin d'isoler l'abomasum, l'intestin grêle et le gros intestin. Chacune de ces portions est lavée séparément afin de récupérer les nématodes gastro-intestinaux. Les parasites se trouvant dans une partie aliquote représentant 1/15e du contenu total de chaque portion mis en suspension homogène sont comptés et identifiés après éclaircissement à l'acide lactique 90 p. 100. La moitié de la muqueuse de l'abomasum est digérée pour y compter les larves présentes (7).

Analyse statistique

Un test non paramétrique (Wilcoxon: somme des rangs) a été utilisé pour déterminer l'influence des différents facteurs sur les charges parasitaires.

RESULTATS

Examens coproscopiques (figure 1)

L'excrétion moyenne d'œufs de nématodes gastro-intestinaux sur l'ensemble des animaux autopsiés (exprimée en œufs par gramme de fèces ou OPG) a été de $7\ 812 \pm 874$ pour les œufs de strongles et de $1\ 033 \pm 162$ pour

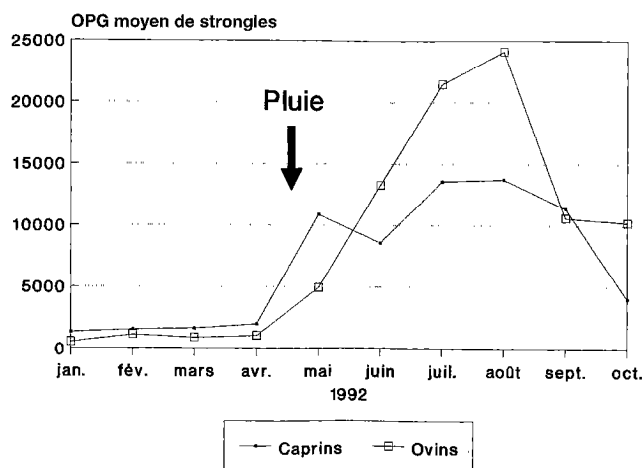


Figure 1 : Fluctuation saisonnière de l'excrétion d'œufs de strongles (œufs par gramme de matières fécales) chez les petits ruminants de la région des plateaux au Togo.

les œufs de *Strongyloides* spp. Cette excrétion culmine en août et est à son plus bas niveau entre janvier et avril chez les moutons comme chez les chèvres. Seul un mouton excréta 1 100 OPG de *Trichuris* spp.

Autopsies helminthologiques

Tous les petits ruminants autopsiés étaient infestés. Les charges ainsi que les prévalences de parasites identifiés sont décrits dans le tableau I avec comme parasite le plus important, en ce qui concerne l'intensité et la prévalence chez les deux espèces hôtes confondues, *Trichostrongylus* sp. (99 p. 100), suivi de *Haemonchus contortus* (82 p. 100), *Strongyloides papillosus* (67 p. 100) et *Cooperia curticei* (43 p. 100).

Sur l'ensemble des petits ruminants, les classes d'âge 6 mois, 1, 2, et 3 ans ont des charges de parasites adultes respectives de 1 310, 1 133, 1 143 et 1 064 nématodes. Il n'y a pas de différence significative de la charge parasitaire entre ovins et caprins (tableau II).

Variations saisonnières des charges parasitaires

La charge parasitaire et la fluctuation de la communauté de nématodes sont similaires chez les caprins et chez les ovins (figure 2) avec une moyenne de 722 ± 78 (janvier à avril) et $1\ 605 \pm 123$ (mai à octobre) pour l'ensemble des animaux.

La charge parasitaire des populations juvéniles et adultes d'*H. contortus* juvéniles et adultes (figure 3) est influen-

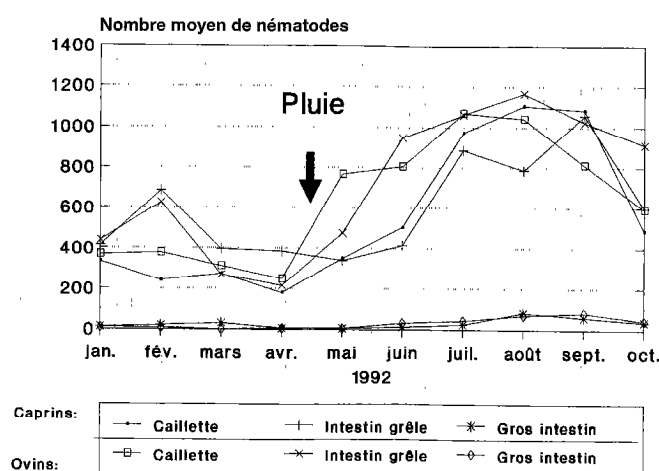


Figure 2 : Fluctuations saisonnières des populations de nématodes gastro-intestinaux (valeurs moyennes) chez les petits ruminants de la région des plateaux au Togo.

TABLEAU I

Prévalence et intensité de la faune parasitaire rencontrée chez 119 petits ruminants autopsiés provenant de la région des plateaux au Togo

Espèces	Caprins (60)			Ovins (59)		
	Prévalence (p. 100)	Intensité moyenne (nb. de vers)	Valeurs extrêmes	Prévalence (p. 100)	Intensité moyenne (nb. de vers)	Valeurs extrêmes
Abomasum						
<i>Haemonchus contortus</i>	88	342	15-1095	80	404	15-1440
<i>Trichostrongylus</i> sp.	93	317	15-1320	92	226	15-1560
Intestin grêle						
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	77	508	15-1695	88	417	15-4095
<i>Strongyloides papillosus</i>	70	163	15-960	64	136	15-735
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	32	37	15-165	42	59	2-150
<i>Cooperia curticei</i>	30	104	15-315	58	205	15-1605
Gros intestin						
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	42	64	15-180	39	69	15-255
<i>Trichuris ovis</i>	5	20	15-30	3	23	15-30
Autres parasites						
<i>Moniezia benedeni</i>	10			17		
<i>Stilesia globipunctata</i>	0			8		
<i>Cysticercus tenuicollis</i>	43			46		
<i>Paramphistomum</i> sp.	3			14		
<i>Schistosoma bovis</i>	0			1		
<i>Dicrocoelium hospes</i>	0			2		

cée de façon significative ($P < 0,005$) par les saisons alors que ni l'âge, ni l'espèce animale n'ont d'effet significatif sur ces populations. Dans l'abomasum, la charge parasitaire de la population d'*H. contortus* (adultes et juvéniles) est élevée pendant les mois de juillet et août (688 ± 69). La population larvaire (L4) moyenne est faible durant cette même période (6 ± 2) mais est maximale entre mars et mai (136 ± 15).

Dans l'intestin grêle, *Trichostrongylus* sp. est présent durant toute la période d'étude. Il est à l'origine d'un pre-

mier pic de la population parasitaire en février (figure 2) avec une abondance de 614 ± 108 puis il culmine entre mai et septembre à 923 ± 97 . L'espèce de l'hôte n'a pas d'influence significative.

Trichostrongylus colubriformis cohabite dans la caillette avec *Trichostrongylus axei* chez 34 p. 100 des petits ruminants autopsiés. Les populations adultes de *S. papillosus*, *C. curticei* et *G. pachyscelis* restent relativement stables pendant toute l'année avec toutefois une légère baisse de janvier à mai.

TABLEAU II

Nombre moyen de nématodes par classe d'âge chez les petits ruminants de la région des plateaux au Togo

Espèces	Caprins (60)						Ovins (59)					
	6 mois (16)	1 an (11)	2 ans (18)	3 ans (15)	6 mois (27)	1 an (11)	2 ans (9)	3 ans (12)	6 mois (27)	1 an (11)	2 ans (9)	3 ans (12)
<i>Haemonchus contortus</i>	294	357	366	194	447	162	350	166	942	871	737	585
<i>Trichostrongylus</i> sp.	380	575	897	67	86	110	117	49	16	34	40	25
<i>Strongyloides papillosus</i>	139	97	76	146	69	130	90	237	27	26	33	23
<i>Gaigeria pachyscelis</i>	11	4	20	8	1	3	0	0	1	3	0	0
<i>Cooperia curticei</i>	11	42	63	6	27	26	33	23	1	3	0	0
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	19	20	44	18	1	3	0	0	1	3	0	0
<i>Trichouris ovis</i>	0	4	0	1	1	3	0	0	1	3	0	0

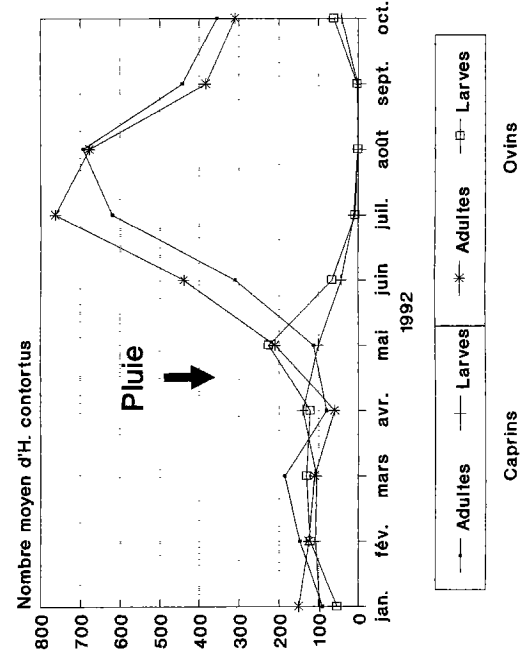


Figure 3 : Fluctuations saisonnières des adultes et larves (L4) d'*Haemonchus contortus* dans l'*abomasum* (valeurs moyennes) chez les petits ruminants de la région des plateaux au Togo.

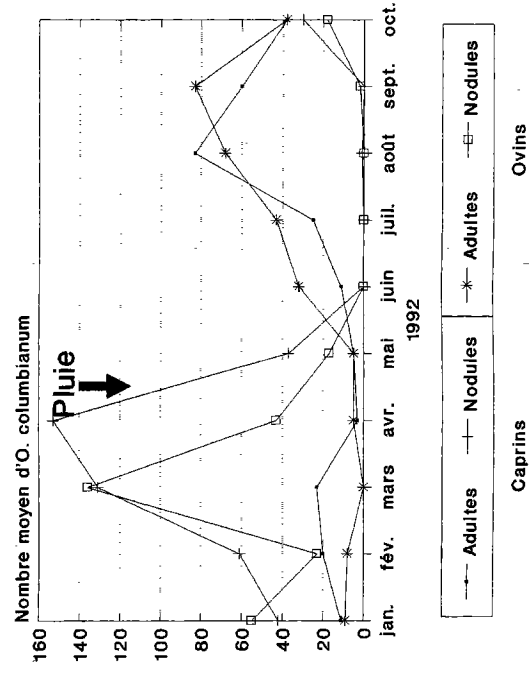


Figure 4 : Fluctuations saisonnières des adultes et larves (L4) d'*Oesophagostomum columbianum* dans le colon-caecum (valeurs moyennes) chez les petits ruminants de la région des plateaux au Togo.

Dans le gros intestin (figure 4) on note un nombre élevé de nodules inflammatoires d' *O. columbianum* sur le colon-caecum en mars-avril (118 ± 27). On a constaté une augmentation de la charge parasitaire de juvéniles et d'adultes en août et septembre (74 ± 18) sans pour autant que cette variation ne soit significative. Seuls 5 animaux étaient porteurs de *T. ovis* adultes avec une intensité moyenne de 21 ± 4 .

DISCUSSION

Les valeurs coproscopiques d'œufs de strongles gastro-intestinaux sont, chez les petits ruminants, significativement plus élevées en période de pluies qu'en période sèche ($P < 0,001$) où l'on remarque le phénomène d'hypobiose avec la présence de larves quiescentes. Mais il n'y a pas d'élévation de l'OPG précédant les premières pluies telle qu'elle est décrite en Gambie (1, 5).

La totalité des animaux autopsiés portent au moins l'un des nématodes mentionnés dans le tableau I. Les variations de charges entre les ovins et les caprins ne sont pas significatives. Par contre il a été rapporté au Sénégal de fortes prévalences des helminthes chez les ovins comparés aux caprins (9).

Les parasites recensés sont les mêmes que ceux rencontrés entre autres au Tchad (7), au Nigéria (4), au Sénégal (7, 9, 13) et en Gambie, pays avec un climat soudano-sahélien (5).

H. contortus et *Trichostrongylus* sp. sont les parasites dominants chez les petits ruminants au Togo. La population d' *H. contortus* survit pendant la saison sèche en partie sous forme de larves hypobiotiques (L4) dans la muqueuse de la caillette. Ce phénomène lié aux facteurs écologiques (2) est rapporté plus au nord, entre autres au Sénégal (8, 12) et en Gambie (5). Cette inhibition au stade larvaire en saison sèche se voit aussi chez *O. columbianum* où la saison joue un rôle significatif sur l'évolution du nombre de nodules ($P < 0,001$) mais pas sur la population adulte. Cela s'avère d'autant plus important que l'œsophagostomose est due essentiellement à la présence d'un nombre élevé de nodules et de larves sur le gros intestin.

L'importance de ces nodules en saison sèche a été rapportée au Sénégal (3, 11). *Trichostrongylus* sp. sévit durant toute l'année sous forme adulte avec une population et une prévalence élevées. Il représente le nématode dominant dans la région des plateaux et a été signalé comme pouvant provoquer des pertes de poids importantes chez les ovins (10).

Les autres nématodes (*Strongyloides papillosus*, *Cooperia curticei*, *Gaigeria pachyscelis* et *Trichuris ovis*) ont été trouvés avec des intensités faibles. Mais une importance particulière peut être accordée à *G. pachyscelis* qui sévit

pendant toute l'année et qui est pathogène à de faibles intensités (7).

L'absence d'effet de l'âge de l'hôte sur la communauté parasitaire a aussi été relevé par exemple au Tchad (7) et en Gambie (5).

CONCLUSION

Sur la base de ces résultats, nous suggérons de faire deux traitements par an : une vermifugation en juin contrôlant la population adulte déjà importante et un deuxième traitement en octobre afin d'éliminer les nouvelles populations adultes et les larves déjà en hypobiose.

Seule une étude économique exhaustive permettrait de déterminer les bénéfices éventuels qu'apporterait ce schéma de vermifugation des animaux cibles.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire suisse (DDA) qui a financé ce travail à travers le Projet helminthoses de l'Université de Neuchâtel (UNP). Leurs remerciements vont également au Professeur Leo Dempfle et au Docteur Bakary Touray, Directeurs du Centre international de trypanotolérance ainsi qu'au Docteur Ignace Kombaté, Directeur de l'Institut national zootechnique et vétérinaire au Togo pour avoir mis à leur disposition les infrastructures nécessaires à la présente étude. Ils remercient enfin l'équipe du projet UNP en Gambie et les bouchers de Kpalimé.

Bibliographie

1. ANKERS P., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1994. Quasi-absence de réinfestation par les strongles du bétail gambien en saison sèche. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** (2): 201-205.
2. ARMOUR J., 1980. The epidemiology of helminth diseases in farm animals. *Vet. Parasitol.*, **6**: 7-46.
3. BELOT J., PANGUI L.J., 1986. Observations sur la fertilité des strongles digestifs du mouton dans le cadre d'une étude ponctuelle aux abattoirs de Dakar : remarques préliminaires et nodules parasitaires. *Revue Méd. vét.*, **137** : 533-536.
4. FABIYI J.P., OPEMAN D.B., HUTCHINSON G.W., 1989. Abundance and survival of infective larvae of the cattle nematodes *Cooperia punctata*, *Haemonchus placei* and *Oesophagostomum radiatum* from fecal pats in a wet tropical climate. *Aust. Vet.*, **65** (8): 229-231.

5. FRITSCHÉ T., KAUFMANN J., PFISTER K., 1993. Parasite spectrum and seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the Gambia. *Vet. Parasitol.*, **49**: 271-283.
6. GORDON H.Mch., WHITLOCK H.V., 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *J. Conc. Sci. Ind. Res. Aust.*, **12** : 50-52.
7. GRABER M., PERROTIN G., 1983. Helminthes et helminthoses de ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Paris, France, Editions du Point vétérinaire, 162 p.
8. NDAO M., 1991. Contribution à l'étude de l'épidémiologie des nématodes gastro-intestinaux des ruminants dans la zone sylvo-pastorale du Sénégal. Thèse en Médecine vétérinaire, Université de Dakar, Dakar, Sénégal. (n°35)
9. NDAO M., BELOT J., ZINSSTAG J., PFISTER K., 1995. Epidémiologie des helminthoses gastro-intestinales des petits ruminants dans la zone sylvo-pastorale au Sénégal. *Vet. Res.*, **26** : 132-139.
10. SHUMARD R.F., BOLIN D.W., EVELETH D.F., 1957. Physiological and nutritional changes in lambs infected with the nematodes, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* and *Nematodirus spathiger*. *Am. J. Vet. Res.*, **18** : 330-337.
11. VASSILIADIS G., 1981. Parasitisme gastro-intestinal chez le mouton du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **34** : 169-177.
12. VERCRUYSSÉ J., 1983. The seasonal prevalence of inhibited development of *Haemonchus contortus* in sheep in Senegal. *Vet. Parasitol.*, **17** : 159-163.
13. VERCRUYSSÉ J., 1984-85. The seasonal prevalence of inhibited development of *Haemonchus contortus* in sheep in Senegal. *Vet. Parasitol.*, **17**: 159-163.

BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidemiology of gastrointestinal nematodes in small ruminants in the "région des plateaux" in Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 321-326

Post-mortem helminthological examinations were performed in Togo on small ruminants of the Djallonké breed (59 sheep, 60 goats), revealing the presence of eight gastrointestinal nematode species which were, in decreasing prevalence order, *Trichostrongylus* sp. (*T. axei* and *T. colubriformis*) (99 %), *Haemonchus contortus* (82 %), *Strongyloides papillosus* (67 %), *Cooperia curticei* (43 %), *Oesophagostomum columbianum* (40 %), *Gaigeria pachyscelis* (36 %) and *Trichuris ovis* (4 %). The average worm burden was $1\ 367 \pm 146$ in sheep and $1\ 133 \pm 102$ in goats with an adult worm population peak in August-September (sheep: $2\ 135 \pm 494$, goats: $2\ 066 \pm 270$). During the dry season, *Haemonchus contortus* and *Oesophagostomum columbianum* populations were mainly in larval hypobiosis (L4). The number of eggs per gram faeces was usually high (> 3 000) and neither the species nor the age of the host (6 months to 3 years) played a significant role in helminth abundance.

Key words: Sheep - Goat - Strongylidae - Nematoda - Infestation - Helminthology - Epidemiology - Season - Togo.

BONFOH B., ZINSSTAG J., ANKERS P., PANGUI L.J., PFISTER K. Epidemiología de los nemátodos gastrointestinales en los pequeños rumiantes de la región de las mesetas en Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 321-326

Se han efectuado en Togo, autopsias helmintológicas sobre pequeños rumiantes (59 ovinos, 60 caprinos), todos de raza Djallonké. Revelaron la presencia de ocho especies de nemátodos gastrointestinales que son, por orden de prevalencia, *Trichostrongylus* sp. (*T. axei* y *T. colubriformis*) (99 p. 100), *Haemonchus contortus* (82 p. 100), *Strongyloides papillosus* (67 p. 100), *Cooperia curticei* (43 p. 100), *Oesophagostomum columbianum* (40 p. 100), *Gaigeria pachyscelis* (36 p. 100) y *Trichuris ovis* (4 p. 100). Las cargas totales medias de vermes en los ovinos y los caprinos son respectivamente $1\ 367 \pm 146$, $1\ 133 \pm 102$ con una población verminosa adulta total que culmina en agosto-septiembre (ovinos : $2\ 135 \pm 494$, caprinos : $2\ 066 \pm 270$). Durante la estación seca *Haemonchus contortus* y *Oesophagostomum columbianum* se quedan en hypobiosis larval. En general, el número de huevos por gramo de heces es elevado (> 3 000) y ni la especie ni la edad del huésped (de 6 meses hasta 3 años) de los pequeños rumiantes no desempeña un papel significativo sobre la carga parasitaria.

Palabras clave : Ovino - Caprino - Infestación - Strongylidae - Nematoda - Helmintología - Epidemiología - Estación del años - Togo.

La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.

V. Essai d'analyse coût-bénéfice du programme

F. Blanc ^{1*}, F. Le Gall ², D. Cuisance ³

BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. V. Essai d'analyse coût-bénéfice du programme. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4) : 327-338

L'analyse coût-bénéfice d'une lutte antiglossinienne par piégeage prise en charge par les éleveurs en République centrafricaine montre l'intérêt de cette méthode pour les éleveurs comme pour le pays. Les avantages pour l'éleveur dépendent de la taille et du mode d'exploitation de son cheptel. Le programme est rentable pour la RCA même si une petite proportion d'éleveurs seulement adopte la technique. Il est peu risqué du fait d'investissements réduits. L'essentiel des coûts et des manipulations est pris en charge par les éleveurs après une campagne de vulgarisation initiale.

Mots-clés : Trypanosomose - *Glossina* - Lutte anti-insecte - Piège - Analyse économique - Elevage - République centrafricaine.

INTRODUCTION

L'impact de la lutte par piégeage contre les trypanosomoses bovines (19) en République centrafricaine (RCA) et la possibilité d'une vulgarisation de cette méthode en milieu Mbororo (3) ont été exposés précédemment. Le présent article évalue l'économie de cette lutte dans les conditions d'une prise en charge progressive par les éleveurs après un lancement par l'Agence Nationale de Développement de l'Elevage (ANDE). L'analyse coût-bénéfice est envisagée du point de vue de l'éleveur puis de l'Etat.

Une analyse économique est indispensable pour décider de la mise en oeuvre d'un programme : la rentabilité économique constitue un critère décisif même si d'autres considérations sont prises en compte. Une évaluation au niveau de l'éleveur permet par ailleurs de savoir si celui-ci a intérêt à adopter la technique proposée ; elle est indispensable à une stratégie de vulgarisation. Les évaluations économiques se sont considérablement développées dans le domaine de la lutte antiglossinienne (6, 15, 24, 27, 28, et Allsopp R. et Barrett J.C. (non publié))

1. Fédération nationale des Eleveurs centrafricains (FNEC), BP 1509, Bangui, République centrafricaine.

2. Banque Mondiale, AGRTN, 1818 H Street, NW Washington, D.C. 20433, Etats-Unis.

3. CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032, Montpellier CEDEX, France.

* Adresse actuelle : NNRDP, PO Box 498, Oshakati, Namibie.

Reçu le 4.3.94, accepté le 7.2.96.

même si, du fait d'hypothèses de départ différentes, des comparaisons sont difficiles à établir entre études. De telles comparaisons pourraient n'avoir que peu de portée dans la mesure où les contextes (espèces de glossines, systèmes d'élevage, objectifs de lutte) sont eux-mêmes très divers.

Les coûts engagés sont en général bien connus lors de ces analyses mais les résultats du programme restent plus difficiles à estimer : leur précision dépend d'abord de la qualité de l'évaluation de l'impact, donc de l'obtention de données précises. Le suivi d'un réseau d'élevage en RCA (19) a permis d'obtenir de telles données.

L'incertitude des bénéfices constitue un second problème. Ces bénéfices dépendent de facteurs dont une liste exhaustive serait laborieuse à établir dans le contexte instable de nombreux pays d'Afrique. Certains facteurs déterminants peuvent toutefois être identifiés comme :

- la proportion d'éleveurs qui adopteront la méthode ;
- le prix des produits animaux, dans la mesure où ces bénéfices sont estimés en terme d'exploitation supplémentaire du cheptel ; ces prix peuvent varier indépendamment des conditions propres à la technique.

Des études de sensibilité à ces facteurs sont indispensables afin de ne pas fournir une réponse unique mais une gamme de réponses qui permettrait un suivi et des adaptations du programme.

MATERIEL et METHODES

Impact physique du piégeage

Le suivi de troupeaux sur la Commune d'Elevage d'Ouro Djaoun (19) fournit une estimation des impacts zootecniques de la lutte par piégeage sur une petite zone. Des renseignements complémentaires permettent une généralisation à l'ensemble des zones d'élevage de RCA : une enquête large est réalisée dans les 27 secteurs principaux d'élevage, dans 370 campements chez 1 151 éleveurs (17). Un piège bipyramidal Gouteux-ANDE (11, 12) est posé pendant un jour ou deux en saison sèche par les chefs de poste vétérinaire lors des séances de vulgarisation chez les éleveurs. Les glossines collectées sont envoyées à Bangui pour diagnose d'espèce ; les densités moyennes de la zone sont calculées.

Certaines "poches" de populations de glossines de faible importance ont vraisemblablement échappé à cette enquête, comme le laisse supposer la comparaison avec une carte de répartition de 1963 (9). Ces poches ne semblent pas induire de pertes aux éleveurs de la zone selon leurs propres déclarations ; leur impact n'a pas été pris en compte.

Le questionnaire de l'enquête permet d'estimer :

- l'effectif de bovins du troupeau ;
- le nombre de jeunes de 0 à 3 ans ;
- le nombre d'adultes de plus de 3 ans ;
- le nombre annuel de morts dus aux trypanosomoses pour chacune de ces classes d'âge ;
- le nombre annuel de sachets d'acéturate de diminazène (Berenil® N.D.) 10,5 g utilisés contre les trypanosomoses.

L'analyse des effectifs moyens par éleveur indique que ceux-ci ne déclarent que la moitié de leur effectif par rapport aux chiffres d'une étude approfondie (20) ; les effectifs déclarés sont donc corrigés en les multipliant par un facteur 2.

Le coût en Berenil® représente 29 p. 100 du coût des trypanocides utilisés contre les trypanosomoses (F. Le Gall et P. Ganabo, non publié) ; le coût total des traitements en trypanocides a donc été obtenu en divisant le coût en Berenil® par 0,29.

Ces données, certainement imprécises, ne servent pas à une évaluation directe des pertes. Elles permettent une pondération des données du suivi du réseau d'élevages pour obtenir des paramètres applicables à l'ensemble de la RCA : les pertes enregistrées lors de cette enquête large sont additionnées en tenant compte des pertes par zone et de l'importance du cheptel de la zone, ramenées à 100 bovins. Ce montant est comparé au montant pour 100 bovins obtenu pour Bambari, essentiellement la zone d'Ouro Djafoun. Les paramètres zootechniques de ce suivi précis sont ainsi pondérés pour la RCA et utilisés dans l'évaluation économique.

Trois projections ont été effectuées avec le logiciel LIV-MOD EMVT-FAO pour l'analyse démographique et économique :

- une évolution sans projet ;
- une évolution suite à la mise en place du piégeage afin d'évaluer l'impact de celui-ci ;
- une évolution où les trypanosomoses seraient supprimées afin de chiffrer leur coût pour l'élevage centrafricain.

Ces projections sont réalisées au niveau de l'éleveur :

- pour deux grands types de système d'élevages (4) : les "éleveurs en difficulté" et les "éleveurs aisés" différant par la taille moyenne de troupeaux (respectivement 100 et

150 têtes) et leur mode d'exploitation (pourcentages de commercialisation par sexe et classe d'âge différents) ;

- pour un éleveur "moyen" (135 têtes) : ces caractéristiques sont obtenues par la moyenne pondérée des différentes situations, afin d'obtenir des résultats nationaux.

Des simulations pour des taux différents de prévalence ont été effectuées à partir des données d'Ouro Djafoun : les paramètres zootechniques pour les situations sans piégeage, avec piégeage et sans trypanosomoses ont été obtenus par extrapolation linéaire à partir des résultats du suivi. Cette extrapolation appelle des réserves : il n'est pas sûr que les coûts des trypanosomoses et les effets du piégeage varient linéairement avec la prévalence pour de fortes ou de faibles prévalences. Au niveau du piégeage, des réductions fortes et durables des densités glossiniennes sont nécessaires pour obtenir une baisse des prévalences (16, 19). Ceci suggère des corrélations non linéaires entre densités glossiniennes et prévalences ; les linéarisations faites constituent vraisemblablement des approximations. Elles restent acceptables *a priori* et sont les seules utilisables à partir de nos informations ; elles permettent une généralisation à l'ensemble de la RCA et par conséquent une prise de décision à partir des tendances dégagées.

Evaluation au niveau de l'éleveur

Tous les éleveurs n'adopteront pas la technique de lutte : seuls les éleveurs des zones infestées de glossines sont concernés ; le cheptel des zones indemnes a donc été exclu. La lutte implique par ailleurs l'achat d'en moyenne cinq pièges par éleveur quelle que soit la taille de son troupeau. Les bénéfices dépendent par contre de cette taille. Seuls les éleveurs dont les bénéfices seront supérieurs au coût d'achat des pièges pourront adopter la technique. Cet avantage devra apparaître dès la première année et être assez net pour être convaincant : un rapport coût-bénéfice net de 100 p. 100 a été choisi.

Une nouvelle méthode sera plus facilement adoptée si elle n'entraîne pas de changement majeur dans le système de production (10). Les coûts supplémentaires ne doivent notamment pas être trop importants par rapport au budget des éleveurs. Les Mbororo achètent en moyenne 290 F CFA de médicaments par an et par bête, soit 36 600 F CFA pour 125 têtes (20). Une méthode comme le "pour on", dont le coût annuel par animal varie entre 1 960 et 3 560 F CFA (8) sera par exemple difficilement acceptée, bien qu'efficace, sans subvention initiale quels que soient les bénéfices ultérieurs : la contrainte budgétaire ne peut pas être trop lourde. L'achat de cinq pièges coûte par contre à l'éleveur 10 000 F CFA, soit moins de la moitié de ses dépenses annuelles en trypanocides (29 300 F CFA) (20) ; cette technique de lutte peut s'inscrire donc dans le budget "santé animale" des Mbororo.

Evaluation au niveau national

Les projections démographiques et économiques sont effectuées sur une durée arbitraire mais commune pour l'évaluation économique de 20 ans. Elles ne concernent que les zones infestées de glossines et excluent les élevages dont la taille de troupeau est trop petite pour que l'adoption de la technique soit rentable. La méthode d'évaluation économique suit celle, par exemple, de Bridier *et al.* (7).

Les coûts sont estimés aux prix suivants :

- les médicaments et matériaux importés pour la fabrication des pièges sont chiffrés à leur prix de vente moins les taxes. Ces produits sont distribués par le Département des Intrants qui dépend de la structure coopérative de la Fédération Nationale des Eleveurs Centrafricains. Le prix de vente des produits correspond aux coûts d'achat et de distribution puisque le Département n'a pas d'objectif de profit ;

- les salaires des personnels du projet et de l'administration ainsi que les frais du projet ne sont pas corrigés afin de refléter leur coût pour la RCA ;

- les temps de manipulation des pièges et d'utilisation des médicaments ainsi que les coûts marginaux d'élevage du cheptel supplémentaire ne sont pas comptabilisés pour l'éleveur : ils sont faibles et d'autant plus négligeables dans le contexte de sous-utilisation de la main d'œuvre pastorale ;

- les calculs sont effectués avant la dévaluation du franc CFA, qui rend la technique de piégeage plus avantageuse du fait de l'économie sur les trypanocides importés.

Les plans de financement avec l'indication des flux monétaires sont indiqués dans la figure 1, sous l'hypothèse :

- d'une campagne de vulgarisation suite à un programme de recherche, prenant en compte les travaux passés pour la mise au point de la méthode de piégeage en RCA ;

- d'une vulgarisation démarrant sans recherche préliminaire, représentant la problématique actuelle.

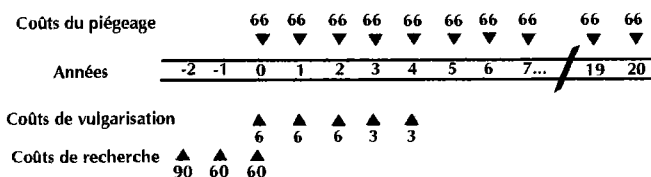


Figure 1 : Plan de financement du programme (millions de F CFA).

- Situation recherche + vulgarisation : coûts de piégeage + coûts de recherche + coûts de vulgarisation.

- Situation vulgarisation directe : coûts de piégeage + coûts de vulgarisation.

Eventuels effets induits

Les changements induits par un projet peuvent entraîner une modification des conditions et des systèmes d'exploitation (23, 25) qui rendent caduque les hypothèses de départ de l'évaluation. La limitation de la croissance du cheptel par le disponible alimentaire, la mise en valeur de nouvelles ressources (de nouvelles zones de culture) et le développement de nouvelles techniques (l'introduction de races améliorées ou de la culture attelée) constituent de tels effets induits.

Une dégradation des pâturages se constate en RCA (2, 14, 22, et J. Audru, non publié). Elle n'est pourtant pas due à une surcharge absolue des savanes (1) mais à une exploitation anarchique de ces ressources qui relève d'une sorte de "Tragédie des Communs" (13). Une croissance faible ou une moindre décroissance du cheptel national due à la lutte antiglossinienne n'aura donc aucun effet et ne souffrira d'aucune contrainte de cette dégradation.

Il en est de même de la mise en valeur de nouveaux pâturages. Peu de zones sont réellement inaccessibles en toute saison aux éleveurs du fait de la présence de *G. f. fuscipes*. La pression de *G. f. fuscipes* n'interdit pas l'élevage et notamment pas le développement de la culture attelée. Les déterminants de ce développement se situent ailleurs et les solutions passent par d'autres interventions comme le métissage ou une chimioprophylaxie.

Le contrôle des densités glossiniennes ne constitue donc qu'une partie d'un ensemble d'améliorations possibles des systèmes d'élevage ; ces améliorations conjuguées forceraient à reconsidérer les hypothèses. Le piégeage seul, dans un contexte où d'autres incertitudes empêchent des prévisions trop précises, ne peut entraîner des modifications structurales des systèmes de production. Ces effets induits peuvent donc être *a priori* ignorés. Le contexte de la RCA permet de conserver des hypothèses relativement simples.

Etudes de sensibilité

Deux facteurs sont étudiés :

- la proportion d'éleveurs qui accepteront la technique, soit le "taux de diffusion" ; ce taux ne peut être connu exactement *a priori* ; certes le piégeage se prête à une vulgarisation aisée (3) mais des considérations sociales interviennent au-delà des critères zootechniques et économiques (5) ; ces motivations moins "rationnelles" peuvent freiner la diffusion de la technique et sont difficiles à prévoir, comme leur préférence pour les interventions soignant l'animal malade plutôt qu'une prévention indirecte contre le vecteur, considérée comme du ressort des Services de l'Elevage (J.M. Bergès, communication personnelle). Le taux de diffusion sera donc un paramètre essentiel du succès du programme ;

- le prix des produits du cheptel servant à l'évaluation des bénéfices ; des variations peuvent grever les bénéfices attendus. Cette incertitude souligne d'ailleurs l'ambiguïté d'une évaluation fondée sur des coûts monétaires : l'amélioration de la productivité demeure et se traduit, quel que soit le prix nominal des produits, par une amélioration du bien-être des populations à travers une consommation accrue de protéines animales ou, pour l'éleveur, par une élévation de son statut social du fait de l'augmentation de son troupeau.

RESULTATS

Impact physique du piégeage

Les paramètres zootechniques établis sur Ouro Djaoufou sont rappelés au tableau I pour trois situations : sans piégeage, avec piégeage et en absence de trypanosomoses.

La distribution identifiée par notre enquête de *G. f. fuscipes* en RCA est indiquée dans la figure 2. Le cheptel des secteurs reconnus infestés constitue 41,9 p. 100 d'un cheptel national de 2,2 millions de têtes, soit 921 800 têtes. Les mortalités, le nombre de sachets de Berenil® et les coûts induits sur l'ensemble des zones infestées de *G. f. fuscipes*, pour un troupeau de 100 bêtes et pour la région sont présentés dans le tableau II.

Le coût moyen pour 100 têtes sur l'ensemble des zones infestées est de 151 219 F CFA, soit 47,7 p. 100 du coût sur Bambari ; ce facteur de 47,7 p. 100 est utilisé pour corriger les paramètres obtenus sur Ouro Djaoufou pour des simulations sur l'ensemble des zones infestées (tableau III).

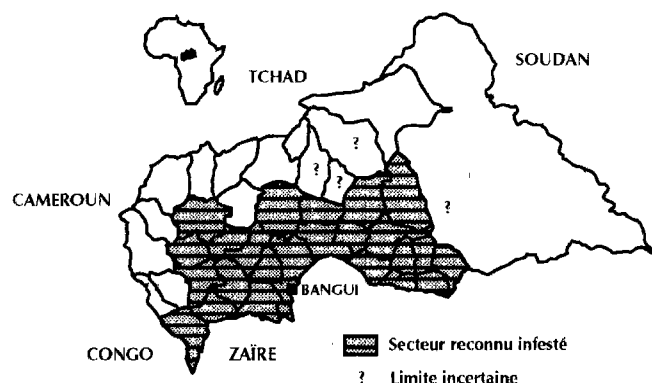


Figure 2 : Répartition des zones reconnues infestées par *G. f. fuscipes* lors de l'enquête large (17).

Evaluation au niveau de l'éleveur

Une évaluation "instantanée" en première année des coûts annuels constitue une indication limitée hors du cadre défini : savoir si l'éleveur est ou n'est pas susceptible d'adopter la technique. Le tableau IV donne une décomposition des coûts à l'aide des prix du tableau V. La perte totale annuelle pour 100 têtes est de 100 300 F CFA. Le coût d'achat de cinq pièges pour un éleveur est de 10 000 F CFA. Le piégeage apporte un bénéfice de 467 F CFA / animal ; un rapport coût/bénéfice net de 100 p. 100 apparaît pour un troupeau de $(n \times 467)/10\ 000$ soit 43 têtes ; les éleveurs ne disposant pas de cette taille minimale de cheptel ne sont pas susceptibles d'être intéressés par la méthode. Ces éleveurs représenteraient 10 p. 100 (4, 20) des 17 600 familles en RCA, soit 1 760 familles, avec un cheptel de 35 200 têtes.

Les taux d'exploitation par catégorie d'éleveurs (4), les paramètres de fécondité et de mortalité, les poids vifs des animaux et le prix au kg de poids vif (21, 26) sont donnés aux tableaux VI, VII et VIII. Les projections démographiques pour des éleveurs aisés, en difficulté et "moyens" (4) sont données à la figure 3.

L'étude concerne en définitive 6 600 familles dans les zones infestées et environ 886 600 têtes, soit une taille moyenne de troupeau de 135 têtes, répartis par âge et par sexe comme indiqué au tableau IX (26).

Les simulations (tableau X) (incluant les différences de taille de cheptel après 20 ans, avec un taux d'actualisation (7) de 12 p. 100) indiquent des rapports coût-bénéfice net actualisé de 491 p. 100 pour les éleveurs aisés et de 206 p. 100 pour les éleveurs en difficulté. La lutte par piégeage est économiquement très rentable pour les éleveurs. L'évolution du rapport coût-bénéfice pour des tailles de troupeau et des prévalences hors piégeage différentes est donnée à la figure 4. La rentabilité augmente avec la taille du cheptel et la pression trypanosomienne.

Evaluation au niveau national

L'évolution de la taille moyenne du cheptel est donnée pour les situations sans piégeage, avec piégeage et en absence de trypanosomoses à la figure 3.

Les trypanosomoses en RCA entraînent une perte annuelle moyenne (calcul sur 20 ans, taux d'actualisation de 0 p. 100) sur les zones infestées de 1,2 milliards F CFA. Le coût pour le bétail résidant en saison des pluies hors des zones infestées et qui ne s'y rend qu'en transhumance doit être rajouté. Cette partie du cheptel a été exclue du programme car la diffusion de la technique sera plus incertaine du fait d'une pression réduite et temporaire ; les coûts supportés sont moindres mais non négligeables : ils représentent 25 p. 100 des coûts totaux. 1,2 milliard F CFA sur les zones infestées correspond donc à un coût de 1,6 milliard sur l'ensemble du cheptel national.

TABLEAU I

Impact des trypanosomoses sur la productivité du cheptel et effet du piégeage

	Non piégé	Piégé	Sans trypanosomoses
Prévalences ¹	18 %	10,5 %	0 %
Mortalité ²	10,1 %	9,3 %	8,2 %
Fécondité ³	45,4 %	46,5 %	48 %
Qté lait ⁴ traite	233,4 l	237,3 l	242,8 l
Indice Trypanocide ⁵	1,61	0,86	0
Etat d'embonpoint ⁶	261,5 kg	264,8 kg	270 kg
Vente / Réforme	pas de différence significative		
Croissance du jeune	pas de différence significative		
Coût traitement	222 F CFA	118 F CFA	0
Coût prévention (F CFA)	0	12 500	méthode inconnue

Données sur la commune d'élevage d'Ouro Djaoun (19)

1. Moyenne annuelle, tous types d'infection confondues, techniques parasitologiques classiques
2. Quotient de mortalité moyen annuel
3. Quotient de fécondité annuel
4. par femelle en lactation sur 270 jours, estimé bi-mensuellement par mesure lors du suivi sur Ouro Djaoun.
5. nombre de traitements par animal et par an
6. sur un troupeau de 100 têtes, avec un taux de commercialisation moyen de 12 p. 100, du fait de la vente d'animaux en moins bon état à la vente

TABLEAU III

Paramètres utilisés pour l'ensemble des zones infestées, obtenus par pondération

	Non piégé	Piégé	Sans trypanosomoses
Prévalences	8,8 %	5 %	0 %
Mortalité	9,1 %	8,7 %	8,2 %
Fécondité	46,7 %	47,3 %	48 %
Qté lait traite	238,3 l	240,2 l	242,8 l
Indice Trypanocide	0,77	0,41	0
Poids vif moyen	265,9 kg	267,5 kg	270 kg
Vente / Réforme	pas de différence significative		
Croissance du jeune	pas de différence significative		
Coût traitement par tête	106 F CFA	56 F CFA	0
Coût prévention (F CFA)	0	12 500	méthode inconnue

(mêmes notations que tableau I)

TABLEAU V

Prix moyens des produits animaux

Veau à 1 an ¹	12 300 F CFA
Prix moyen d'un animal	44 600 F CFA
Litre de lait	100 F CFA

1. Ce prix doit être diminué d'un coefficient de 17 % pour tenir compte de la mortalité entre 0 et 1 an.

TABLEAU IV

Coûts "instantanés" des trypanosomoses et impact du piégeage

Répartition des Coûts (F CFA)	sans piégeage	pourcentage	avec piégeage
Baisse de fécondité	16 000	16	8 600
Mortalité	40 200	40	22 300
Lactation (42 % de femelles)	22 000	22	12 300
Perte de poids à la vente	11 500	11,5	4 800
Traitements	10 600	10,5	5 600
Total des coûts	100 300	100	53 600

Différence piégé / non piégé pour 100 têtes : 46 700 F CFA.

TABLEAU II
Estimation des coûts mortalités + traitements dans les zones infestées de glossines

Secteurs enquêtés	% de mortalités		Coût des mortalités	Nbr. sachets de Berenil®	Coût en trypanocides	Coût total mortalités + traitements	% effectif de la région infestée	"Poids"¹ de la région / rég. infestée
	Jeu	Adul						
Alindaho	2	5	198 700	3,2	24 500	223 200	2	4 464
Bambari	9	4,6	260 700	7,4	56 600	317 300	14,7	46 643
Baoro	1,5	1	51 700	2,6	19 900	71 600	5,5	3 938
Bimbo	2,1	3,6	150 800	0,8	6 100	156 400	1,8	2 815
Boali	2,3	1,8	88 700	5,7	43 600	132 300	3,4	4 498
Boda	1,7	1	53 900	1,8	13 800	67 700	5,7	3 859
Bossembélé	1,2	1,9	86 900	3,3	25 300	112 200	9,6	10 771
Bouca	3,7	2,4	125 200	1,8	13 800	139 000	5,4	7 506
Bozoum	2,2	1,2	66 500	1,8	13 800	80 300	28	22 484
Carnot	3,4	2,3	118 400	1,2	9 200	127 600	6,1	7 784
Damara	4,7	3,9	189 200	3,3	25 300	214 500	2,5	5 362
Dekoa	8,4	6,6	325 000	8,8	67 400	392 400	0,3	1 177
Grimari	6,8	2,5	164 800	1,1	8 400	173 200	0,3	5 196
Ippy	0,7	0,3	18 200	1,8	13 800	32 000	4,8	1 536
Kembé	7,8	2,2	162 800	5,2	39 800	202 600	0,6	1 216
Mbaïki	6,9	4,9	248 400	6,2	47 500	272 800	1,3	3 547
Mobaye	6	5,2	249 300	3,6	27 600	276 900	2,4	6 646
Yaloké	6	3,3	182 000	3,7	28 300	210 300	5,6	11 777

Tiré de (18) ; la répartition du cheptel est obtenue d'après les relevés de campagne de vaccination (non publié)

1. Poids de la région = (coûts totaux) x (% effectifs)

TABLEAU VI
Taux d'exploitation du bétail.

Classe d'âge (années)	Elevages en diff. (%)		Elevages aisés (%)		Taux moyens (%)	
	Mâl.	Fem.	Mâl.	Fem.	Mâl.	Fem.
0-1	5,0	2,5	0,7	1,4	2,5	2,0
1-2	21,7	9,1	5,4	4,0	12,4	6,2
2-3	26,3	5,8	7,7	2,4	15,7	3,9
3-4	14,3	2,0	6,9	0,6	12,1	1,2
4-5	20,0	11,8	7,9	6,6	13,1	8,8
5-6	10,0	6,3	4,1	2,4	6,6	4,1
6-7	66,7	9,1	34,7	4,8	48,5	6,6
7-8	100	15,7	100	9,8	100	12,3
8-9	-	12,5	-	8,3	-	10,1
9-10	-	5,0	-	1,0	-	2,7
10-11	-	21,4	-	1,2	-	9,9
11-12	-	9,5	-	1,5	-	4,9
> 12	-	100	-	100	-	100

Tiré de (4) pour les taux des éleveurs aisés ou en difficulté ; calculé par pondération pour le taux moyen, estimant que les éleveurs aisés représentent 42 % des éleveurs, avec une taille moyenne de cheptel de 150 têtes (poids de 57 % dans la pondération), et les éleveurs en difficulté 48 % avec une taille moyenne de cheptel de 100 têtes (poids de 43 %)

TABLEAU VII

Quotients de fécondité et de mortalité utilisés pour l'ensemble des zones d'élevage infestées

Classe d'âge	Quotients de mortalité						Quotients de fécondité		
	sans piégeage		avec piégeage		sans trypano.		sans piégeage	avec piégeage	sans trypano.
	Mâl	Fem	Mâl	Fem	Mâl	Fem			
0 - 1	16	16	15,6	15,6	15,1	15,1	0	0	0
1 - 2	3	3	1,6	1,6	1,1	1,1	0	0	0
2 - 3	3	3	1,6	1,6	1,1	1,1	0	0	0
3 - 4	7,8	7,8	7,4	7,4	6,9	6,9	17	17,6	18,3
4 - 5	7,8	7,8	7,4	7,4	6,9	6,9	41	41,6	42,3
5 - 6	9,4	5	8	4,6	7,5	4,1	57,9	58,5	59,2
6 - 7	9,4	5	8	4,6	7,5	4,1	64,2	64,8	65,5
7 - 8	9,4	5	8	4,6	7,5	4,1	38,8	39,4	40,1
8 - 9	-	11,1	-	10,7	-	10,2	47,2	47,8	48,5
9 - 10	-	11,1	-	10,7	-	10,2	59,7	60,3	61
10 - 11	-	11,1	-	10,7	-	10,2	55,2	55,8	56,5
11 - 12	-	22,8	-	22,4	-	21,9	47,6	48,2	48,9
> 12	-	22,8	-	22,4	-	21,9	47,6	48,2	48,9

TABLEAU VIII

Poids vifs moyens utilisés dans les simulations (kg) et prix au kg de poids vif (F CFA)

Classe d'âge	Poids vifs moyens (kg)						Prix au kg (F CFA)	
	sans piégeage		avec piégeage		sans trypano.		Mâl.	Fem.
	Mâl.	Fem.	Mâl.	Fem.	Mâl.	Fem.		
Naiss.	30	30	30	30	30	30	-	-
0-1	80	70	80	70	80	80	220	225
1-2	150	150	151,5	151,5	154	154	170	200
2-3	220	200	221,5	201,5	224	204	180	175
3-4	270	250	271,5	251,5	274	254	190	170
4-5	350	280	351,5	281,5	354	284	170	175
5-6	420	300	421,5	301,5	424	304	175	170
6-7	420	300	421,5	301,5	424	304	180	160
7-8	420	300	421,5	301,5	424	304	200	160
8-9	-	300	-	301,5	-	304	-	150
9-10	-	300	-	301,5	-	304	-	155
10-11	-	290	-	291,5	-	294	-	140
11-12	-	280	-	281,5	-	284	-	150
> 12	-	270	-	271,5	-	274	-	150

Tirés de (21, 26) pour les poids sans piégeage ; extrapolés d'après les différences de poids du tableau 4 pour les poids avec piégeage et sans trypanosomoses. Poids identiques dans les 3 situations.

TABLEAU IX
Répartition des effectifs par âge et par sexe

Classe d'âge	Femelles		Mâles	
	pourcentage	effectif	pourcentage	effectif
0-1	10,9	96 640	10,8	95 755
1-2	7,6	67 380	6,2	54 970
2-3	6,9	61 175	5,5	48 765
3-4	5,8	51 420	3,9	34 775
4-5	5,1	45 215	2,7	23 940
5-6	5,0	44 330	2,0	17 730
6-7	4,9	43 445	1,4	12 410
7-8	4,8	42 555	2,2	19 505
8-9	4,3	38 125	-	-
9-10	3,9	34 775	-	-
10-11	2,5	22 165	-	-
11-12	2,1	18 620	-	-
> 12	2,0	17 730	-	-

Tiré de (26)

TABLEAU X
Taux de rentabilité interne (TRI) et taux d'intérêt pour différents taux de diffusion de la technique de piégeage

	100	80	60	40	20	10
Taux de diffusion (p. 100)	100	80	60	40	20	10
TRI ¹	62,1	52,9	44,2	33,9	21,2	12,2
Taux d'intérêt ²	3,0	2,3	1,7	1,0	0,3	0,0
TRI ²	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Taux d'intérêt ²	4,0	3,3	2,5	1,7	0,8	0,4

Taux de Rentabilité Interne (TRI) et taux d'intérêt pour différents taux de diffusion de la technique de piégeage :

1. en tenant compte des coûts de recherche

2. vulgarisation directe

n.d. : non déterminé

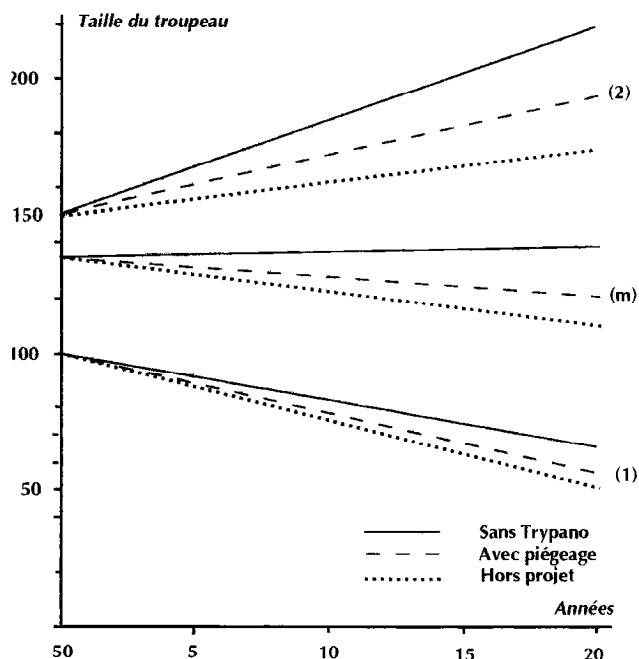


Figure 3 : Evolution de la taille du cheptel pour un éleveur en difficulté (1), un éleveur aisé (2) et un éleveur "moyen" (m) en absence de piégeage, avec l'application d'un piégeage et en absence théorique de trypanosomose.

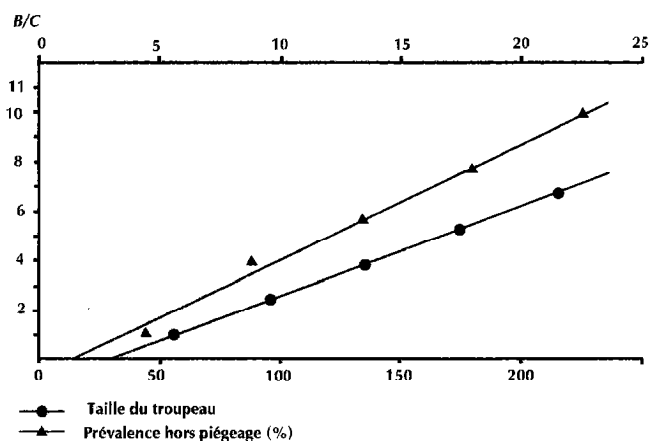


Figure 4 : Rapport bénéfice-coût net actualisé (12 p. 100) pour l'éleveur en fonction :
- de la taille du troupeau.
- de la prévalence hors piégeage.

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) et le taux d'intérêt ("pourcentage change") d'un programme de développement de la lutte sont respectivement :

- de 62,1 p. 100 et 3,0 p. 100 en tenant compte d'une recherche préliminaire ;

- "non défini" (les coûts ne dépassent les bénéfices pour aucune année) et de 4 p. 100 en cas de vulgarisation directe.

Etudes de sensibilité

Les valeurs du TRI et du taux d'intérêt pour différents taux de diffusion sont données au tableau X. Il suffit que 10 p. 100 des éleveurs adoptent le piégeage pour que les efforts de recherche soient rentabilisés ; un taux minimal de diffusion n'est même pas défini du fait d'une précision des calculs insuffisante si le coût de vulgarisation directe est considéré seul ; 1 p. 100 sera un taux de diffusion suffisant.

Les valeurs du TRI et du taux d'intérêt pour des variations de prix des produits animaux sont données au tableau XI. La sensibilité est faible : les variations de prix n'ont que peu de poids sur la rentabilité du programme et peuvent être négligées en pratique. Ceci peut être dû au montant réduit des coûts de ce programme, particulièrement des coûts fixes, comparé à l'importance des bénéfices.

DISCUSSION

Evaluation au niveau de l'éleveur

L'augmentation du bénéfice net de l'éleveur avec la taille du troupeau provient du fait que les coûts sont fixes quelle que soit cette taille ; mais les bénéfices sont par contre d'autant plus importants que la protection par le piégeage s'applique à d'avantage d'animaux. Ces bénéfices augmentent également avec l'intensité de la pression trypanosomienne : la protection et la valeur différentielle entre les situations avec et sans piégeage sont d'autant plus importantes que la prévalence est forte. Le rapport bénéfice-coût net (B/C) en fonction de la prévalence (p) et de la taille de troupeau (t), représenté séparément à la figure 4, est prévisible à partir des résultats de l'évaluation économique pour différentes valeurs de p et t ; il s'écrit en zone d'enzootie trypanosomienne : $B/C = 44,4 (p) + 3,54 (t) - 508,9$. Cette relation peut s'appliquer pour prévoir si

TABLEAU XI

Taux de rentabilité interne (TRI) et taux d'intérêt pour différentes variations de prix des produits animaux (viande et lait)

Variation du prix des produits (p.100)	- 20	- 10	0	+ 10	+ 20
TRI ¹	52,5	57,4	62,1	66,7	71,2
Taux d'intérêt ¹	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1
TRI ²	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Taux d'intérêt ²	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2

1. en tenant compte des coûts de recherche

2. vulgarisation directe

n.d. : non déterminé

un éleveur adoptera le piégeage : avec le rapport bénéfice-coût net fixé de 100 p. 100, l'éleveur n'adoptera le piégeage que si $44,4 (p) + 3,54 (t) > 608,9$.

La "rationalité" du mode d'exploitation influence également sur les bénéfices de l'éleveur : le mode d'exploitation d'un éleveur aisé lui permet de tirer un meilleur profit de son cheptel, avec notamment une commercialisation de mâles plus âgés (4) ; il tire alors un plus grand bénéfice du piégeage. Le piégeage est d'autant plus rentable que le système d'élevage permet une meilleure expression des potentialités du cheptel et de l'amélioration des paramètres zootechniques.

Evaluation au niveau national

Les trypanosomoses constituent une lourde charge pour l'élevage en RCA : le montant des pertes nationales dues aux trypanosomoses peut être comparé : 1) à la valeur du cheptel centrafricain estimé à son prix de boucherie, soit 85,6 milliards FCFA pour 2,2 millions de têtes ; le coût annuel représente 1,9 p. 100 de ce capital ; 2) à la valeur de l'exploitation bouchère annuelle en RCA, soit 11,4 milliards F CFA ; le coût annuel représente 14,4 p. 100 de cette exploitation. Les taux élevés de rentabilité de l'analyse indiquent l'intérêt économique des programmes et incitent à leur développement par l'ANDE. Leur valeur élevée provient du fait qu'hormis les investissements, les coûts, notamment de manutention, sont assumés par les éleveurs : les Services de Santé Animale ne jouent plus guère de rôle après une phase initiale de lancement de la lutte par piégeage ; l'achat des pièges est supporté par les intéressés. Le programme acquiert son autonomie ; son fonctionnement est assuré par la prise en charge financière par les éleveurs, au moins tant que la distribution des produits vétérinaires en RCA fonctionne.

Le Département des Intrants doit toutefois assurer et organiser la fabrication de ces pièges, soit une production de 33 000 pièges par an ; ceci nécessite une bonne organisation et l'installation d'une unité autonome au sein du Département, voire une sous-traitance. La fabrication annuelle se monte actuellement à 2 400 pièges assurée sans difficulté par deux tailleurs-artisans locaux.

La lutte par piégeage entraîne un bénéfice important pour le développement de l'élevage en zone d'infestation par *G. f. fuscipes*. L'évolution des tailles de troupeau (figure 2) confirme cependant que cette seule technique ne peut pas résoudre la crise que les éleveurs traversent ni avoir un impact suffisant pour changer les conditions d'élevage, notamment d'exploitation du milieu. Cette évolution confirme par ailleurs la situation préoccupante de décapitalisation du cheptel centrafricain (4, 5, 20). Les chiffres utilisés ont été établis entre 1990 et 1992 ; or la crise actuelle a considérablement aggravé cette évolution, notamment pour les éleveurs les plus démunis.

Le piégeage ne peut qu'apporter une amélioration ou une moindre dégradation de leur situation. La mise en place

d'un ensemble d'interventions sanitaires conjuguées (traitement systématique contre les verminoses des jeunes, vaccination contre la brucellose, lutte acaricide) pourrait par contre améliorer la maîtrise de pathologies liées au milieu humide et permettre d'inverser la tendance décroissante de la taille du cheptel (18). Le métissage avec des races trypanotolérantes (N'Dama, Baoulé) présentes en RCA, que les éleveurs déclarent désormais souhaiter, pourrait s'avérer à long terme une solution encore plus satisfaisante.

Ces programmes sanitaires doivent en outre s'inscrire dans un programme plus large de développement des systèmes d'élevage transhumant en RCA, notamment des modes de gestion des pâturages, et en fait des systèmes de production des Mbororo dans leur globalité. Le moindre paradoxe n'est pas que ces anciens pasteurs ont entamé depuis dix ans un engagement agricole massif (4, 5, 20) qui bénéficie peu de l'appui des structures de développement, alors qu'un tel changement sera dans l'avenir déterminant du paysage rural centrafricain.

Etudes de sensibilité

L'essentiel des coûts du programme de piégeage est représenté par les coûts variables d'achat des pièges ; ces coûts ne sont pas engagés si le piégeage n'est pas adopté. Le fonctionnement du programme, financement et décision, est transféré aux éleveurs. Cette implication des principaux intéressés permet une adaptation souple avec une prise de décision individualisée en fonction des besoins de chacun, ainsi qu'une prise en charge des coûts par ces bénéficiaires, vision prometteuse dans les stratégies de développement des structures de Santé Animale.

Une lutte par piégeage ne nécessite en outre que peu d'acquisition d'intrants extérieurs si ce n'est le tissu des pièges. L'achat de ce tissu est d'ailleurs compensé par l'économie des trypanocides. Le piégeage repose essentiellement sur la mobilisation de ressources locales, essentiellement de main d'oeuvre. Cette méthode permet une économie de devises appréciable par rapport aux campagnes de pulvérisation dépendantes en pratique de financements extérieurs pour l'achat des insecticides.

L'avantage majeur de la méthode réside enfin dans la faiblesse des investissements fixes initiaux. Le risque d'un échec coûteux est amoindri par rapport à un projet où ces investissements initiaux seraient importants, par exemple dans des campagnes de pulvérisation aérienne ; une telle lutte aurait une structure de financement similaire à la situation qui inclut les coûts de recherche : le TRI est plus sensible aux facteurs extérieurs, au taux de diffusion ou au prix des produits. Une telle insensibilité au risque est un avantage appréciable dans le climat de difficulté de gestion des projets et de fonctionnement de l'Etat.

CONCLUSION

La lutte par piégeage conçue en RCA présente des bénéfices économiques potentiels très importants comparés aux coûts pour l'Etat assez faibles, l'effort de recherche antérieure compris. Ces faibles coûts s'expliquent par la prise en charge financière et technique du piégeage, comme n'importe quel intrant vétérinaire, par les bénéficiaires. La rentabilité du piégeage est également excellente pour les éleveurs du fait du coût modéré, relativement à leur budget, de la technique utilisée. Aucune contrainte n'apparaît à la diffusion du piégeage du point de vue économique, réserve faite de l'imprécision de nos données inhérente à un suivi de terrain en milieu transhumant.

Ces considérations économiques ne sont toutefois pas seules en jeu pour juger de l'adoption du piégeage par les éleveurs. Le piégeage n'est pas une technique qui peut se considérer "en soi", mais qui s'inscrit et trouve sa fonction dans tout un système de production ; certes l'approche exposée ici a tenu compte de certaines diversités de ces systèmes. L'essai en milieu réel a permis de mieux juger la cohérence du piégeage au sein du système d'élevage et d'adapter la méthode. D'autres facteurs interviennent pourtant dans le processus d'adoption, endogènes ou extérieurs à la communauté des éleveurs. Notamment, même si la participation des Services de l'Elevage est très réduite par rapport à d'autres types de lutte antiglossinienne, son efficacité est essentielle pour la vulgarisation ; ceci nécessite une bonne logistique durant 1 à 2 ans au moins. En fait cette évaluation économique constitue une aide à une vulgarisation efficace ; elle n'en garantit pas le succès, malgré des résultats encourageants qui pourraient être trompeurs.

Remerciements

Le programme a bénéficié d'un cofinancement : Gouvernement centrafricain - Banque mondiale / FIDA - Fonds d'Aide et de Coopération (France) - Fonds Européen de Développement (CEE). Nous tenons à remercier le Dr Kota-Guinza, Directeur Général de l'ANDE, pour la bienveillante attention qu'il a toujours accordée à nos travaux, ainsi que les Drs D. Planchenault (CIRAD-EMVT) et J.M. Bergès (ANDE, RCA) pour leurs avis et corrections.

Bibliographie

- TYC J., SARNIGUET J. eds, 1991. Livre blanc de l'élevage centrafricain, première partie : présentation, environnement du secteur. Bangui, RCA, Ministère du Développement Rural, 128 p.
- BILLE J.C., 1964. Pâturages du secteur occidental de la République centrafricaine. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 286 p.
- BLANC F., GOUTEUX J.P., CUISANCE D., POUNEKROZOU E., LE MASSON A., N'DOKOUE F., MAINGUET M., D'AMICO F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** (3) : 301-307.
- BLANC F., LE MASSON C., ASSANA REMAYEKO, LE MASSON A., LE GALL F., LHOSTE P., 1992. Les raisons d'un engagement agricole irréversible : les éleveurs Mbororo de République centrafricaine. *Cah. Rech. Dév.*, **32** : 6-18.
- BOUTRAIS J., 1988. Des Peul en savanes humides. Développement pastoral dans l'Ouest centrafricain. Paris, France, ORSTOM Edition, 387 p. (coll. Etudes et Thèses)
- BRANDL F.E., 1988. Economics of trypanosomiasis control in cattle. Farming systems and resource economics in the tropics, vol. 1. Germany, 7-8 Mars 1988. Kiel, Germany, Wissenschaftsverlag, 220 p.
- BRIDIER M., MICHAILOV S., 1987. Guide pratique d'analyse de projets ; évaluation et choix des projets d'investissements. Paris, France, Economica, 302 p.
- CUISANCE D., GOUTEUX J.P., CALTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUE F., POUNEKROZOU E., DEMBA D., 1992. Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. *Mém. Soc. r. belge Entomol.*, **35** : 103-110.
- FINELLE P., ITARD J., YVORE P., LACOTTE R., 1963. Répartition des glossines en RCA - état actuel des connaissances. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **16** : 337-348.
- GENTIL D., 1987. Quelques interrogations au sujet de la méthode "formation et visites". In : Colloque sur la Recherche, vulgarisation et développement rural en Afrique noire, Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire. Paris, France, Ministère de la Coopération, 245 p.
- GOUTEUX J.P., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** : 295-299.
- GOUTEUX J.P., CUISANCE D., DEMBA D., N'DOKOUE F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveur semi-nomades. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **44** (3) : 287-294.
- HARDIN G., 1968. The tragedy of Commons. *Science*, **162** : 1243-1248.
- Ministère de la Coopération et du Développement (République française), CIRAD-EMVT, 1992. L'Herbe du Laos. *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King et H. Robinson et les savanes pastorales subhumides. La plante, les effets néfastes de son extension, les moyens de la contrôler. Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD-EMVT, 16 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n°6-1992)
- JAHNKE H.E., TACHER G., KEIL P., ROJAT D., 1988. Livestock production in tropical Africa with special reference to the tsetse affected area. In: Livestock Production in tsetse affected areas of Africa. Proceedings of a meeting held 23-27 November 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD, p. 3-23.
- LEAK S.G.A., COLLARDELLE C., COULIBALY L., DUMONT P., FERON A., HECKER P., D'IETEREN, G.D., JEANIN P., MINENGU M., MINJA S., MULATU W., NANKODABA G., ORDNER G., ROWLANDS G.J., SAUVEROCHE B., TIKUBET G., TRAIL J.C.M., 1990. Relationships between tsetse challenge and trypanosome prevalence in trypanotolerant and susceptible cattle. *Insect Sci. Appl.*, **11** : 293-299.
- LE GALL F., N'DOKOUE F., 1992. Approche économique de la pathologie bovine en RCA. Bangui, RCA, Ministère du Développement Rural, ANDE / DSARA, 130 p. (Rapport)

18. LE GALL F., N'DOKOUE F., MAINGUET M., 1992. Résultats d'une enquête large réalisée sur 27 secteurs d'élevage en RCA (1991) : maladies transmises par les tiques et trypanosomoses. Espèces vectrices, coûts des mortalités et trypanosomoses. Bangui, RCA, ANDE / DSARA, 130 p. (Rapport)
19. LE GALL F., BLANC F., GOUTEUX J.P., MAINGUET M., CUISANCE D., LEMESRE J.L., NITCHEMAN S., CAVALEYRA M., D'AMICO F., POUNEKROZOU E., N'DOKOUE F., 1995. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **48** (2) : 161-169.
20. LE MASSON C., REMAYEKO ASSANA, 1990. Les éleveurs Mbororo, étude socio-économique. Bangui, RCA, Ministère du Développement Rural, ANDE, 226 p.
21. NZANDELE J., 1989. Annuaire national de statistique de l'élevage centrafricain (1981-1987). Bangui, RCA, PNDE, 124 p.
22. PEYRE DE FABREGUES B., 1975. Dégradation des pâturages naturels dans l'Ouest centrafricain. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 39 p.
23. PUTT S.N.H., SHAW A.P.M., MATTHEWMAN R.W., BOURN D.M., UNDERWOOD M., JAMES A.D., HALLAM M.J., ELLIS P.R., 1980. The social-economic applications of trypanosomosis control. A study of its impact on livestock production and rural development in Northern Nigeria. Reading, United Kingdom, Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, Department of Agriculture and Horticulture, University of Reading, 549 p. (Study No. 25)
24. PUTT S.N.H., JORDAN A.M., KOEMAN J.H., MULDER P., SHAW A.P.M., 1989. Evaluation of the E.E.C.-funded tsetse and trypanosomiasis control projects in Malawi, Mozambique, Zambia, Zimbabwe. Amsterdam, Netherlands, PAN Livestock Services Limited, Centre for Development and Cooperation Services of the Free University of Amsterdam, 311 p.
25. SHAW A.P.M., 1990. A spreadsheet model for the economic analysis of tsetse control operations benefiting cattle production. *Insect Sci. Appl.*, **11** : 449-453.
26. TACHER G., 1986. Évaluation ex-post. Projet de Développement de l'Élevage Ouest. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 39 p.
27. TACHER G., JAHNKE H.E., ROJAT D., KEIL P., 1988. Livestock development and economic productivity in tsetse infested Africa. In: Livestock Production in tsetse affected areas of Africa. Proceedings of a meeting held in Nairobi, Kenya, 23-27 November 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD.
28. TACHER G., MSELLATI L., 1990. General strategies for further development in veterinary economics in developing countries. In: Expert consultation on cost/benefit for animal health programmes in developing countries. Rome, Italie, 10-14 Septembre 1990. Rome, Italie, FAO, 13 p.

BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. V. An attempt at cost-benefit analysis of the programme. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 327-338

The cost-benefit analysis of trapping for tsetse control performed by livestock farmers in the Central African Republic shows the value of this method for the farmers and the country. Advantages to the livestock farmers depend on the size of their herds and their management. Although only a small proportion of livestock farmers use the method, the Central African Republic benefits from this low financial risk programme, which involves limited investment. Most of the cost and handling are the farmers' responsibility following an information campaign.

Key words : Trypanosomosis - *Glossina* - Insect control - Traps - Economic analysis - Animal husbandry - Central African Republic.

BLANC F., LE GALL F., CUISANCE D. Lucha mediante trampas contra la *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la crianza en la República centroafricana. V. Ensayo del análisis costo-beneficio del programa. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 327-338

El análisis costo-beneficio de la lucha anti glosinia mediante trampas, llevada a cabo por los criadores de la República centroafricana demuestra el interés de este método para los criadores, como para el país. Las ventajas para el criador dependen de la extensión y del tipo de manejo del hato. El programa es rentable para la RCA, incluso si únicamente una pequeña proporción de los criadores emplea la técnica. El riesgo es bajo, a causa de la baja inversión. Los costos y las manipulaciones esenciales sont realizados por los criadores después de una campaña de vulgarización inicial.

Palabras clave : Tripanosomosis - *Glossina* - Control de insectos - Trampa - Análisis económico - Ganadería - República centroafricana.

Etude au laboratoire des effets d'un insecticide naturel extrait du neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae)

P.B. Makoundou ^{1*}, D. Cuisance ², G. Duvallet ², P. Guillet ¹

MAKOUNDOU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P.
Etude au laboratoire des effets d'un insecticide naturel extrait du neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 339-345

Dans la perspective d'une lutte contre les glossines avec sa prise en charge par les communautés rurales, nous avons testé l'Azatin EC[®], produit à base d'extraits de graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Les tests sont effectués sur *Glossina fuscipes fuscipes*, par applications topiques et par contact tarsal. L'application topique d'Azatin EC[®], formulation contenant 30 g d'azadirachtine par litre, provoque une faible mortalité qui ne se manifeste qu'aux doses élevées (2,61 µg d'azadirachtine/mouche) chez les jeunes mâles (DL50 = 0,747 µg) et les femelles âgées et gravides (DL50 = 2,516 µg). La productivité (pupes/femelle) est abaissée de 4,5 fois pour les doses élevées et ensuite le poids des pupes est significativement plus bas en début de pupaison mais n'évolue pas différemment de celui des témoins. Le taux d'éclosion est significativement abaissé aux doses supérieures à 0,261 µg/mouche. Des difficultés de vol et de sondage (piqûre) sont notées à partir de 0,261 µg/glossine, semblant traduire une perturbation de la physiologie musculaire. Par contre, le contact tarsal sur un tissu traité à une dose de 3,9 g/m² d'azadirachtine n'a aucun effet sur la mortalité, le taux d'éclosion et la productivité pour les trois temps de contact étudiés (1, 2 et 3 min). En revanche, un fort effet répulsif est observé après un badigeonnage de l'oreille de l'hôte nourricier avec une solution à 0,3 g/l d'azadirachtine. A cette concentration, 70 p. 100 des glossines ne se nourrissent pas et ce chiffre atteint 90 p. 100 à la concentration de 3 g/l. En fonction des effets observés chez cet insecte hématophage, les applications envisageables sur le terrain sont discutées, soulignant la possibilité de mettre à profit cet effet répulsif pour protéger le bétail dans les zones à risque.

Mots-clés : *Glossina* - *Azadirachta indica* - Lutte anti-insecte - Azadirachtine - Phagorépusif - Insecticide - Puce - Application locale.

INTRODUCTION

Les problèmes économiques actuels de l'Afrique font que l'importation des insecticides de synthèse pour lutter contre les insectes vecteurs constitue une lourde charge financière. Celle-ci pourrait être allégée par l'utilisation de produits insecticides naturels disponibles localement. L'utilisation de tels produits pourrait même permettre la participation des communautés rurales concernées par la lutte et présenter des avantages sur le plan écologique.

1. ORSTOM, Laboratoire des Insectes nuisibles, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France.

* Adresse actuelle : c/o D. Cuisance.

2. CIRAD - EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

Reçu le 13.7.95, accepté le 8.3.96.

Les extraits d'un arbre tropical, le neem (*Azadirachta indica* A. Juss), ont montré des propriétés insecticides sur divers insectes, notamment sur *Musca autumnalis* (6) et sur plusieurs insectes d'intérêt agricole tels que *Ostrinia nubilalis* (12), *Dysdercus koenigi* (8), *Liriomyza trifolii* (17), *Bemisia tabaci* (13). La toxicité de cet arbre sur les insectes est due à une substance qui est l'azadirachtine. Relativement peu de recherches ont été faites sur la toxicité des substances insecticides naturelles contre les insectes d'intérêt médical et vétérinaire. L'azadirachtine a montré des propriétés insecticides sur les moustiques (3, 18). Sur les glossines, on observe une très forte mortalité en trois jours de *Glossina fuscipes fuscipes* après leur introduction dans des cages dont le tulle a été sommairement imprégné d'extraits de graines de neem (G. Duvallet, observation non publiée).

La tendance actuelle est de promouvoir la création d'organisations villageoises dans le domaine agricole, et de groupements d'intérêts pastoraux dans le domaine de l'élevage afin de développer leur participation à la réalisation des actions de lutte par l'utilisation de pièges et d'écrans attractifs imprégnés d'insecticides. Cela incite les chercheurs à trouver des solutions locales aux problèmes des parasitoses.

Les trypanosomoses, dont les glossines sont les principaux agents vecteurs, demeurent préoccupantes en raison de la reviviscence de nombreux foyers et de leur impact sur la santé humaine et animale et, en conséquence, sur l'économie des pays africains. Dans ce cadre, nous avons testé la toxicité de l'azadirachtine sur les glossines, notamment sur *Glossina fuscipes fuscipes*.

MATERIEL et METHODES

Les glossines proviennent de l'élevage CIRAD-ORSTOM de Montpellier. Les individus sont maintenus dans des cages de type "Roubaud" (14 x 8,5 x 5 cm) à raison de 25 à 30 individus par cage. Les mouches sont nourries cinq jours par semaine en plaçant les cages sur les oreilles d'un lapin. Les lots sont maintenus après traitement à une température comprise entre 23 et 25°C avec une humidité relative de 70 à 80 p. 100. La photopériode est de 12 h de jour et de 12 h de nuit (éclairage artificiel). Les extraits de neem ou Azatin EC[®] ont été fournis par la société Calliope. Le produit est une émulsion contenant

10 p. 100 d'extraits de neem dont 3 p. 100 d'azadirachtine. Nous avons testé la toxicité du produit pour les glossines, d'une part en applications topiques et d'autre part en contact tarsal.

Applications topiques

Le produit est dilué dans un solvant composé de 50 p. 100 d'acétone et de 50 p. 100 de dioctylphtalate. La dose d'insecticide est calculée sur la base du produit actif (l'azadirachtine). Une micro goutte de 0,87 ml de solution est appliquée sur la face dorsale du thorax de chaque mouche, délivrant respectivement 2,61, 0,261, 0,0261 µg d'azadirachtine par mouche. Les glossines sont traitées individuellement avec un micro-applicateur de type Arnold. Avant chaque manipulation, elles sont nourries puis transportées vers la salle de test dans laquelle elles sont anesthésiées avec du CO₂ et traitées immédiatement. Les tests sont d'abord effectués avec des femelles âgées et gravides, ainsi que de jeunes mâles pour évaluer l'effet de l'azadirachtine sur la mortalité. Tous les jours, les glossines mortes sont comptées et retirées des cages. Lorsqu'on dispose d'au moins trois doses donnant des mortalités supérieures à 0 et inférieures à 100 p. 100 dont une au moins entre 0 et 50 p. 100, les résultats sont analysés par la méthode Log Probit avec un logiciel spécialisé (Probit Analysis Program, version 3.1, CNRS-USTL Montpellier). Ensuite, les tests sont effectués sur de jeunes femelles pour suivre l'impact du traitement sur la reproduction. Avant celui-ci, elles sont accouplées à l'âge de 2 ou 3 jours avec des mâles qui ont entre 7 et 10 jours (âges connus comme le plus favorable à la fécondation). Elles sont mises en présence des mâles pendant 72 h, puis les sexes sont séparés. Chaque jour, les pupes sont récoltées et comptées. Elles sont pesées individuellement tous les 7 jours pendant toute la durée de pupaison afin de suivre l'évolution de leur poids. De même, le nombre d'imagos émergeant est compté pour évaluer le taux d'éclosion. En dernier lieu, la productivité P pour chaque lot est calculée :

$$P = \frac{\text{Nombre de pupes}}{\text{Nombre de femelles reproductrices} \times \text{jour}}$$

Le nombre de femelles reproductrices x jour est obtenu en additionnant le nombre de mouches vivantes chaque jour à partir de la première larviposition (10).

Contact tarsal forcé

Nous avons imprégné un tissu bleu (coton 33 p. 100 - polyester 63 p. 100) identique à celui utilisé dans les campagnes de lutte à une concentration de 3,9 g/m²

d'azadirachtine. Les mouches non anesthésiées sont mises en contact avec le tissu traité par les tarse en les maintenant par les ailes pendant des temps variables : 1, 2 et 3 min. Le témoin est constitué par un lot de mouches manipulées de la même façon mais sur du tissu non traité. Les tests sont effectués sur des femelles âgées et gravides ainsi que sur de jeunes femelles. Les paramètres suivis sont les mêmes que ceux des applications topiques.

Contact tarsal spontané

Des femelles, à jeun depuis 48 à 72 h et mises par lots de 30 en cage Roubaud, sont nourries sur l'oreille des hôtes nourriciers dont la peau est badigeonnée à différentes concentrations de produit : 3 g/l, 0,3 g/l, 0,03 g/l d'azadirachtine. La cage témoin est posée sur l'oreille non traitée. Les cages sont maintenues 10 min sur l'hôte nourricier. Le nombre de femelles qui prennent un repas de sang est compté.

RESULTATS

Applications topiques

Mortalité

Du fait des faibles mortalités observées, seuls deux tests ont pu faire l'objet d'une analyse Probit. Chez les jeunes mâles, l'analyse Probit est faite au cinquième jour (figure 1) de lecture de la mortalité (DL₅₀ = 0,747 µg) et au septième jour (figure 2) pour les femelles âgées et gravides (DL₅₀ = 2,516 µg).

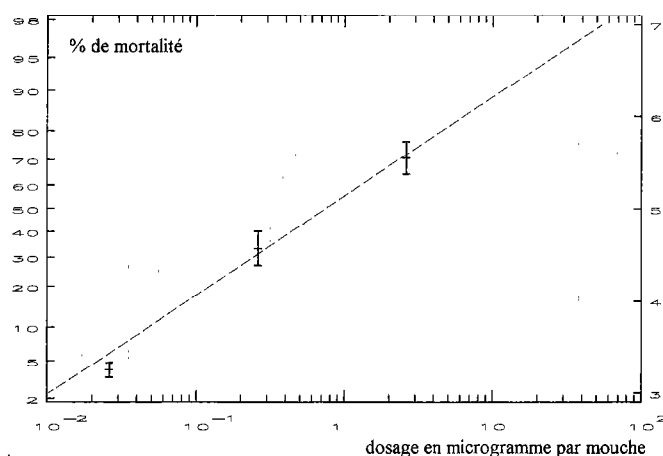


Figure 1 : Droite de régression dose/mortalité chez des jeunes glossines mâles au 5^e jour après applications topiques.

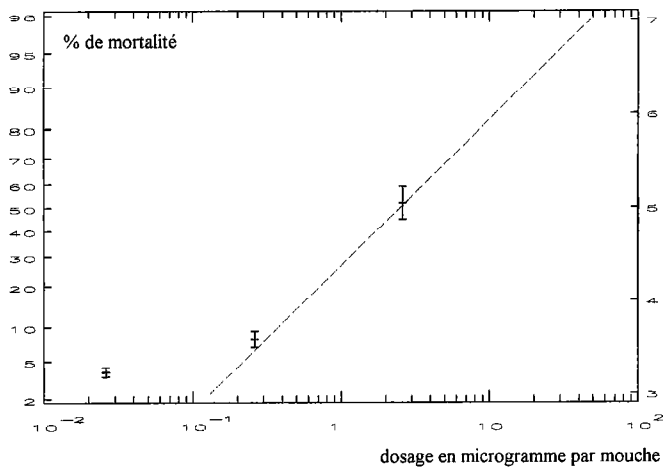


Figure 2 : Droite de régression dose/mortalité chez des glossines âgées et gravides au 7^e jour après applications topiques.

Dans les deux cas, la mortalité n'est jamais totale malgré les fortes doses appliquées, ce qui traduit une toxicité assez faible du produit vis-à-vis de *Glossina fuscipes fuscipes*.

Poids des pupes

Poids des pupes au jour J0 (tableau I)

Au moment de la larviposition, l'observation du poids des pupes montre des différences en fonction de la dose d'azadirachtine reçue par comparaison au lot témoin. Les analyses statistiques indiquent une différence significative entre le lot témoin et celui traité à 0,261 µg/mouche ($t = 6,92$; H.S.) ainsi que le lot traité à 2,61 µg/mouche ($t = 10,32$; H.S.).

TABLEAU I

Poids en mg des pupes de *Glossina fuscipes fuscipes* à la larviposition en fonction de la dose (applications topiques)

Dose/mouche				
en µg	Témoin	0,0261	0,261	2,61
Nombre de pupes	59	49	45	24
Moyenne	34,54	33,37	29,2	23,35
Ecart type	4,05	4,21	3,78	5,41

La différence est également significative entre le lot de femelles traitées à 0,0261 µg/mouche et le lot traité à 0,261 µg/mouche ($t = 5,06$; S). Les effets de l'azadirachtine se traduisent par un poids inférieur des pupes juste après la larviposition à partir de la dose de 0,261 µg/mouche.

Poids des pupes pendant la pupaison

Dans les conditions normales de laboratoire, la perte de poids des pupes est importante entre le 1^{er} et le 7^e jour, et devient ensuite minime jusqu'à l'éclosion (2).

Après constat d'une différence significative du poids juste après la larviposition, les pupes issues du lot témoin et celles issues des lots traités ont des évolutions identiques au cours de la pupaison (figure 3). L'azadirachtine n'affecte pas le poids des pupes au cours du développement de ces dernières.

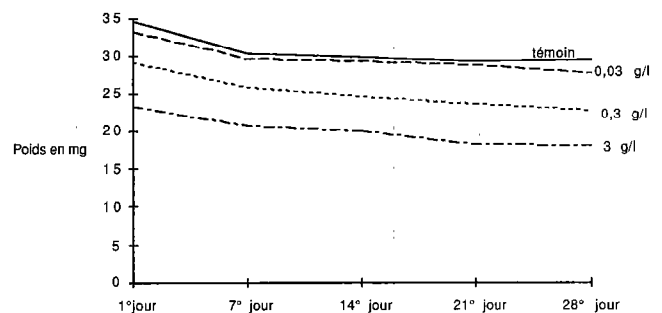


Figure 3 : Evolution du poids des pupes dans le lot témoin et les lots traités par application topique sur les femelles reproductrices

Taux d'éclosion (tableau II)

Les tests statistiques ne montrent aucune différence significative ($\mathcal{E} = 0,57$; N.S.) entre le taux d'éclosion des adultes issus des pupes produites par le lot témoin et celui issu des pupes produites par les femelles traitées à 0,0261 µg/mouche. Les pupes émises par les femelles des lots traités à 0,261 µg/mouche présentent un taux d'éclosion de 74,47 p. 100, soit une différence à peine significative par rapport au témoin ($\mathcal{E} = 1,97$). Pour les femelles ayant reçu la dose de 2,61 µg/mouche, le taux d'éclosion est de 50 p. 100, la différence est hautement significative par rapport au témoin ($\mathcal{E} = 3,08$; H.S.). En revanche, la différence entre les femelles ayant reçu la dose de 0,261 et celles issues des lots traités à 2,61 µg/mouche n'est pas significative ($\mathcal{E} = 1,53$). L'effet de l'azadirachtine sur l'éclosion n'est sensible qu'à partir de la dose de 0,261 µg/mouche.

Productivité (tableau II)

Elle est affectée lorsque les jeunes femelles sont traitées à la dose de 2,61 µg/mouche avec une différence significative entre le lot traité (0,013 puce/femelle) et le lot témoin (0,059 puce/femelle) ($\mathcal{E} = 2,99$; S). La productivité du lot de femelles traitées à la plus forte dose d'azadirachtine est 4,5 fois plus faible que celle du lot témoin. L'effet du traitement sur la productivité ne se manifeste qu'à 2,61 µg/mouche.

Autres effets

Nous observons qu'un traitement à l'azadirachtine entraîne une certaine incapacité de vol de *Glossina fuscipes fuscipes* et une difficulté à remonter la trompe après le repas de sang pour les lots traités à 0,261 et 2,61 µg/mouche. Il semble que l'azadirachtine affecte la physiologie musculaire des glossines en particulier au niveau des muscles alaires et ceux du proboscis.

TABLEAU II

Taux d'éclosion et productivité par des femelles de *Glossina fuscipes fuscipes* traitées par applications topiques d'Azatin EC®

Dose/mouche en µg	Nombre de mouches	Pourcentage d'éclosion	Productivité
Témoin	30	88,88	0,059
0,0261	28	85,48	0,059
0,261	29	74,47	0,052
2,61	30	50	0,013

Temps d'observation : 40 jours après la première larviposition

Contact tarsal

Contact forcé

Mortalité

Aucune mortalité n'a été observée chez les femelles âgées et gravides ainsi que chez les jeunes femelles après le contact sur le tissu traité quel que soit le temps de contact.

TABLEAU III

Taux d'éclosion et productivité des femelles de *Glossina fuscipes fuscipes* après contact tarsal

Temps de contact	Nombre de mouches	Pourcentage d'éclosion	Productivité
Témoin	29	90	0,071
1 mn	29	90,32	0,0708
2 mn	28	94,59	0,085
3 mn	29	92,75	0,077

Temps d'observation 31 jours après la première larviposition

Taux d'éclosion (tableau III)

Les taux d'éclosion chez les lots traités ne montrent aucune différence significative par rapport au lot témoin pour les trois temps de contact ($\mathcal{E}_1 = 0,06$, N.S. ; $\mathcal{E}_2 = 1,00$, N.S. ; $\mathcal{E}_3 = 0,55$, N.S.).

Productivité (tableau III)

Les conclusions sont identiques à celles du taux d'éclosion et de la mortalité ($t_1 = 0$, N.S. ; $t_2 = 0,45$, N.S. ; $t_3 = 0,22$, N.S.). Le contact tarsal avec l'azadirachtine n'affecte pas la productivité des femelles fécondées.

Contact naturel (tableau IV)

TABLEAU IV

Nombre de femelles âgées et gravides gorgées et non gorgées sur des oreilles de lapins traitées à différentes doses d'Azatin EC®

Dose	Témoin	0,03g/l	0,3 g/l	3 g/l
Nombre de femelles observées	30	30	30	30
Nombre de femelles gorgées	25	22	9	3
	83,33 %	73,33 %	30 %	10 %
Nombre de femelles non gorgées	5	8	21	27
	16,66 %	26,66 %	70 %	90 %

Le nombre de femelles gorgées diminue proportionnellement à la concentration d'azadirachtine badigeonné sur les oreilles du lapin avec une différence hautement significative à la concentration de 0,3 g/l ($\chi^2 = 17,35$; ddl = 1 ; H.S.) et de 3 g/l ($\chi^2 = 32,41$; ddl = 1 ; H.S.) (figure 4).

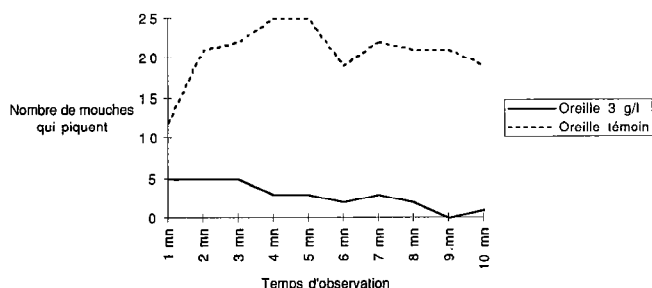


Figure 4 : Effet phagorépusif : nombre de femelles qui piquent en fonction du temps d'observation pour la dose de 3 g/l appliquée sur la peau de lapin.

DISCUSSION

Effets insecticides

Effets sur la mortalité

Les faibles mortalités obtenues chez les femelles âgées et gravides (classiquement réputées comme les moins sensibles aux insecticides) et sur les jeunes mâles lors d'applications topiques, traduisent une relation dose/mortalité plus faible que celle généralement observée avec les insecticides conventionnels de synthèse. Pour l'endosulfan, le rapport DL90/DL50 est de 2,57 chez les femelles gravides de *Glossina fuscipes fuscipes* (7) tandis que ce rapport est de 6,63 pour l'azadirachtine. L'utilisation de la formulation testée n'est pas envisageable dans le cas de pulvérisations sur le terrain compte tenu des doses qu'il faudrait appliquer pour obtenir une forte mortalité. L'absence de mortalité ou d'effet knock-down (tel celui observé avec les pyréthrinoides) par contact tarsal forcé ne permet pas non plus d'envisager l'utilisation des extraits de neem dans la lutte antiglossines par écrans ou pièges imprégnés.

Effets hormonaux

Au Ghana, D. Dankwa (non publié) a observé une baisse de la fécondité des femelles et du poids des pupes en nourrissant des femelles de *Glossina palpalis palpalis* sur les flancs de chèvre traités avec des extraits de feuilles de neem. Nos résultats obtenus en applications topiques sont comparables en indiquant une baisse significative du poids des pupes à partir de la dose de 0,261 µg/mouche. Il semble donc que le traitement avec les extraits de feuilles ou de graines de neem affecte la productivité et le poids des pupes.

Rembold et coll. (14) ont trouvé des résultats similaires sur *Locusta migratoria* après injection de l'azadirachtine. Le titrage hormonal a montré une baisse concomitante de l'hormone juvénile et de l'ecdysone ainsi qu'un décalage dans le temps de leur sécrétion chez l'adulte. Par similitude, on peut penser que l'azadirachtine affecte la sécrétion d'hormones chez l'adulte de *Glossina fuscipes fuscipes*. En effet, les taux d'éclosion sont fortement réduits dans les lots traités à la plus forte dose.

Cette baisse a été également notée par D. Dankwa (non publié) chez *Glossina palpalis palpalis* après un contact tarsal avec des extraits de feuilles de neem. Bidmon et coll. (1) ont montré que l'azadirachtine se comporte comme un mimétique d'hormone ecdysoïde en inhibant l'émergence des adultes chez *Calliphora vicina* après injection d'azadirachtine aux larves. Dorn et coll. ont observé le même effet sur *Oncopeltus fasciatus* (4). Gaa-boub et Hayes (6) ont également obtenu des inhibitions d'émergence d'adultes chez *Musca autumnalis* après une exposition des larves à l'azadirachtine.

Effets neurotoxiques

On constate que les lots de glossines traitées par des applications topiques sont incapables de voler et ont des difficultés à remonter la trompe après le repas de sang pris sur le lapin. Naqvi (11) a remarqué qu'une mixture de triterpénoïdes provenant de fruits mûrs de neem provoquait une inhibition de la cholinestérase chez *Musca domestica*. Il est possible que le même type d'inhibition se manifeste chez la glossine, expliquant les désordres physiologiques musculaires observés. Dans la nature, la glossine qui ne peut plus voler est condamnée car elle est à la merci des prédateurs (fourmis en particulier) (9). Cet effet "paralysant" se surajoute à la mortalité directe.

Il apparaît donc que l'Azatin EC® a des effets insecticides sur *Glossina fuscipes fuscipes*. Mais, ces effets sont trop faibles en général pour envisager l'utilisation de cette formulation sur le terrain, soit par pulvérisation, soit par imprégnation des leurres. Toutefois, Stark et Walter (16) en comparant une autre préparation commerciale, (Margosan-O®) à l'Azatin EC®, ont montré que certains composants de l'huile de neem augmentent significativement l'effet insecticide des préparations commerciales sur *Acyrtosiphon pisum* (Harris).

Effet phagorépusif

Après avoir badigeonné les flancs de chèvre avec des extraits de feuilles de neem, D. Dankwa (non publié) n'a observé aucun effet répulsif. Contrairement à ces résultats; nous avons remarqué qu'après avoir enduit l'oreille de lapin avec la formulation (essai réalisé avec trois doses différentes : 0,03 g/l ; 0,3 g/l ; 3 g/l d'azadirachtine), une proportion très importante de glossines à jeun a refusé de se nourrir (de 70 à 90 p. 100 pour les concentrations les plus élevées). Cet effet phagorépusif est couramment observé sur les insectes d'intérêt agricole. Ces propriétés sont utilisées en Asie et en Afrique pour protéger les cultures contre les ravageurs. Il apparaît donc que l'Azatin EC® exerce un effet phagorépusif sur les glossines en empêchant les piqûres à partir de la dose de 0,3 g/l d'azadirachtine. Cet effet n'apparaîtrait pas, selon D. Dankwa (non publié), en employant des extraits de feuilles de neem.

L'effet répulsif de l'Azatin EC® en application cutanée laisse entrevoir quelques perspectives dans le domaine de l'élevage en Afrique, notamment en assurant la protection du bétail contre les piqûres de glossines. Les tests ont été faits à partir d'une préparation commerciale contenant de l'azadirachtine mais aussi d'autres produits en raison du coût élevé de la purification. De ce fait, il est difficile de dissocier l'action de l'azadirachtine de celle des autres ingrédients contenus dans la formulation. En Australie (15), des insecticides à base d'azadirachtine sont utilisés en bains pour la lutte contre les ectoparasites du bétail (tiques, puces). Dans le cadre d'une application sur le terrain en Afrique en vue de mettre à profit l'effet répulsif, d'autres études sont à effectuer : rémanence sur le pelage en conditions tropicales, formulation appropriée, coût de l'utilisation, toxicité pour le bétail, résidus dans le lait et la viande.

CONCLUSION

Les résultats obtenus par contact tarsal ne permettent pas d'envisager l'utilisation des extraits de neem en pulvérisation directe ou par le traitement résiduel des lieux de repos des glossines (troncs et branches d'arbres) ainsi que leur emploi pour imprégnation de leurres (pièges et écrans). De plus, la rémanence dans la nature est très faible (3 à 5 jours) du fait d'une forte dégradation par la lumière (rayonnement ultraviolet) et par l'humidité (5). L'effet répulsif risque en outre de réduire le temps de contact de l'insecte avec le produit. Les effets faibles sur la mortalité et sur la reproduction lors d'applications topiques donnent peu d'espoir d'un usage sur le terrain. Cependant, d'autres études méritent d'être effectuées pour évaluer les effets de l'huile extraite des graines de neem sur les glossines. Néanmoins, les effets répulsifs observés laissent apparaître une utilisation possible en

imprégnation du bétail. Il est connu que dans certaines situations (transhumance du bétail, déplacement vers les abattoirs dans les zones infestées de glossines), l'application d'un produit répulsif peut avoir un intérêt en empêchant ou en limitant le contact glossines infectées-bétail, réduisant ainsi la transmission des trypanosomoses. Les éleveurs utilisent traditionnellement des plantes disponibles localement (extraits solubles de *Cissus producta*, feuilles de *Sesbania aculeata*) dont l'efficacité paraît limitée voire faible. Les extraits de neem de par leurs effets répulsifs pourraient constituer un moyen simple de protéger localement les animaux (un arbre fournit 30 kg de graines donnant de 6 à 8 kg d'huile) et faire partie des moyens de lutte gérables par les communautés rurales.

Remerciements

Nous tenons à remercier pour leur appui et leurs conseils Mr. du Fretay (Société Calliope, Nogueres, France) et Dr Hellpap (Institut für Phytopathologie und angewandte Zoologie, Giessen, Allemagne).

Bibliographie

- BIDMON H.J., KAUSER G., MOBUS P., KOOLMAN J., 1987. Effect of azadirachtin on blow fly larvae and pupae. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceeding of the 3rd international Neem Conference, Nairobi, Kenya, 1986. Eschborn, Allemagne, GTZ, p. 253-271.
- BURSELL E., 1958. The water balance of the tsetse pupae. *Phil. Trans. R. Soc. (B)*, **241**: 179.
- CHAVAN S.R., NIKAM S.T., 1988. Investigation of alkanes from neem leaves and their mosquito larvicidal activity. *Pesticides (Bombay)*, **22** (7): 32-33.
- DORN A., REBEMACHER J.M., SEHN E., 1987. Effects of the azadirachtin on reproduction organs and fertility in the large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceeding of the 3rd international Neem Conference, Nairobi, Kenya, 1986. Eschborn, Allemagne, GTZ, p. 273-278.
- ERMEL H., PAHLICH E., SCHMUTTERER H., 1987. Azadirachtin content of neem kernels from different geographical locations, and its dependance on temperature, relative humidity, and light. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceeding of the 3rd international Neem Conference, Nairobi, Kenya, 1986. Eschborn, Allemagne, GTZ, p. 171-184.
- GAABOUB I.A., HAYES D.K., 1984. Biological activity of azadirachtin, component of the neem tree inhibiting molting in the face fly, *Musca autumnalis* De Geer (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.*, **13**: 803-812.
- GUILLET P., COZ J., SANNIER C., BARATHE J., MUSTAPHA A., PANSU M., ITARD J., 1979. Etude de la sensibilité à quelques insecticides, OMS 1998, OMS 1821, OMS 2, OMS 595 ET OMS 570 de glossines d'élevage : *G. tachinoides*, *G. palpalis gambiensis* et *G. fuscipes fuscipes*. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **22** : 81-87.
- KOUL O., 1984. Azadirachtin: I. Interaction with the development of red cotton bugs. *Entomol. Exp. Appl.*, **36**: 85-88.

9. LAVEISSIERE C., COURET D., TRAORE T., 1985. Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissu pour la lutte par piégeage contre les glossines. I. Protocole expérimental. L'effet "knock down" des pyrèthrinoides. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **23** : 61-67.
10. MOURET J., 1983. Effets démographiques du diflubenzuron sur la mouche tsété. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **21** : 19-27.
11. NAQVI S.N.H., 1987. Biological evaluation of fresh extracts and some neem components with reference to abnormalities and esterase activity in insects. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceeding of the 3rd international Neem Conference, Nairobi, Kenya, 1986. Eschborn, Allemagne, GTZ, p. 315-330.
12. PHILOGENE B.J.R., ARNASON J.J., DONSKOV N., HUDON M., 1987. Intérêt de l'*Azadirachta indica* dans la lutte contre la pyrale de maïs. In : Conférences internationales sur les ravageurs en agriculture. Paris, France, ANPP, **II** (6): 227-235.
13. PRAHABAKER N., TOSCANO N.C., COUDRIET D.L., 1989. Susceptibility of the immature and adult stage of the sweet potatoes white fly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Econ. Entomol.*, **82**: 983-988.
14. REMBOLD H., UHL M., MULLER T.II., 1987. Effect of azadirachtin A on hormone titers during the gonadotrophic cycle of *Locusta migratoria*. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceeding of the 3rd international Neem Conference, Nairobi, Kenya, 1986. Eschborn, Allemagne, GTZ, p. 289-298.
15. RICE M., 1993. Development of neem research and industry in Australia. In: World Neem Conference, Bangalore, India, 24-28 février 1993. Rajahmundry, A.P., India, organized by the Indian Society of Tobacco Science, CTRI, p. 8-21.
16. STARK J.D., WALTER J.F., 1995. Neem oil components affect the efficacy of commercial neem insecticides. *J. Agric. Food Chem.*, **43**: 507-512.
17. WEBB R.E., HINEBAU M.A., LINDQUIST R.K., JACOBSON M., 1983. Evaluation of aqueous solution of neem seed extract against *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.*, **76**: 357-361.
18. ZEBITZ C.P.W., 1984. Effect of some crude and azadirachtin-enriched neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts on larvae of *Aedes aegypti*. *Entomol. Exp. Appl.*, **35**: 11-16.

MAKOUNDOU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P. Laboratory testing of the effects of a natural insecticide made with neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera: Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 339-345

Azatin EC[®], an extract from neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds, has been tested to examine its potential role in tsetse fly control by rural communities. Laboratory tests were performed on *Glossina fuscipes fuscipes* by topic applications or tarsal contacts. The topic application of Azatin EC[®] (30 g of azadirachtin per liter), induced a low mortality rate at higher dosages only (2.61 µg of azadirachtin/fly) in young males (DL50 = 0.747 µg) and old gravid females (DL50 = 2.516 µg). Productivity (number of pupae/female) decreased 4.5-fold at higher dosages and the pupa weight was significantly lower at the beginning of the pupa period. These parameters did not significantly differ from control thereafter. The emergence rate was significantly lower at dosages higher than 0.261 µg/fly. Flying and probing difficulties were observed at, and above, 0.261 µg/fly, indicating a probable muscular physiological unbalance. However, tarsal contact with a piece of material treated with 3.9 g/m² azadirachtin had no effect on the mortality and emerging rates, or productivity, for the three periods of time tested (1, 2 or 3 min). A strong repellent effect has nevertheless been noticed after coating the host ear with a 0.3 g/l azadirachtin solution. At this concentration, 70 % and, at 3 g/l concentration, 90 % of the flies did not feed on the host. As regards the results obtained, the possible use of this natural product in the field is discussed, in particular as a repellent for the protection of cattle in infested areas.

Key words : *Glossina - Azadirachta indica* - Insect control - Azadirachtin - Antifeedants - Insecticides - Pupae - Topical application.

MAKOUNDOU P.B., CUISANCE D., DUVALLET G., GUILLET P. Estudio en laboratorio de los efectos de un insecticida natural de extracto de "neem" (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre la *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 339-345

Con el fin de establecer un sistema de lucha contra las glosinas, cuyo manejo esté a cargo de las comunidades rurales, se examinó el Azatin EC[®], producido a base de extractos de granos de "neem" (*Azadirachta indica* A. Juss). Las pruebas se efectuaron sobre *Glossina fuscipes fuscipes*, tanto por aplicaciones tópicas como por contacto tarsal. La aplicación tópica del Azatin EC[®], con un contenido de la fórmula de 30 g de azadiractina por litro, provoca una baja mortalidad, la cual no se manifiesta sino a dosis elevadas (2,61 µg de azadiractina/mosca) en los machos jóvenes (DL50 = 0,747 µg) y las hembras adultas y grávidas (DL 50 = 2,516 µg). La productividad (pupas/hembra) disminuye 4,5 veces a altas dosis, con un peso de las pupas significativamente inferior al inicio del estado pupal, pero con una evolución similar a la de los testigos. La tasa de eclosión disminuye significativamente a dosis superiores a 0,261 µg/mosca. Las dificultades de vuelo y sondeo (pique) se observan a partir de 0,261 µg/glosina, lo que parece indicar una alteración de la fisiología muscular. Inversamente, el contacto tarsal sobre un tejido tratado a dosis de 3,9 µg/m² de azadiractina no presenta ningún efecto sobre la mortalidad, la tasa de eclosión y la productividad, para las tres duraciones de contacto estudiadas (1, 2 y 3 min). Se observa, por el contrario, un fuerte efecto repulsivo después de una unción de la oreja del huesped con una solución de 0,3 g/l de azadiractina. A esta concentración, 70 p. 100 de las glosinas no se alimentan, porcentaje que alcanza 90 p. 100 a 3 g/l de concentración. Se discuten las posibles aplicaciones de campo en base a los efectos observados en este insecto hematófago, con énfasis en la posibilidad de aprovechar el efecto de repulsión para proteger el ganado de las zonas bajo riesgo.

Palabras clave : *Glossina - Azadirachta indica* - Control de insectos - Azadirachtin - Inhibidores del apetito - Insecticidas - Pupas - Aplicación local.

Communication

Skin lesions in dogs, horses and calves caused by the stable fly *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae)

I. Yeruham ^{1*}

Y. Braverman ²

YERUHAM I., BRAVERMAN Y. Skin lesions in dogs, horses and calves caused by the stable fly *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4): 347-349

Specific skin lesions caused by *Stomoxys calcitrans* on the feeding sites of different species are described. Skin lesions appeared on dogs, horses and calves following bites of stable flies. Necrotic dermatitis was observed in 32 dogs of various breeds at the tip of the ears. Exudative dermatitis appeared on the legs of 45 adult horses and dermatitis was diagnosed in the "hair whirlpools" on the backs of 18 white calves.

Key words: Dog - Horse - Calf - *Stomoxys calcitrans* - Dermatitis - Lesion.

Introduction

Stomoxys calcitrans is the most common blood-feeding fly around farm animals and is an important pest of livestock in temperate and subtropical countries (4). The biology of *S. calcitrans* has recently been reviewed (7). It feeds twice a day on the average, usually on whichever host happens to be available at the time (10), but will feed more often if interrupted. *S. calcitrans* has been identified as a mechanical vector of disease agents (8, 18). The wide host range of stable flies has been reported by Greenberg (8).

1. "Hachaklait", Gedera and the Koret School of veterinary Medicine, the Hebrew University of Jerusalem, Bet Dagan 50250, Israel.

2. The Kimron veterinary Institute, Bet Dagan 50250, Israel.

* Address for correspondence: 4 Hagoren St., Gedera 70700, Israel.

Reçu le 23.1.96, accepté le 11.3.96.

Stable flies are significant pests of domestic animals and cause severe annoyance (5), injury and allergic reactions (13). Economic losses, e.g., decrease in milk yield in dairy cattle (2, 14), reduced weight gain in calves (3) and damage to tissues and hides (6) have been reported. Stable flies can also be a significant pest of man, causing pain and annoyance (15). The differences in the degrees of attacks by *S. calcitrans* are influenced by the host odour (1), and the reactions of the host under attack (17).

Relatively little information is available on stable flies as a cause of skin lesions in domestic animals. In this study, specific skin lesions caused by *S. calcitrans* in dogs, horses and calves observed during a survey period of three years (1992-1994) are described.

Results and Discussion

The preferred biting site of stable flies on dogs is at the tip of the ears (12). We made similar observations on 32 dogs of various breeds, with prick-ears (figure 1). As a result of watch dog and sheep dog continuous exposure to stable fly bites, necrotizing dermatitis developed on the biting sites (figure 2). Similar observations have been made by Hogsette *et al.* (12). A similar clinical condition can be confused with stick fast flea infestation. The local shepherds used to cut the pups' ears in order to protect them from this injury (figure 3).



Figure 1: Biting site of stable flies on tips of dog ears.

Communication

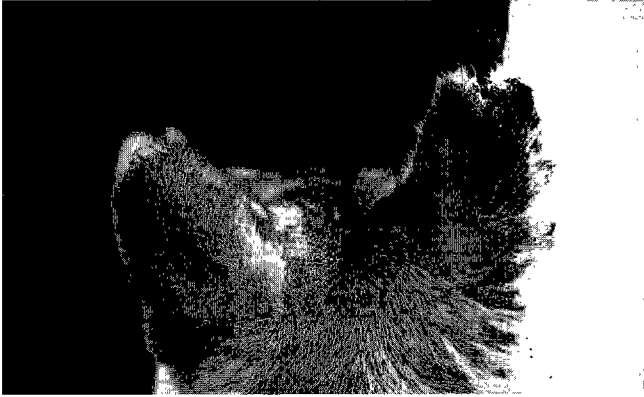


Figure 2: Necrotizing dermatitis on the tips of dog ears.



Figure 3: Sheep dog with cut ears.

S. calcitrans prefers to feed on the front legs of horses and cattle, possibly because the skin there is thinner and blood capillaries are closer to the surface (16). Three flies per front leg of 10 animals (cattle and horses) is the economic threshold of stable flies (11).

Forty-five adult horses of various breeds were observed continually stamping their feet, throwing their heads towards their front legs and waving their tails, their skin twitching. Exudative dermatitis appeared on the skin following stable fly bites (figure 4). In the case of exudative dermatitis, the condition also resembles *Dermatophilus* infection.

Calves in dairy herds (Israeli-Holstein) were kept in lodges and were bitten on their backs by stable flies

during the Summer. Dermatitis was diagnosed in the "hair whirlpools" on the backs of 18 white calves (figure 5). This specifically local dermatitis is covered by a dark exudate which is the blood meal residue of *S. calcitrans*; this being described here for the first time. In this area, the hairs are thinner and the skin is accessible to the biting flies.

The biting sites of stable flies may lead to the development of myiasis following activity of oviparous or larviparous flies. The annoyance and injury caused by stable flies can be prevented by adequate control on all animals exposed to their bites (7).



Figure 4: Exudative dermatitis on the front legs of a horse.

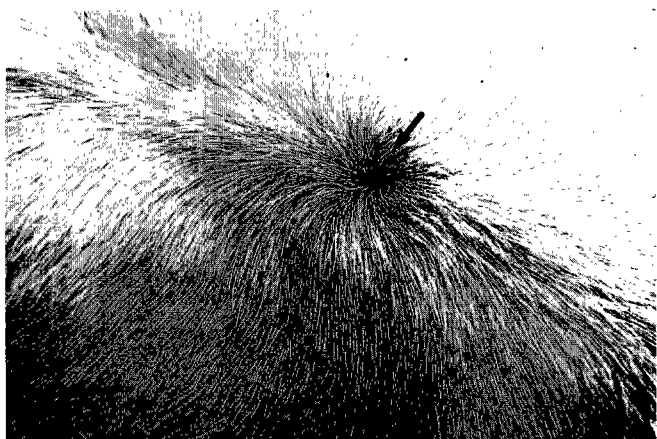


Figure 5: Biting site of stable flies on the "hair whirlpool" on the back of a calf.

References

1. BIDGOOD H.M., 1980. Host-location in *Stomoxys calcitrans* (L.), the stable fly. Ph.D. thesis, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom.
 2. BRUCE W.N., DEDKER G.C., 1958. The relationship of stable fly abundance to milk production in dairy cattle. *J. Econ. Entomol.*, **51**: 269-274.
 3. CAMPBELL J.B., 1985. Arthropod pests of confined beef. In: Williams R.E., Hall R.D., Broce A.B. and Scholl P.J. eds, *Livestock Entomology*. New York, USA, Wiley, p. 207-212.
 4. CONWAY J.A., 1972. The effect of biting fly control on weight gain in beef cattle. *Int. Pest Cont.*, **14**: 11-16.
 5. DOUGHERTY C.T., KNAPP F.W., BURRUS P.B., WILLIS D.C., BURG J.G., CORNELIUS P.L., BRADLEY N.W., 1993. Stable flies (*Stomoxys calcitrans*) and the behaviour of grazing beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **35**: 215-233.
 6. EVERETT A.L., MILLER R.W., GLADNEY W.J., HANNIGAN M.U., 1977. Effects of some ectoparasites on the quality of cattle hide leather. *Leather Chem. Assoc.*, **72**: 6-24.
 7. FOIL L.D., HOGSETTE J.A., 1994. Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue sci. tech. Off int. Epizoot.*, **13**: 1125-1158.
 8. GREENBERG B., 1971. *Flies and Diseases*, vol. 1, Ecology Classification and biotic Associations. Princeton, USA, Princeton University Press, 856 p.
 9. GREENBERG B., 1973. *Flies and Diseases*, vol. 2, Biology and Disease Transmission. Princeton, USA, Princeton University Press, 752 p.
 10. HARRIS R.L., MILLER J.A., FRAZER E.D., 1974. Horn flies and stable flies: feeding activity. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **67**: 891-894.
 11. HENDERSON A., 1975. Flies. *Large Anim. Vet.*, **50**: 6-12.
 12. HOGSETTE J.A., RUFF J.P., JONES C.J., 1987. Stable fly biology and control in northwest Florida. *J. Agric. Entomol.*, **4**: 1-11.
 13. MOOREHOUSE D.E., 1972. Cutaneous lesions on cattle caused by stable fly. *Aust. vet. J.*, **48**: 643-644.
 14. MORGAN D.W.T., BAILLIE H.D., 1980. A field trial to determine the effect of fly control using permethrin on milk yields in dairy cattle in the U.K. *Vet. Rec.*, **106**: 121-123.
 15. NEWSON D.H., 1977. Arthropod problems in recreation areas. *Ann. Rev. Entomol.*, **22**: 333-353.
 16. TODD D.H., 1964. The biting fly *Stomoxys calcitrans* (L.) in dairy herds in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.*, **7**: 60-79.
 17. WARNES M.L., FINLAYSON L.H., 1987. Effect of host behaviour on host preference in *Stomoxys calcitrans*. *Med. vet. Entomol.*, **1**: 53-57.
 18. ZUMPT F., 1973. *The stomoxiine biting flies of the world*. Stuttgart, Germany, Gustav Fisher Verlag, 175 p.
- YERUHAM I., BRAVERMAN Y.** Lésions de la peau chez le chien, le cheval et le veau causées par les stomoxes *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera : Muscidae). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 347-349
- Des lésions spécifiques de la peau causées par *Stomoxys calcitrans* sur des sites de prédilection sont décrites sur des espèces différentes d'animaux (chiens, chevaux et veaux) consécutivement à des piqures par des stomoxes. Une dermatite nécrotique est observée chez 32 chiens de races diverses, sur la pointe des oreilles. Une dermatite exsudative est constatée sur les pattes de 45 chevaux adultes et une dermatite est diagnostiquée sur les zones des "tourbillons de poils" sur le dos de 18 veaux.
- Mots-clés* : Chien - Cheval - Veau - *Stomoxys calcitrans* - Dermatite - Lésion.

Note scientifique

Acaricides utilisables dans la lutte contre les tiques aux Antilles : résultats d'essais en Guadeloupe

N. Barré¹

M. Fargetton²

R. Aprelon¹

L. Coulibando¹

BARRE N., FARGETTON M., APRELON R., COULIBANDO L.
Acaricides utilisables dans la lutte contre les tiques aux Antilles : résultats d'essais en Guadeloupe. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 351-356

Un acaricide pyréthrianoïde, la deltaméthrine (Butox 50®), une amidine, l'amitrazé (Taktik®) et un organophosphoré, le phoxime (Sébacil®), applicables en aspersion, ainsi que deux pyréthrianoïdes administrables en dépôt dorsal ("pour-on") ou en taches ("spot-on"), la fluméthrine (Bayticol® "pour-on") et la deltaméthrine (formulation "pour-on"), ont été testés en Guadeloupe sur des bovins au pâturage naturellement infestés par des adultes de la tique *Amblyomma variegatum*. Pour les produits administrables en aspersion, la meilleure efficacité est obtenue avec l'amitrazé (98,5 p. 100 de réduction de l'infestation). L'efficacité est encore meilleure avec les deux pyréthrianoïdes testés en "pour-on" (99,3 p. 100 de réduction avec la fluméthrine), ou en "spot-on" (100 p. 100 de réduction avec la fluméthrine et la deltaméthrine). Outre son efficacité, la technique du "spot-on" est la mieux adaptée au contexte de l'élevage à l'attache pratiqué aux Antilles. Ce mode de traitement est 2 à 3 fois plus rapide que l'aspersion permettant, malgré le coût élevé des produits, un gain en temps, donc en personnel qui peut rendre cette méthode de déti-quage compétitive, en particulier dans des perspectives d'éradication des tiques.

Mots-clés : Bovin - Tique - *Amblyomma* - *Boophilus* - *Haematobia* - Maladies transmissibles par tiques - Lutte antiacarien - Acaricide - Pyréthrine de synthèse - Deltaméthrine - Amitrazé - Phoxime - Elevage - Guadeloupe - Caraïbes.

1. CIRAD-EMVT, BP 515, 97165 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, France

2. INRA-CRAAG, BP 515, 97165 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, France

Reçu le 11.9.95, accepté le 18.3.96.

Introduction

Deux espèces de tiques, *Amblyomma variegatum* (F., 1794) et *Boophilus microplus* (Canestrini, 1883), parasitent le bétail aux Antilles. La première est vectrice de la cowdriose en Guadeloupe, à Marie-Galante et à Antigue, la seconde des babésioses et de l'anaplasmose dans toutes les îles. De plus, *A. variegatum* est étroitement associé à la dermatophilose, qui se manifeste sous sa forme clinique sévère chez les races sensibles dans toutes les îles ou parties d'îles infestées par cette tique. La gravité de cette maladie et l'importance des pertes économiques qui lui sont liées justifient la mise en oeuvre de mesures de lutte dirigées spécifiquement contre elle, mais aussi contre *Boophilus*.

Deux stratégies de lutte contre les tiques sont envisageables : 1) diminution de l'infestation pour maintenir le parasitisme à un niveau compatible avec des performances de production des animaux satisfaisantes ; 2) éradication complète et définitive des tiques d'une île, d'un groupe d'îles ou d'une région.

La première stratégie est appliquée depuis une trentaine d'années dans les Antilles françaises. Elle satisfait les éleveurs de bétail créole, notamment les éleveurs de bovins créoles hautement résistants aux maladies transmises par les tiques ou qui leurs sont associées. Elle n'empêche cependant pas les accidents sur les caprins, très sensibles à la cowdriose, ni sur les bovins croisés qui paient un lourd tribut à toutes les maladies liées aux tiques. Plus préoccupant, cette stratégie ne permet pas de limiter efficacement la propagation de la tique *Amblyomma variegatum* dans la Caraïbe. Depuis 1967, elle a colonisé 14 îles de la région et elle menace de gagner le continent. Afin de limiter ce risque, un programme d'éradication de cette espèce de tique dans les Petites Antilles, inspiré de celui déjà conduit à Porto-Rico (6), a été décidé (5). Ses objectifs, son état d'avancement et les contraintes ont été décrits (2, 4).

La mise en oeuvre de ce programme basé sur l'application régulière, tous les 14 jours et pendant 2 ans au moins, d'acaricides sur le bétail (2), nécessite de disposer d'acaricides les moins toxiques possible, laissant peu ou pas de résidus, faciles et rapides d'emploi, hautement efficaces et si possible doués d'une action rémanente. De plus, des considérations financières ne seront pas étrangères au choix des produits. Après avoir réalisé

Note scientifique

quelques tests de sensibilité *in vitro* sur des souches d'*Amblyomma variegatum* de Guadeloupe (7), il est apparu utile de mesurer *in vivo* l'efficacité de divers acaricides et la facilité d'emploi de divers modes d'administration, étant entendu que l'élevage traditionnel aux Antilles comporte en grande majorité des cheptels de petite taille (6 à 8 bovins par exploitation), élevés à l'attache (au piquet), disséminés dans les campagnes, n'autorisant pas les équipements lourds du type bain détiqueur.

Matériel et Méthodes

Tests d'efficacité

Animaux expérimentaux, rythme des traitements, dénombrements des tiques

Les essais ont été conduits à la station expérimentale INRA du domaine de Gardel (Le Moule), dans une des principales zones d'élevage de la Guadeloupe, où les conditions bioclimatiques sont hautement favorables au développement de la tique *Amblyomma variegatum* (24,6°C en février à 27,3°C en août ; 1 200 mm de pluies annuelles). Cinq lots de 13 à 20 vaches créoles chacun, conduites sur pâturage irrigué à Pangola, *Digitaria decumbens* (1 lot) ou sur pâturage naturel non irrigué à "petit-foin", *Dichantium caricosum* (les 4 autres lots) ont été utilisés.

Trois séries d'essais ont eu lieu en juin et en novembre 1994, et en avril 1995. Pendant trois mois au moins avant chaque essai, les animaux ne recevaient aucun traitement. Pour chaque acaricide utilisé, les traitements étaient effectués trois fois à 14 jours d'intervalle et les tiques adultes (mâles, femelles non gorgées, semi gorgées et gorgées) étaient dénombrées sur tout le corps de chaque animal, rentré dans un couloir de contention, à

J0, J3 et J7 après chacun des traitements. De plus, une appréciation semi-quantitative de l'abondance des *Boophilus* et des mouches (*Haematobia*) était effectuée. Pour chacune de ces trois séries, un lot témoin n'était pas détiqué et l'infestation de ces animaux était suivie simultanément à celle des lots traités.

Mesure de l'efficacité des traitements

Elle pouvait être mesurée par le test d'Abott (1), qui corrige la mortalité constatée par celle éventuellement observée dans le lot témoin. Ce test ne peut s'appliquer rigoureusement que si le lot témoin est élevé dans des conditions identiques au lot traité, ce que les conditions expérimentales de cette étude n'ont pas permis. En effet, les lots étaient chacun sur des parcelles différentes de niveaux d'infestation différents et ceci pour éviter le passage du produit par contact des animaux détiqués vers les non détiqués s'ils avaient été sur le même pâturage (9).

Considérant le court délai entre le premier et le dernier dénombrement (35 à 38 jours), insuffisant pour qu'apparaissent des fluctuations naturelles très importantes des effectifs de tiques sur les animaux, on pouvait aussi apprécier l'efficacité en calculant la diminution de l'infestation dans chaque lot induite par le dernier traitement, par rapport à l'infestation initiale. Pour des produits ayant une certaine rémanence, la concentration optimale au niveau du poil peut être obtenue après plusieurs traitements, ce qui se passe d'ailleurs dans le cas d'une campagne de détiquage à intervalles réguliers. La réduction de l'infestation a ainsi été mesurée entre J0 et quelques jours après le troisième traitement. Ce choix va privilégier les produits à la fois actifs et rémanents.

Produits acaricides utilisés (tableau I)

Leurs dénominations et caractéristiques sont indiquées dans le tableau I. Les concentrations utilisées sont celles

TABLEAU I
Caractéristiques des acaricides utilisés

Famille	Nom commercial	Nom chimique	Mode d'application	Concentration ou dose utilisée
Organo-phosphoré	Sébacil®	phoxime	aspersion	250 ppm
Amidine	Taktik® 12,5 %	amitraze	aspersion	250 ppm
Pyréthri-noïde	Butox 50®	deltaméthrine	aspersion	37,5 ppm
	Deltaméthrine (formulation "pour-on" 10 g/l)	deltaméthrine	"spot-on"	4 x 10 ml / bov. de 300-400 kg
	Bayticol® 1 % "pour-on"	fluméthrine	"pour-on"	10 ml / 100 kg PV
	id	id	"spot-on"	4 x 2,5 ml / 100 kg PV

indiquées par le fabricant sur l'étiquette du flacon. Les produits en aspersion étaient administrés à l'aide d'un pulvérisateur à moteur à raison de 5 l de solution prête à l'emploi par bovin. L'administration de la deltaméthrine et de la fluméthrine en "spot-on" ne figure pas dans les directives des fabricants, mais ceux-ci ont accepté que l'on teste ces produits selon ce mode d'application qui s'était avéré intéressant dans des expérimentations préliminaires (3). Il consiste à propulser à distance à l'aide d'un pistolet doseur (The Protector®, Vetmark Services Limited, Cambridge), la dose fractionnée en quatre parties sur le haut des cuisses et des épaules, de chaque côté de l'animal.

Facilité d'emploi de divers modes d'application

L'application du produit en "pour-on" est peu adaptée aux conditions d'élevage aux Antilles, la grande majorité des animaux étant tenus au piquet, attachés par une chaîne et donc mobiles autour du point d'attache. Dans ces conditions, il est difficile de s'approcher suffisamment près des animaux pour déposer la dose de produit. L'application de l'acaricide en "spot-on" a donc été testée, comme cela a été décrit précédemment, et on a comparé la rapidité d'exécution avec le traitement classique en aspersion, et ceci chez 46 éleveurs totalisant 383 bovins élevés selon les méthodes traditionnelles.

Résultats

Efficacité des acaricides sur *Amblyomma variegatum*

Quelle que soit la période de l'année où ont eu lieu les essais : milieu de la saison sèche (avril), fin de la saison sèche (juin), ou fin des pluies (novembre), des tiques adultes dont des femelles, sont présentes sur les animaux, témoignant d'une activité de cette stase toute l'année dans les conditions de la Guadeloupe.

Les niveaux d'infestation en début d'essai sont très variables d'un lot à l'autre (moyenne de 2,72 à 27,9 tiques adultes par bovin, tableaux II et III) reflétant généralement des situations écologiques et un historique de lutte contre les tiques (ancienneté, intensité, régularité, etc.) différents.

Au cours des essais, les effectifs de tiques sur les animaux témoins non détiqués ont tous augmenté. Pendant les 35 à 38 jours de suivi, cette augmentation a été de 23 p. 100 (lot témoin 1, tableau III), à 68 p. 100 (lot témoin 2, tableau III). L'évolution naturelle de l'infestation va donc vers un accroissement du nombre de tiques adultes sur les animaux, la période d'observation correspondant à une phase dynamique de réinfestation des animaux, précédemment détiqués trois mois avant le début des essais.

TABLEAU II

Nombre moyen d'*Amblyomma variegatum* adultes sur les animaux du lot témoin et sur ceux détiqués avec deux acaricides pyréthrinoides : la deltaméthrine (formulation "pour-on") (DEL) et le Bayticol "pour-on"®, (BAY.POUR) appliqués en dépôt dorsal ou en taches (BAY.SPOT) sur les animaux

n			J0 (T1)	J3	J7	J14 (T2)	J17	J21	J28 (T3)	J31	J35 à J38	% R ou A	
TEMOIN 1	20	M		3,40			4,10			4,05		+19,1	
		F		0,30			0,60			0,50		+66,6	
		T		3,70			4,70			4,55		+23,0	
DEL.SPOT	18	M	5,16	1,55	0,27	0	0	0	0,22	0,11	0	-100	
		F	1,61	0,17	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	-100
		T	6,77	1,72	0,32	0,05	0	0	0,22	0,11	0	0	-100
BAY.POUR	15	M	7,40	0,33	0,07	0,13	0	0,13	0,67	0	0,07	-99,1	
		F	2,66	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	-100
		T	10,06	0,33	0,07	0,13	0	0,13	0,74	0	0,07	0	-99,3
BAY.SPOT	15	M	14,20	0	0,07	0,13	0	0,07	0,67	0,07	0	-100	
		F	3,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-100
		T	17,60	0	0,07	0,13	0	0,07	0,67	0,07	0	0	-100

M = mâles, F = femelles, T = mâles + femelles. Début de l'essai, 14 juin 1994. n : nombre de vaches par lot ; T1, T2, T3 : traitements 1, 2, 3 ; % R ou A : pourcentage de réduction ou d'augmentation de l'infestation.

Note scientifique

TABLEAU III

Nombre moyen d'*Amblyomma variegatum* adultes sur les animaux des lots témoins et sur ceux détiqués par aspersions au Butox 50® (début du 1er essai, 14 juin 1994 ; début du 2°, 21 avril 1995), au Sébacil® (21 avril) et au Taktik® (15 novembre 1994)

	n		J0 (T1)	J3	J7	J14 (T2)	J17	J21	J28 (T3)	J31	J35 à J38	% R ou A
TEMOIN 1	20	M		3,40			4,10			4,05		+19,1
		F		0,30			0,60			0,50		+66,6
		T		3,70			4,70			4,55		+23,0
BUT.As (1)	14	M	20,64	10,07	1,36	3,93	2,71	2,64	7,71	4,50	3,86	-81,3
		F	7,35	1,57	0,71	2,57	0,86	0,28	3,00	0,85	0,43	-94,1
		T	27,99	11,64	2,07	6,50	3,57	2,92	10,71	5,06	4,29	-84,7
TEMOIN 2	13	M		15,84			16,77			28,87		+82,2
		F		2,61			2,38			2,12		-18,8
		T		18,45			19,15			30,99		+68,0
BUT.As (2)	20	M	6,90	2,30	0,90	0,75	0,45	0,30	1,35	0,45	0,60	-91,3
		F	0,70	0,10	0	0,15	0,10	0,05	0,35	0,05	0,10	-85,7
		T	7,60	2,40	0,90	0,90	0,55	0,35	1,70	0,50	0,70	-90,8
SEBACIL.As 15	15	M	8,40	0,60	1,53	1,87	1,40	1,80	2,47	1,60	3,53	-58,0
		F	1,0	0,26	0,07	0,40	0,46	0,33	0,60	0,40	1,26	+26,0
		T	9,40	0,86	1,60	2,27	1,86	2,13	3,07	2,00	4,79	-49,0
TEMOIN 3	18	M		1,55			1,39			2,39		+54,2
		F		0,39			0,28			0,78		+100
		T		1,94			1,67			3,17		+63,4
TAKTIK.As	14	M	4,43	0	0	1,00	0,21	0,57	1,64	0	0,07	-98,4
		F	0,35	0	0	0	0	0	0,5	0	0	-100
		T	4,78	0	0	1,00	0,21	0,57	2,14	0	0,07	-98,5

n : nombre de vaches par lot ; T1, T2, T3 : traitements 1,2 et 3 ; % R ou A : pourcentage de réduction ou d'augmentation de l'infestation.

Au contraire, le niveau d'infestation a fortement diminué dans les neuf lots traités, mais dans des proportions différentes en fonction des produits, et avec de fortes variations de cinétique de réinfestation.

Pyréthriinoïdes appliqués en dépôt dorsal ("pour-on") ou en taches ("spot-on") (tableau II)

La réduction obtenue dès le premier traitement est intense et rapide, surtout avec le Bayticol® qui ne laisse pratiquement plus de tiques vivantes au contrôle effectué 3 jours après traitement. Un résultat identique mais légèrement différé (entre 3 et 7 jours) est observé avec la deltaméthrine en formulation "pour-on". Huit jours après le troi-

sième traitement, les tiques ont presque totalement disparu (1 seul mâle vivant dénombré dans le lot traité au Bayticol® "pour-on" à J35) dans les trois lots traités en "pour-on" ou "spot-on". L'absence quasi totale de réinfestation par les femelles dans les 14 jours suivant chaque application confirme l'efficacité et la rémanence des pyréthriinoïdes sur les mâles *Amblyomma* qui meurent avant de produire les phéromones attractives pour les femelles.

Autres acaricides utilisés en aspersion (tableau III)

La réduction de l'infestation est médiocre avec le Sébacil® à la concentration utilisée puisqu'elle ne touche que la moitié des tiques. Elle est bonne, comprise entre 85 et 91 p. 100 de l'infestation initiale avec le Butox 50®.

La meilleure efficacité (98,5 p. 100 de réduction) est obtenue avec le Taktik[®], le seul produit utilisable en aspersion qui ait une efficacité totale sur les femelles après trois traitements.

Efficacité sur les autres arthropodes parasites

Boophilus microplus

Un seul lot était infesté par quelques *Boophilus* en début d'essai. Il s'agit d'un lot traité au Butox 50[®]. Plus aucun *Boophilus* n'a été retrouvé après le premier traitement.

Haematobia irritans

Tous les lots étaient fortement infestés, en début d'essai, par ce petit diptère hématophage, resté abondant dans tous les lots témoins pendant la durée de l'expérimentation. Par contre, cette mouche a immédiatement et totalement disparu des animaux dans les cinq lots traités avec un pyréthrinolide. Elle a fortement diminué, sans disparaître complètement, dans le lot Sébacil[®] et le lot Taktik[®], un effet inattendu avec ce dernier acaricide.

Avantages comparatifs des différents modes d'application (tableau IV)

La facilité et rapidité d'emploi dans les conditions d'élevage de la Guadeloupe ont été testées chez des éleveurs.

- L'application en "pour-on" est pratiquement impossible dans la majorité des élevages, où l'attache au piquet des animaux ne limite pas suffisamment leurs mouvements pour permettre de s'approcher d'eux et déposer le produit.

- L'application en "spot-on", qui permet de traiter un animal à une distance de 2 à 3 m est rapide (20 s par animal) et bien adaptée au mode d'élevage à l'attache. Le

coût des produits administrables par ce procédé est cependant élevé, revenant à 6 à 8 F par bovin et par traitement (4).

- L'application en aspersion est plus longue (45 s), voire davantage (60 s) si l'éleveur fait lui-même le traitement. Le coût en produit pour le traitement d'un bovin va de 0,45 F (Sébacil[®]), à 0,80 F (Taktik[®]) et à 1,1 F (Butox 50[®]) (4).

Compte tenu des temps nécessaires de trajet entre élevages (n = 46, t = 5 min), de discussions avec l'éleveur (n = 32, t = 2min 30 s), de préparation du matériel (1 min 7 s en aspersion, n = 38 ; 30 s en "spot", n = 38), de remplissage de la cuve d'aspersion (estimé à 10 min tous les 30 élevages) et de détiage, il faut 17 min 30 s pour détiager un élevage moyen de 8 têtes en aspersion et 10 min 40 s pour détiager un cheptel identique en "spot". Ce gain de temps avec ce procédé peut générer des économies très substantielles en matériel (pas de réservoir ni pompe), véhicules (produits prêts à l'emploi) et frais de personnel lors de campagnes de détiage organisées et systématiques.

Discussion et Conclusion

Divers acaricides testés en Guadeloupe sur des animaux élevés au pâturage se sont montrés actifs contre les mouches piqueuses et surtout contre la principale peste du bétail dans les Petites Antilles, la tique *Amblyomma variegatum*. Parmi les produits en aspersion, l'amitraze (Taktik[®]) a une efficacité de 99 p. 100 sur les tiques adultes. Une efficacité encore meilleure, proche ou égale à 100 p. 100, a été obtenue avec deux acaricides pyréthrinolides prêts à l'emploi, applicables en dépôt dorsal sur la ligne du dos ("pour-on"), ou en taches ("spot-on") : la deltaméthrine en formulation "pour-on" et la fluméthrine (Bayticol "pour-on"[®]). Le coût de ces produits prêts à l'emploi est élevé, mais leur parfaite efficacité, leur faible toxicité jointe à l'absence de délai d'attente après appli-

TABLEAU IV
Vitesse d'exécution du détiage en aspersion
et du détiage en "spot-on" dans les conditions de terrain

	Nombre d'élevages	Nombre d'animaux	Durée par bovin en secondes (moyenne et écart-type)
Aspersion (agent du groupement sanitaire)	21	167	45 ± 14
Aspersion (traitement par l'éleveur)	17	163	61 ± 24
Application en "spot-on" (agent du groupement sanitaire)	23	216	20 ± 7

Note scientifique

cation, leur facilité et rapidité d'emploi en "spot-on" comparée aux produits en aspersion, justifient leur utilisation dans le cadre de campagnes d'éradication où le résultat attendu impose des produits de qualité. Les conditions d'élevage en Martinique et dans les îles anglophones des Petites Antilles étant très similaires à celles de la Guadeloupe, les recommandations formulées par cette dernière pourraient être transposées dans la plupart des îles infestées de la région.

Outre leur efficacité immédiate, certains acaricides pyréthrinoides, ont une action rémanente de quelques jours, voire de quelques semaines après leur application. Dans des régions comme les Antilles où cohabitent sur le bétail *Boophilus microplus*, une tique monoxène très prolifique, qui possède une forte capacité à développer des résistances, et *Amblyomma variegatum*, le recours occasionnel ou à intervalles espacés à des produits rémanents peut générer des résistances de *Boophilus* à ces produits. Il faut donc les réserver à des campagnes de lutte intensive (éradication de la babésiose en Nouvelle Calédonie, éradication des tiques aux Antilles, etc.), où le faible intervalle entre les traitements efface les concentrations décroissantes et sublétales (effet de queue) sur la peau des animaux traités, reconnues comme propices aux apparitions de résistance.

Dans le même ordre d'idées, la technique du "spot-on", identifiée comme très pratique sur des animaux élevés au piquet devra être conduite avec rigueur, sur des animaux attachés courts, pour s'assurer de bien administrer toute la dose sur l'animal.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Unité de Recherches zootechniques de l'INRA Guadeloupe qui a mis à leur disposition les animaux expérimentaux, et tout le personnel du Domaine de Gardel qui a aidé à la réalisation des expérimentations. Ils remercient les Programmes POSEIDOM de Guadeloupe et de Martinique ainsi que les sociétés Roussel-UCLAF et Bayer qui ont apporté leur concours financier à certains des essais.

Bibliographie

1. ABBOTT W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**: 265-267.
 2. BARRE N., GARRIS G.I., 1990. Biology and ecology of *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) in the Caribbean: Implications for a regional eradication program. *J. Agric. Entomol.*, **7**: 1-9.
 3. BARRE N., GARRIS G.I., APRELON R., 1993. Acaricides for eradication of the tick *Amblyomma variegatum* in the Caribbean. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 349-354.
 4. BARRE N., CAMUS E., FIFI J., FOURGEAUD P., NUMA G., ROSE-ROSETTE F., BOREL H. Tropical Bont Tick eradication campaign in the French Antilles: current status. *N. Y. Acad. Sci. (A paraître)*
 5. FAO. 1992. Programme for the eradication of *Amblyomma variegatum* from the Caribbean. Rome, Italy, FAO, 22 p., 9 annexes. (Report)
 6. GARRIS G.I., BOKMA B.H., STRICKLAND R.K., 1989. Evaluation of the eradication programme for *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) on Puerto Rico. *Exp. Appl. Acarol.*, **6**: 67-86.
 7. GARRIS G.I., BARRE N., 1991. Acaricide susceptibility of *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) from Puerto Rico and Guadeloupe. *Exp. Appl. Acarol.*, **12**: 171-179.
 8. GARRIS G.I., BARRE N., CAMUS E., WILSON D.D., 1993. Progress towards a program for the eradication of *Amblyomma variegatum* from the Caribbean. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46**: 359-362.
 9. LEMCHE J., PEGRAM R.G., 1987. Control of cattle ticks using flumethrin in central Zimbabwe. *Vet. Rec.*, **121**: 110-111.
- BARRE N., FARGETTON M., APRELON R., COULIBANDO L.** Acaricides for tick control programmes in the Caribbean: results of trials conducted in Guadeloupe. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4): 351-356
- Deltamethrin (Butox 50®), a pyrethroid acaricide, amitraz (Taktik®), an amidine, and phoxim (Sebacil®), an organophosphorus compound, used as spray formulations, as well as two pyrethroids formulated as "pour-on" and used as such or as "spot-on", flumethrin (Bayticol® "pour-on") and deltamethrin (a "pour-on" formulation) have been used in Guadeloupe on grazing cattle naturally infested with the adult form of *Amblyomma variegatum*. For acaricides in spray formulation, a higher efficacy is observed with amitraz (98.5 % infestation reduction). The efficacy is even greater with the two pyrethroids applied as "pour-on" (99.3 % reduction), or "spot-on" (100 % reduction with flumethrin and deltamethrin). In addition, the "spot-on" technique is better-adapted to tethered livestock, the usual Caribbean breeding method. This technique is 2 to 3 times faster than spraying. Despite the higher price of "pour-on" compounds, the reduced time spent on treatment and, consequently, the reduced cost of labour could make this method competitive, especially within a tick eradication programme.
- Key words:** Cattle - Tick - *Amblyomma* - *Boophilus* - *Haematobia* - Tick-borne diseases - Mite control - Synthetic pyrethrin - Deltamethrin - Amitraz - Phoxim - Animal husbandry - Guadeloupe - Caribbean.

Communication

Apparition des chaleurs et de la décharge préovulatoire de LH chez la brebis de race Djallonké après synchronisation des chaleurs avec ou sans PMSG

G. Toure ¹

C. Meyer ²

A. Kouassi ¹

TOURE G., MEYER C., KOUASSI A. Apparition des chaleurs et de la décharge préovulatoire de LH chez la brebis de race Djallonké après synchronisation des chaleurs avec ou sans PMSG. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (4) : 357-361

En vue d'étudier l'influence de la PMSG sur l'apparition des chaleurs et le pic préovulatoire de LH chez les brebis Djallonké, les œstrus de 80 brebis cyclées ont été synchronisés à l'aide d'éponges vaginales d'acétate de fluorogestone en saison sèche et chaude. Ces brebis ont été réparties en deux lots (E et P) de même effectif. Au retrait des éponges le 14^e jour après la pose, chaque brebis du lot P a reçu une injection de 350 UI de PMSG alors que celles du lot E n'ont reçu aucun traitement. Toutes les deux heures, le comportement sexuel a été observé chez toutes les brebis à l'aide d'un bélier vasectomisé. Un jour après le retrait des éponges, des prélèvements sanguins ont été effectués toutes les 2 heures pendant 4 jours consécutifs chez 5 brebis dans chaque lot. Ces prélèvements sanguins ont été utilisés pour doser par RIA l'hormone lutéinisante (LH). Les brebis sont venues en chaleur plus précocement ($p < 0,05$) dans le lot P que dans le lot E ($37,2 \pm 13,3$ h contre $43,7 \pm 14,3$ h pour le délai retrait des éponges - premiers signes de chaleur). Cependant la durée des chaleurs ($43,6 \pm 20,8$ h) est comparable dans les deux lots. La décharge préovulatoire de LH apparaît plus tôt dans le lot P que dans le lot E ($12,4 \pm 1,5$ h contre $19,5 \pm 7,7$ h après le début de l'œstrus ; $p < 0,05$). En revanche, la durée de ce pic de LH ($10,7 \pm 4,1$ h) et sa valeur maximale ($90,5 \pm 36,4$ ng/ml) sont semblables dans les deux lots. Globalement, les caractéristiques de chaleur et de pic de LH chez la race Djallonké semblent proches de celles antérieurement décrites pour les races européennes. En outre, l'administration de PMSG hâte l'apparition des chaleurs et celle du pic de LH.

Mots-clés : Ovin - Brebis Djallonké - Synchronisation de l'œstrus - Cycle œstral - LH - Côte d'Ivoire.

1. Institut des Savanes (IDESSA), Département des Ressources animales, BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

2. CIRAD-EMVT, BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Reçu le 3.11.93, accepté le 7.2.96.

Introduction

La production des élevages des petits ruminants est extrêmement dépendante des performances de reproduction des animaux ainsi que des relations qu'ils entretiennent avec leur environnement (3). Chez les femelles, l'amélioration des performances de reproduction nécessite la connaissance du cycle sexuel et en particulier de son complexe d'hormones dont les niveaux varient d'une part avec la race (10) et d'autre part avec le milieu (16, 20, 22). En effet, pour contrôler la reproduction chez les ovins, il est important de maîtriser le moment d'ovulation afin de réaliser l'insémination artificielle ou la monte en main à un moment prédéterminé sans avoir nécessairement à détecter les chaleurs (5, 6). Cette maîtrise du moment d'ovulation nécessite la connaissance des phénomènes endocriniens régulateurs de la fonction sexuelle tels que les profils de l'hormone gonadotrope LH d'origine hypophysaire et des stéroïdes gonadiques (œstrogènes, progestérone). Cette connaissance du système hormonal sexuel fait actuellement défaut en race Djallonké. Il n'existe chez cette race que des données sur le profil de progestérone (13). Le présent travail se propose (chez la brebis Djallonké) de mesurer d'une part la durée de l'œstrus et d'autre part de déterminer l'évolution du niveau plasmatique de l'hormone LH pendant les chaleurs. L'apparition des chaleurs a été synchronisée à l'aide d'un traitement progestagène à base d'acétate de fluorogestone appliqué sur une éponge vaginale. Ce traitement a été associé ou non à une injection de PMSG (Pregnant Mare's Serum Gonadotrophin) au retrait de l'éponge afin de connaître ses effets sur le moment d'apparition du pic préovulatoire de LH pendant les chaleurs.

Matériel et Méthode

Animaux

L'essai a été réalisé sur 80 brebis Djallonké issues du troupeau ovin de l'Institut des Savanes (IDESSA) de Bouaké, Côte d'Ivoire. Ces brebis, âgées de 2 à 5 ans, ont été réparties en deux lots E et P de 40 têtes chacun. Les deux lots étaient composés de brebis de poids homogènes (lot E = $22,01 \pm 2,74$ kg ; lot P = $22,06 \pm 2,83$ kg). Cinq béliers vasectomisés par lot de brebis ont été utilisés pour la détection des chaleurs.

Communication

Tous ces animaux consommaient essentiellement du *Panicum maximum* issu de pâturage artificiel, coupé et distribué à volonté à la bergerie où les animaux étaient répartis à raison de 10 à 15 têtes par case avec de l'eau à volonté.

Méthode

L'étude s'est déroulée en début de saison sèche et chaude. La température et l'humidité ambiante moyennes étaient respectivement de 26,5°C et 65,4 p. 100.

Des éponges vaginales (Chronogest®) de 40 mg d'acétate de fluorogestone (FGA) ont été posées aux 80 brebis. Au retrait des éponges, le 14^e jour après leur pose, de la PMSG a été injectée par voie intramusculaire aux seules brebis du lot P à raison de 350 UI par brebis. Les brebis du lot E n'ont subi aucun traitement après le retrait des éponges.

L'observation des chaleurs pratiquée toutes les 2 heures pendant 4 jours consécutifs a commencé 24 h après le retrait des éponges. Elle se faisait sur toutes les brebis présentées en groupe de 10 à 15 têtes à un bélier vasectomisé qui permettait de repérer celles qui étaient en chaleur. Pour éviter l'effet de préférence sexuelle (19), la brebis détectée en chaleur était isolée du groupe.

Les prises de sang ont commencé 24 h après le retrait des éponges et se sont poursuivies toutes les deux heures pendant quatre jours consécutifs. Elles ont été effectuées seulement sur cinq brebis retenues au hasard dans chaque lot. Le sang a été prélevé à la veine jugulaire à l'aide de tubes héparinés. Ensuite, il a été centrifugé à 3 000 tours/min pendant 10 min. Le plasma sanguin obtenu a été congelé à -15°C en attendant d'être soumis au dosage de LH. Celui-ci a été effectué au moyen de la méthode radioimmunologique RIA (20).

Le pic de LH a été défini comme étant l'ensemble des valeurs dépassant le niveau de base de LH augmenté de 3 fois son écart-type. La durée du pic de LH n'a été déterminée que chez 4 brebis du lot E, une brebis de ce lot n'ayant pas terminé sa décharge préovulatoire de LH avant la fin de l'étude. Les délais d'apparition des chaleurs et du pic de LH ainsi que leurs durées respectives et la valeur maximale du pic de LH ont été comparés à l'aide du test t de Student.

Résultats

L'apparition des chaleurs et du pic de LH sont indiqués dans le tableau I. L'évolution de la LH plasmatique et les périodes des chaleurs sont représentées dans la figure 1.

Observation des chaleurs

Au cours de la période des observations, 100 p. 100 des brebis ont été détectées en chaleur dans les 80 et 84 h

TABLEAU I

Apparition des chaleurs et du pic de LH chez les brebis de race Djallonké

Intervalle	Lot P (avec PMSG)	Lot E (sans PMSG)
Retrait éponge - début œstrus (heures)	37,2 ± 13,3 (a)	43,7 ± 14,3 (b)
Début œstrus - début pic de LH (heures)	12,4 ± 1,5 (c)	19,5 ± 7,7 (d)

Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 p. 100 ; m ± écart-type ; effectif : n = 5 par lot

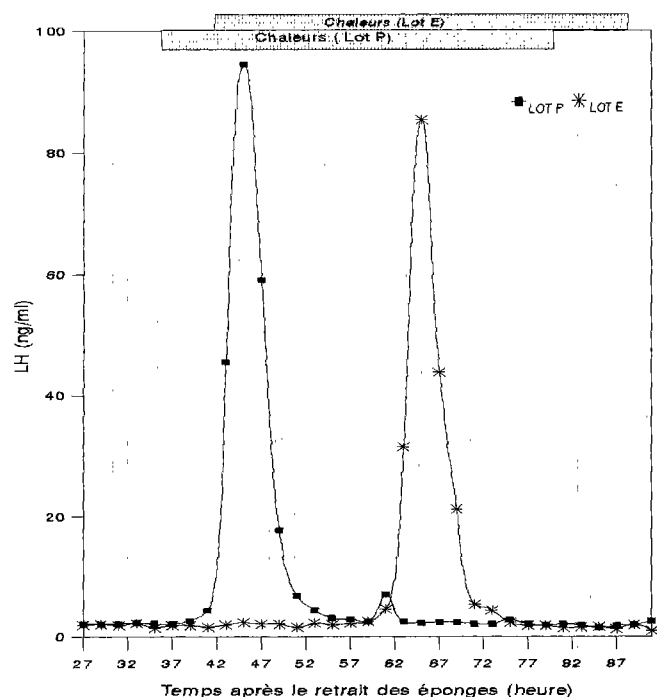


Figure 1 : Evolution de la LH plasmatique après le retrait des éponges chez la brebis Djallonké.

respectivement suivant le retrait des éponges dans le lot P et le lot E. Le pourcentage cumulé des brebis en chaleurs (tableau II) montre que plus de la moitié des brebis ont été observées en œstrus 30 h et 44 h après le retrait des éponges respectivement dans le lot P (à PMSG) et le lot E (sans PMSG).

Le délai moyen d'apparition des chaleurs après le retrait des éponges est significativement plus élevé ($p < 0,05$)

TABLEAU II
 Pourcentage cumulé des brebis en chaleur en fonction du (h) temps après le retrait des éponges

Délai après le retrait des éponges (h)	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84
Lot E (p. 100)	4,5	25	38,6	45,4	70,4	88,6	88,6	93	93	93	100
Lot P (p. 100)	7,5	55	62,5	62,5	72,5	87,5	95	97,5	97,5	97,5	100
Moyenne (p. 100)	5,9	39	50	53,5	71,4	88	91,6	95	95	95	100

Lot E : n = 43 ; lot P : n = 38

dans le lot E que dans le lot P ($43,7 \pm 14,3$ h contre $37,2 \pm 13,3$ h). Par ailleurs, il n'existe pas de différence significative ($p > 0,05$) entre les durées des chaleurs dans les deux lots dont la moyenne se situe à $43,6 \pm 20,8$ h.

Il n'existe pas de différence statistiquement significative ($P > 0,05$) entre le délai d'apparition des chaleurs des 5 brebis ayant fait l'objet de dosage de LH et celles du lot dont elles sont issues. Il en est de même de la durée des chaleurs. Elles sont bien représentatives de leur groupe.

Niveau de LH

Les brebis ayant fait l'objet de dosage de LH ont toutes présenté une décharge préovulatoire après le début des chaleurs. Le délai d'apparition du début de la décharge préovulatoire de LH après le début de l'œstrus est significativement plus élevé ($p < 0,01$) et avec un écart-type plus grand dans le lot E que dans le lot P ($19,5 \pm 7,7$ h contre $12,4 \pm 1,5$ h). La durée du pic de LH est identique dans les deux lots et est égale en moyenne à $10,7 \pm 4,1$ h.

Par ailleurs, le niveau de base moyen de LH est comparable dans les deux lots de brebis : $2,0 \pm 0,6$ ng/ml. La valeur maximale du pic de LH est statistiquement semblable dans les deux lots et se situe à $90,5 \pm 36,4$ ng/ml en moyenne.

Discussion

Le traitement de synchronisation des œstrus a été réalisé avec succès puisque toutes les brebis sont venues en chaleur au cours de l'étude. Avec un traitement hormonal de même type, Quirke (16) a obtenu une efficacité de

synchronisation voisine de 100 p. 100 chez les brebis de races Galway et métisses. Au Nigeria, chez la même race que celle de la présente étude, Oyediji *et al.* (14) ont abouti à un résultat comparable en synchronisant à l'aide de progestagènes en implants sous-cutanés ou d'éponges vaginales.

La différence de 7 h environ notée entre les délais d'apparition des chaleurs chez les brebis des deux lots montre que la PMSG accélère la venue en chaleur des brebis traitées comme cela a déjà été constaté par Signoret et Cognie (18) chez la brebis Ile-de-France. Un résultat comparable a été obtenu par Cognie *et al.* (4) qui trouvent que l'intervalle de temps entre le retrait des éponges et le début de l'œstrus est plus court chez les brebis ayant reçu de la PMSG que chez celles ayant eu des éponges seules ($31,4 \pm 0,56$ h contre $39,9 \pm 0,90$ h). Le délai moyen d'apparition des chaleurs ($37,2 \pm 13,3$ h) obtenu chez les brebis du lot P est comparable à la valeur de $36,7 \pm 1,3$ h obtenue chez les brebis de race Karagoumico soumises au même type de traitement hormonal par Acritopoulo-Fourcroy *et al.* (1).

Chez la brebis Djallonké, la PMSG n'influence pas la durée des chaleurs. De même, les brebis soumises à trois traitements de synchronisation à base de prosta-glandines F2 α et de progestagènes sous forme d'implants sous-cutanés ou d'éponges vaginales présentent une même durée d'œstrus (14). La durée de l'œstrus est un caractère qui présente d'importantes variations selon les races des brebis (12). En effet, la durée des chaleurs est généralement longue chez les races hautement prolifiques (11). Chez la race Djallonké, Berger (2) a obtenu une durée d'œstrus variant de 12 à 60 h, intervalle qui intègre notre valeur moyenne.

Les décharges préovulatoires de LH chez toutes les brebis dans les deux lots ont commencé après le début des

Communication

chaleurs, confirmant ainsi les résultats de Thimonier et Pelletier (23). Ces décharges préovulatoires sont plus précoces chez les brebis ayant reçu de la PMSG que chez celles ayant eu des éponges seules. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Signoret et Cognie (18) qui constatent que l'injection de la PMSG accélère l'apparition du pic de LH. Cette différence de 7 heures est proche de celle observée entre les débuts de chaleurs des deux groupes ; le traitement au PMSG n'influence pas l'intervalle début de l'œstrus-pic de LH. L'intervalle trouvé entre le début de l'œstrus et la décharge préovulatoire de LH chez la brebis Djallonké est différent de celui trouvé chez la brebis Romanov par Thimonier (21) qui s'élève à 17,6 h. Cela reflète les variations entre les races (21).

Par contre, la durée du pic de LH est identique dans les deux lots et s'élève en moyenne à $10,7 \pm 4,1$ h. Ce résultat est comparable à celui de Thimonier (21) et Rawlings *et al.* (17) qui trouvent que la décharge de LH dure de 8 à 12 h. De même, il est conforme au résultat de Cunningham *et al.* (8) qui montrent que la durée du pic de LH est généralement inférieure à 12 h.

Le niveau de base et la valeur maximale du pic de LH ne sont pas influencés par la PMSG. La valeur trouvée dans notre étude est comparable au résultat de Pelletier *et al.* (15) qui ont constaté que le niveau maximum du pic de LH varie entre 50 et 150 ng/ml.

L'intervalle entre le moment de l'ovulation et le début du pic de LH étant constant d'environ 24 h (7), le moment moyen de l'ovulation après le début de l'œstrus a pu être estimé à 36,4 h et 43,5 h respectivement pour les brebis du lot à PMSG et du lot sans PMSG. Ainsi, l'ovulation a eu lieu plus tôt chez les brebis ayant reçu de la PMSG que chez celles qui ont reçu les éponges seules. Un résultat comparable a été obtenu par Mauléon (12) qui trouve que l'injection de la PMSG accélère l'ovulation chez les brebis traitées. De même, Signoret et Cognie (18) constatent que l'ovulation est précoce chez les brebis ayant reçu de la PMSG à la fin du traitement au FGA. Par contre, elle se produit dans le même délai aussi bien chez les brebis ayant reçu uniquement du FGA que chez les témoins (chaleurs naturelles) selon les mêmes auteurs.

Le moment optimum pour l'insémination artificielle cervicale chez les brebis étant situé aux alentours de 12 h avant l'ovulation (9), il serait conseillé d'inséminer les brebis Djallonké aux alentours de 24 h et 31 h après le début des chaleurs ou 60 et 75 h après le retrait des éponges selon qu'elles ont reçu ou non de la PMSG à la fin du traitement FGA.

Conclusion

Le traitement de synchronisation des cycles sexuels chez la brebis Djallonké a été très efficace chez les femelles

traitées ou non avec de la PMSG. La PMSG accélère la venue en chaleur et l'apparition du pic de LH sans modifier leurs durées respectives. Une meilleure synchronisation des ovulations due à la PMSG est importante dans le cadre de l'insémination artificielle effectuée à un moment déterminé après le retrait des éponges. La synchronisation des chaleurs à l'aide uniquement d'éponges vaginales au FGA est suffisante pour la brebis Djallonké qui est non saisonnée et exploitée exclusivement en lutte naturelle pour la production de viande. L'évolution de LH pendant les chaleurs chez la brebis Djallonké présente globalement les mêmes caractéristiques que celle des brebis des régions tempérées.

Remerciements

Les analyses d'hormones ont été prises en charge par le projet FAO/RAF/88/100, à Banjul (Gambie) et par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agricole pour le Développement (CIRAD). Nous remercions Mme N. Jeanguyot (Laboratoire d'hormonologie, UNCEIA) pour sa contribution aimable et efficace dans la réalisation des dosages hormonaux. Nous remercions tous les chercheurs et techniciens du Département des Ressources Animales qui ont aidé aux observations du comportement sexuel des brebis et à la réalisation des prises de sang.

Bibliographie

1. ACRIPOPOULO-FOURCROY S., PAPPAS V., PECLARIS G., ZERVAS N., 1982. Synchronization of oestrus in ewes with provera sponges/PMSG, prostaglandin F_{2α} or the prostaglandin analogue ICI 80996 and fertility following natural mating or artificial insemination. *Reprod. Nutr. Dév.*, **22** (2) : 345-354.
2. BERGER Y., 1979. Bilan de 3 années d'études de la race ovine Djallonké en Côte d'Ivoire. Bouaké, Côte d'Ivoire, CRZ, 14 p. (Note technique n° 8/Zoot.)
3. CHEMINEAU P., MALPAUX B., PELLETIER J., DELGADILLO J.A., GUERIN Y., THIMONIER J., 1990. Effets de la lumière et de la température sur la reproduction des petits ruminants. In : Réunion annuelle de l'Association pour l'Etude de la Reproduction animale, Maisons-Alfort, France, 25 janvier 1990. Maisons-Alfort, France, AERA.
4. COGNIE Y., MARIANA J.C., THIMONIER J., 1970. Etude du moment d'ovulation chez la brebis normale ou traitée par un progestagène associé ou non à une injection de PMSG. *Ann. Biol. anim., Bioch., Biophys.*, **10** : 15-24.
5. COGNIE Y., SACARRAMUZI R.J., 1988. Les techniques physiologiques d'accroissement de la fertilité et de la prolificité chez les ovins. In : 11^e Congrès international de reproduction animale et d'insémination artificielle, Dublin, Irlande, 26-30 juin 1988. Dublin, Irlande, University College of Dublin, p. 623-636.
6. COGNIE Y., SCHIRAR A., MARTINET J., POULIN N., MIRMAN B., 1984. Activité reproductrice et maîtrise de l'ovulation chez les brebis. In : 9^e Journées pour la Recherche ovine et caprine, Paris, France, 5-6 décembre 1984. Paris, France, ITOVIC-SPEOC, p. 109-133.

7. CUMMING I.A., BROWN J.M., BLOCKEY M.A.de, WINFIELD C.G., BAXTER R., GODING J.R., 1971. Constancy of interval between luteinizing hormone release and ovulation in the ewe. *J. Reprod. Fertil.*, **24** : 134-135.
8. CUNNINGHAM N.F., SYMONS A.M., SABA N., 1975. Levels of progesterone, LH and FSH in the plasma of sheep during the oestrus cycle. *J. Reprod. Fertil.*, **45** : 177-180.
9. DZIUK P., 1970. Estimation of optimum time for insemination of gilts and ewes by double-mating at certain times relative to ovulation. *J. Reprod. Fertil.*, **22** : 277-282.
10. GAUTHIER D., 1988. The influence of season and shade on oestrus behaviour, timing of preovulatory LH surge and the pattern of progesterone in FFPN and créole heifers in tropical climate. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **26** (3) : 767-775.
11. LAND R.B., 1970. A relationship between the duration of oestrus, ovulation rate and litter size of sheep. *J. Reprod. Fertil.*, **23** : 49-53.
12. MAULEON M., 1971. Les cycles sexuels. *Elevage Insém.* **125** : 13-21.
13. MBAYE M., DIOP P.E.H., WONE A., 1989. Etude du cycle sexuel chez la brebis de race Djallonké. In : Atelier de travail sur le bétail trypanotolérant en Afrique, Harare, Zimbabwe, 4-8 septembre 1989. Banjul, Gambie, FAO/RAF/88/100, p. 52-53.
14. OYEDIJI G. O., AKUSU M. O., EGBUNIKE G. N., 1990. Comparative studies on the effectiveness of sil-estrus implants, veramix sheep sponges and prostaglandin F2 α in synchronizing estrus in West African Dwarf sheep. *Theriogenology*, **34** (3) : 613-618.
15. PELLETIER J., KANN G., DOLAIS J., ROSSELIN G., 1968. Dosage radioimmunologique de l'hormone lutéinisante plasmatique chez le mouton. Comparaison avec le dosage biologique de LH par la diminution de l'acide ascorbique ovarien et exemple d'application aux mesures de la LH sanguines chez la brebis. *C. R. Acad. Sci. (Paris), série D*, **286** : 2352-2354.
16. QUIRKE J.F., 1979. Control of reproduction in adult ewes and ewe lambs, and estimation of reproductive wastage in ewe lambs following treatment with progestagen impregnated sponges and PMSG. *Livest. Prod. Sci.*, **6** : 295-305.
17. RAWLINGS N.C., JEFFCOATE I.A., CURRIE W.D., COOK S.J., 1988. Progesterone and the preovulatory LH surge in the ewe. In : 11^e Congrès international de reproduction animale et d'insémination artificielle, Dublin, Irlande, 26-30 juin 1988. Dublin, Irlande, University College of Dublin, vol. 2, n° 62.
18. SIGNORET J.P., COGNIE Y., 1975. Determination of the moment of ovulation in ewe and sow. Influence of environment and hormonal treatment. *Ann. Biol. anim., Bioch., Biophys.*, **15** (2) : 205-214.
19. SIGNORET J.P., SALMON I., MOLENAT G., 1984. Contrôle des capacités sexuelles et de la production spermatique des béliers avant la lutte et performances obtenues en race Mérinos d'Arles. In : 9^e Journées pour la Recherche ovine et caprine, Paris, France, 5-6 décembre 1984. Paris, France, ITOVIC-SPEOC, p. 252-264.
20. THIBIER M., SAUMANDE J., 1975. Oestradiol-17 β , progesterone and 17 α hydroxyprogesterone concentrations in jugular veinous plasma in cows prior to and during oestrus. *J. Steroid Biochem.* **6** : 1433-1437.
21. THIMONIER J., 1979. Hormonal control of oestrus cycle in the ewe (a review). *Livest. Prod. Sci.*, **6** : 39-50.
22. THIMONIER J., MAULEON M., 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann. Biol. anim., Bioch., Biophys.*, **9** (2) : 233-250.
23. THIMONIER J., PELLETIER J., 1971. Différences génétiques dans la décharge ovulante (LH) chez les brebis de race Ile de France : relation avec le nombre d'ovulations. *Ann. Biol. anim., Bioch., Biophys.*, **11** : 559-567.
- TOURE G., MEYER C., KOUASSI A.** Apparition of heats and LH preovulatory discharge in Djallonké ewes after heat synchronization with or without PMSG. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (4) : 357-361

In order to study PMSG influence on the onset of heats and preovulatory LH peak, oestrus of 80 cyclic ewes were synchronized with vaginal sponges (fluorogestone acetate) during the dry and hot season. These ewes were divided into two groups (E and P) equal in size. At sponge removal, 14 days after insertion, each ewe from group P received 350 IU of PMSG, while group E did not undergo any treatment (control). Sexual behaviour in all ewes was observed every two hours using a vasectomised ram. One day after sponge removal, blood samples were collected every 2 hours for 4 consecutive days in 5 ewes from each group. These blood samples were used to assay the luteinizing hormone (LH) by RIA. Ewes were in heats earlier in group P than in group E (37.2 ± 13.3 h vs 43.7 ± 14.3 h for the period sponge removal - first signs of heats). However, heat duration (43.6 ± 20.8 h) was similar in both groups. LH preovulatory surge appeared sooner in group P than E (12.4 ± 1.5 h vs 19.5 ± 7.7 h after the oestrus). LH peak duration (10.7 ± 4.1 h) and its maximum value (90.5 ± 36.4 ng/ml) were similar in both groups. In general, heat and LH peak characteristics observed in Djallonké ewes seemed close to those previously reported in European breeds. In addition, PMSG hastened the onset of both oestrus and LH peak.

Key words : Sheep - Djallonké ewe - Oestrus synchronization - Oestrus cycle - LH - Côte d'Ivoire.

Index des auteurs

Abu Elzein, E.M.E.
n°3 p.233-235

Adeyefa, C.A.O.
n°1 p.31-33

Agbede, G.
n°2 p.147-151

Agib, A.
n°3 p.233-235

Ahmed, A.B.
n°3 p.259-263

Alonso, M.
n°3 p.244-246

Amsler-Delafosse, S.
n°2 p.145-146

Ankers, P.
n°4 p.321-326

Anosa, V.O.
n°3 p.254-258

Aprelun, R.
n°4 p.351-356

Avila, F.A.
n°3 p.239-243

Awa, D.N.
n°1 p.41-43

Barre, N.
n°4 p.351-356

Barrera, M.
n°3 p.244-246

Barros, A.T.M.
n°4 p.315-319

Bathaei, S.S.
n°2 p.181-194

Bengaly, Z.
n°1 p.18-20

Bengoumi, D.
n°3 p.276-280

Bengoumi, M.
n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

Bereau, M.
n°1 p.111-114

Bidjeh, K.
n°4 p.295-300

Blanc, F.
n°2 p.161-169, n°4 p.307-314, n°4
p.327-338

Blancou, J.
n°1 p.7-15

Blandino, T.
n°3 p.244-246

Bonfoh, B.
n°4 p.321-326

Bornarel, P.
n°4 p.295-300

- Bouchel, D.
n°1 p.37-40, n°2 p.133-137
- Braverman, Y.
n°4 p.347-349
- Cavaleyra, M.
n°2 p.161-169
- Chardonnet, P.
n°1 p.85-93
- Chilombo, D.
n°4 p.307-314
- Chollet, J.Y.
n°1 p.17-18
- Coulibandu, L.
n°4 p.351-356
- Cuisance, D.
n°2 p.153-160, n°2 p.161-169,
n°2 p.203-212, n°3 p.264-270,
n°4 p.327-338, n°4 p.339-345
- D'Amico, F.
n°2 p.161-169, n°2 p.203-212
- Daget, P.
n°3 p.281-282
- Dauvilliers, P.
n°1 p.67-76
- Debrah, S.
n°1 p.101-109
- Delafosse, A.
n°1 p.18-20, n°4 p.301-306
- Delano, O.O.
n°1 p.33-35
- Desquesnes, M.
n°3 p.247-253
- Dia, M.L.
n°1 p.21-25
- Dulieu, D.
n°1 p.85-93
- Duvallet, G.
n°1 p.18-20, n°4 p.339-345
- Edelsten, M.
n°4 p.307-314
- El Kasmi, K.
n°3 p.271-276
- Elad, D.
n°1 p.25-29
- Esievo, K.A.N.
n°2 p.177-179
- Fargettun, M.
n°4 p.351-356
- Faure, M.
n°3 p.244-246
- Faye, B.
n°3 p.271-276, n°3 p.276-280
- Frezil, J.L.
n°2 p.153-160, n°3 p.264-270
- Gameel, A.A.
n°3 p.233-235
- Gaucher, B.
n°1 p.111-114
- Gidudu, A.M.
n°2 p.153-160, n°3 p.264-270
- Gnaho, L.K.
n°1 p.77-83
- Gouteux, J.P.
n°2 p.161-169
- Guerin, H.
n°1 p.67-76
- Guillet, P.
n°4 p.339-345

- Hall, S.J.G.
n°1 p.77-83
- Hamblin, C.
n°1 p.31-33
- Herrera, H.M.
n°4 p.315-319
- Hoshiar Mandavi
n°3 p.231-232
- Housawi, F.M.T.
n°3 p.233-235
- Ibrahim, A.O.
n°3 p.233-235
- Igbokwe, I.O.
n°2 p.177-179
- Imadine, M.
n°4 p.295-300
- Jochems, M.
n°2 p.171-175
- Kabore, H.
n°2 p.171-175
- Kafuwa, P.T.
n°1 p.63-65
- Kageruka, P.
n°2 p.171-175
- Kalu, A.I.
n°2 p.139-144
- Kazadi, J.M.
n°2 p.171-175
- Kembi, F.A.
n°1 p.33-35
- Kone, B.
n°4 p.301-306
- Kouassi, A.
n°4 p.357-361
- La Rocque, S. De
n°3 p.247-253
- Lancelot, R.
n°4 p.295-300
- Lawrence, J.A
n°1 p.63-65
- Le Bel, S.
n°1 p.85-93
- Le Gall, F.
n°2 p.161-169, n°4 p.327-338
- Le Masson, A.
n°2 p.203-212
- Le Masson, C.
n°2 p.203-212
- Lemesre, J.L.
n°2 p.161-169
- Lucas, F.A.
n°3 p.239-243
- Mainguet, M.
n°2 p.161-169
- Makoundou, P.B.
n°4 p.339-345
- Martrenchar, A.
n°1 p.37-40, n°2 p.133-137
- Mayahi, M.
n°3 p.231-232
- Mbeng, C.
n°2 p.171-175
- Meghen, C.
n°1 p.77-83
- Meyer, C.
n°1 p.95-99, n°4 p.357-361
- Mpoame, M.
n°2 p.147-151
- N'Ddokoue, F.
n°2 p.161-169
- Ngangnou, A.
n°2 p.133-137, n°3 p.236-238

- Ngo Tama, A.C.
n°2 p.133-137
- Niare, T.
n°2 p.195-202
- Nitcheman, S.
n°2 p.161-169
- Njanpop, B.M.
n°1 p.37-40
- Njoya, A.
n°2 p.133-137
- Norman, T.
n°4 p.307-314
- Nyska, A.
n°1 p.25-29
- Obagaiye, O.K.
n°2 p.177-179
- Omotainse, S.O.
n°3 p.254-258
- Onana, J.
n°2 p.213-219
- Onyiah, J.A.
n°3 p.259-263
- Orgaz, A.
n°3 p.239-243
- Oyekunle, M.A.
n°1 p.33-35
- Ozawa, Y.
n°1 p.7-15
- Pangui, L.J.
n°4 p.321-326
- Paulillo, A.C.
n°3 p.239-243
- Paxton, E.A.
n°1 p.41-43
- Pfister, K.
n°4 p.321-326
- Picard, M.
n°1 p.67-76
- Pounekrouzou, E.
n°2 p.161-169
- Poussinga, J.M.
n°2 p.203-212
- Quintana, J.L.
n°3 p.239-243
- Reifenberg, J.M.
n°2 p.153-160, n°3 p.264-270
- Rodriguez Diego, J.G.
n°3 p.244-246
- Saiyari, M.
n°3 p.231-232
- Salas, M.
n°1 p.85-93
- Saror, D.I.
n°2 p.177-179
- Schocken-Iturrino, R.P.
n°3 p.239-243
- Sharma, R.N.
n°3 p.231-232
- Silva, R.A.M.S.
n°4 p.315-319
- Sissoko, K.
n°1 p.101-109
- Solano, P.
n°2 p.145-146
- Soldan, A.
n°4 p.307-314
- Soumare, S.
n°1 p.101-109
- Suleiman, S.N.
n°3 p.259-263
- Sumption, K.J.
n°1 p.41-43

Tjornehoj, K.
n°1 p.63-65

Toure, G.
n°4 p.357-361

Traore, A.
n°4 p.301-306

Tressol, J.C.
n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

Umar, I.A.
n°2 p.177-179

Van Der Vloedt, A.M.V.
n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

Van Hees, J.
n°2 p.171-175

Vreysen, M.J.B.
n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

Whiteland, A.P.
n°1 p.63-65

Xande, A.
n°1 p.111-114

Yaya, A.
n°1 p.37-40

Yeruham, I.
n°1 p.25-29, n°4 p.347-349

Yesso, P.
n°1 p.95-99

Yo, T.
n°1 p.67-76

Zinsstag, J.
n°4 p.321-326

Zoyem, N.
n°2 p.133-137, n°3 p.236-238

■ Index des mots-clés

ABATTAGE D'ANIMAUX
n°1 p.85-93

ABATTOIR
n°4 p.301-306

ACARICIDE
n°4 p.351-356

AGENT PATHOGENE
n°4 p.301-306

AGNEAU
n°2 p.195-202, n°3 p.233-235

AGROPASTORALISME
n°3 p.281-282

ALIMENTATION
n°2 p.213-219, n°3 p.271-276,
n°3 p.276-280

AMBLYOMMA
n°4 p.351-356

AMITRAZE
n°4 p.351-356

**AMPLIFICATION CHAINE
POLYMERASE**
n°2 p.145-146

ANALYSE ECONOMIQUE
n°4 p.327-338

ANAPLASMA MARGINALE
n°1 p.17-18

ANAPLASMOSE

n°1 p.17-18

ANE

n°1 p.31-33

ANEMIE

n°3 p.254-258

ANTIBIOTIQUE

n°1 p.63-65, n°2 p.133-137

ANTICOAGULANT

n°1 p.41-43

ANTICORPS

n°1 p.31-33, n°3 p.247-253

ANTIGENE

n°1 p.41-43, n°3 p.247-253

APPLICATION LOCALE

n°4 p.339-345

AVORTEMENT

n°3 p.259-263

AZADIRACHTA INDICA

n°4 p.339-345

AZADIRACHTINE

n°4 p.339-345

AZOTE

n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

BABESIA BIGEMINA

n°3 p.244-246

BACTERIOLOGIE

n°1 p.25-29

BANQUE DE DONNEES

n°3 p.281-282

BIOMASSE

n°1 p.111-114

BOOPHILUS

n°4 p.351-356

BOTANIQUE

n°3 p.281-282

BOVIN

n°1 p.17-18, n°1 p.25-29, n°1 p.37-40,
n°1 p.63-65, n°2 p.139-144, n°2 p.161-
169, n°2 p.203-212, n°3 p.236-238, n°3
p.239-243, n°3 p.244-246, n°4 p.295-
300, n°4 p.301-306, n°4 p.351-356

BOVIN BAOULE

n°1 p.95-99

BOVIN LAITIER

n°1 p.25-29

BOVIN N'DAMA

n°1 p.95-99, n°2 p.177-179

BOVIN SOMBA

n°1 p.77-83

BRACHIARIA DECUMBENS

n°1 p.111-114

BREBIS DJALLONKE

n°4 p.357-361

BRUCELLA ABORTUS

n°1 p.37-40

BRUCELLOSE

n°1 p.37-40

CAMEROUN

n°2 p.133-137

CAPRIN

n°1 p.41-43, n°2 p.133-137, n°3 p.231-
232, n°4 p.295-300, n°4 p.321-326

CARACTERISTIQUE DE L'OEUF

n°1 p.67-76

CARCASSE

n°1 p.85-93

CASTRATION

n°1 p.85-93

CENTRIFUGATION

n°4 p.315-319

CERF RUSA

n°1 p.85-93

CERVIDAE

n°1 p.85-93

CERVUS TIMORENSIS RUSSA

n°1 p.85-93

CHEVAL

n°1 p.31-33, n°4 p.315-319, n°4 p.347-349

CHIEN

n°3 p.254-258, n°4 p.347-349

CLIMAT

n°1 p.111-114

CLIMAT TROPICAL

n°1 p.67-76

COMMERCIALISATION

n°1 p.101-109, n°1 p.77-83

COMPLEMENT MINERAL

n°3 p.276-280

COMPORTEMENT

n°2 p.153-160

CONTROLE DE MALADIES

n°1 p.37-40, n°3 p.239-243,
n°4 p.307-314

COUT

n°1 p.37-40, n°4 p.307-314

COUT DE PRODUCTION

n°1 p.101-109

COWDRIA RUMINANTIUM

n°1 p.41-43, n°1 p.63-6565

COWDRIOSE

n°1 p.41-43, n°1 p.63-6565

CROISSANCE

n°1 p.67-76, n°1 p.85-93, n°2 p.181-194,
n°2 p.195-202

CUIVRE

n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

CYCLE OESTRAL

n°1 p.95-99, n°4 p.357-361

DELTAMETHRINE

n°4 p.351-356

DERMATITE

n°4 p.347-349

DERMATOPHILOSE

n°1 p.25-29

DEVALUATION

n°1 p.101-109

DIAGNOSTIC

n°1 p.18-20, n°3 p.244-246

DIARRHEE

n°3 p.239-243

DIGITARIA SWAZILANDENSIS

n°1 p.111-114

DROMADAIRE

n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

ECLOSION

n°1 p.45-51, n°1 p.53-6161

ECONOMIE DE L'ELEVAGE

n°1 p.101-109

ELEVAGE

n°2 p.161-169, n°4 p.327-338,
n°4 p.351-356

ENQUETE

n°1 p.101-109, n°1 p.25-29, n°1 p.77-83,
n°3 p.236-238

EPIDEMIOLOGIE

n°1 p.17-18, n°1 p.25-29, n°1 p.31-33,
n°2 p.145-146, n°2 p.203-212, n°4
p.295-300, n°4 p.315-319, n°4 p.321-326

ERYTHROCYTE

n°2 p.177-179

ESCHERICHIA COLI

n°3 p.239-243

FERTILITE

n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

FIEVRE APHTEUSE

n°1 p.7-15

FOIN

n°1 p.111-114

FRACTIONNEMENT

n°1 p.45-51

GAIN DE POIDS

n°2 p.181-194

GENETIQUE

n°1 p.77-83

GLOSSINA

n°2 p.153-160, n°2 p.171-175, n°3 p.259-263, n°3 p.264-270, n°4 p.327-338, n°4 p.339-345

GLOSSINA FUSCIPES FUSCIPES

n°2 p.161-169, n°2 p.203-212

GLOSSINA TACHINOIDES

n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

GRANULOCYTE

n°1 p.41-43

HAEMATOBIA

n°4 p.351-356

HELMINTHE

n°2 p.147-151

HELMINTHOLOGIE

n°4 p.321-326

HISTOPATHOLOGIE

n°1 p.25-29

HORMONE

n°1 p.95-99

IMMERSION

n°4 p.307-314

IMMUNOLOGIE

n°1 p.63-65, n°4 p.295-300

INFECTION EXPERIMENTALE

n°1 p.41-43, n°3 p.247-253, n°3 p.254-258, n°4 p.295-300

INFESTATION

n°4 p.321-326

INSECTICIDE

n°4 p.339-345

IRRADIATION

n°1 p.45-51

IRRADIATION GAMMA

n°1 p.53-61

LAIT DE VACHE

n°1 p.101-109

LESION

n°4 p.301-306, n°4 p.347-349

LH

n°4 p.357-361

LONGEVITE

n°1 p.45-51, n°1 p.53-61

LUTTE ANTI-ACARIEN

n°4 p.307-314, n°4 p.351-356

LUTTE ANTI-INSECTE

n°1 p.45-51, n°1 p.53-61, n°2 p.161-169, n°4 p.327-338, n°4 p.339-345

MALADIE DE GUMBORO

n°1 p.33-35

MALADIE DU SOMMEIL

n°2 p.139-144

MALADIE TRANSMISE PAR VECTEUR

n°3 p.264-270

MALADIE TRANSMISSIBLE PAR TIQUES

n°4 p.351-356

- MATURITE**
n°2 p.181-194
- MENSURATION CORPORELLE**
n°2 p.181-194
- METHODE D'ELEVAGE**
n°1 p.77-83
- MORBILLIVIRUS**
n°4 p.295-300
- MORSURE**
n°2 p.153-160
- MYCOBACTERIUM**
n°4 p.301-306
- MYCOPLASMOSE**
n°2 p.133-137
- NECROPSIE**
n°4 p.301-306
- NEMATODA**
n°4 p.321-326
- OVIN**
n°2 p.133-137, n°2 p.195-202, n°3
p.231-232, n°3 p.233-235, n°3 p.247-
253, n°4 p.321-326, n°4 p.357-361
- OVIN MEHARABAN**
n°2 p.181-194
- PARCOURS**
n°2 p.203-212
- PASTEURELLA**
n°2 p.133-137
- PASTORALISME**
n°2 p.203-212
- PATHOLOGIE**
n°3 p.231-232
- PENICILLINE**
n°2 p.133-137
- PESTE BOVINE**
n°3 p.236-238
- PESTE DES PETITS RUMINANTS**
n°2 p.133-137
- PHAGOREPULSIF**
n°4 p.339-345
- PHENOLOGIE**
n°2 p.213-219
- PHOXIME**
n°4 p.351-356
- PIEGE**
n°2 p.161-169, n°4 p.327-338
- PLANTE LIGNEUSE**
n°2 p.213-219
- PLASMA SANGUIN**
n°2 p.139-144, n°3 p.271-276,
n°3 p.276-280
- PLEUROPNEUMONIE
CONTAGIEUSE CAPRINE**
n°2 p.133-137
- PONTE**
n°1 p.67-76
- PORCIN**
n°2 p.139-144
- POULE PONDEUSE**
n°1 p.67-76
- POUSSIN**
n°1 p.33-35
- PROBIOTIQUE**
n°3 p.239-243
- PRODUCTION LAITIERE**
n°1 p.101-109, n°1 p.25-29
- PRODUCTIVITE**
n°1 p.77-83, n°2 p.195-202
- PROSTAGLANDINE**
n°1 p.95-99
- PUPE**
n°1 p.45-51, n°1 p.53-61, n°4 p.339-345

PYRETHRINE DE SYNTHÈSE

n°4 p.351-356

REACTION D'AGGLUTINATION

n°1 p.17-18

REPRODUCTION

n°1 p.95-99

**RESISTANCE A LA
TEMPERATURE**

n°1 p.53-61

RESSOURCE ALIMENTAIRE

n°1 p.67-76

SAISON

n°4 p.321-326

SALIVE

n°2 p.171-175, n°3 p.264-270

SANG

n°3 p.254-258

SEROLOGIE

n°3 p.233-235, n°3 p.247-253,
n°4 p.295-300

SOCIÉTÉ PASTORALE

n°2 p.203-212

SOURIS

n°1 p.21-25

STERILISATION

n°1 p.45-51, n°1 p.53-6161

STOCKAGE

n°1 p.111-114

STOMOXYS CALCITRANS

n°4 p.347-349

STRONGYLIDAE

n°4 p.321-326

**SYNCHRONISATION DE
L'OESTRUS**

n°4 p.357-361

**SYSTÈME D'EXPLOITATION
AGRICOLE**

n°1 p.101-109

TABANIDAE

n°2 p.145-146, n°4 p.315-319

**TAURIN A COURTES CORNES
D'AFRIQUE DE L'OUEST**

n°1 p.95-99

**TAURIN A COURTES CORNES
DE L'AFRIQUE OCCIDENTAL**

n°1 p.77-83

TECHNIQUE D'ALIMENTATION

n°1 p.67-76

TEST ELISA

n°1 p.18-20, n°1 p.31-33, n°2 p.133-137,
n°3 p.236-238, n°3 p.247-253,
n°4 p.295-300

THEILERIOSE

n°4 p.307-314

THYROÏDE

n°3 p.231-232

TIQUE

n°4 p.307-314, n°4 p.351-356

TRANSUMANCE

n°2 p.203-212

**TROUBLE DE LA
REPRODUCTION**

n°3 p.259-263

TRYPANOSOMA

n°2 p.139-144

TRYPANOSOMA BRUCEI

n°3 p.254-258

TRYPANOSOMA CONGOLENSIS

n°2 p.145-146, n°3 p.264-270

TRYPANOSOMA EVANSI

n°1 p.21-25, n°4 p.315-319

TRYPANOSOMA THEILERI

n°1 p.18-20

TRYPANOSOMA VIVAX

n°3 p.247-253

TRYPANOSOMOSE

n°1 p.18-20, n°2 p.145-146, n°2 p.153-160, n°2 p.161-169, n°2 p.171-175, n°2 p.203-212, n°3 p.264-270, n°4 p.315-319, n°4 p.327-338

TUBERCULOSE

n°4 p.301-306

VACCIN

n°1 p.33-35, n°1 p.37-40, n°1 p.63-65, n°2 p.133-137, n°3 p.236-238, n°3 p.239-243

VACHE

n°1 p.95-99

VALEUR NUTRITIVE

n°1 p.111-114

VEAU

n°3 p.239-243, n°4 p.347-349

VIANDE DE GIBIER

n°1 p.85-93

VIRUS ECTHYMA CONTAGIEUX

n°3 p.233-235

VIRUS PESTE EQUINE AFRICAINE

n°1 p.31-33

VOLAILLE

n°1 p.33-35, n°2 p.147-151

ZEBU

n°1 p.37-40, n°2 p.161-169, n°2 p.177-179, n°2 p.203-212

ZINC

n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

Index géographique

ARABIE SAOUDITE

n°3 p.233-235

ASIE DU SUD-EST

n°1 p.7-15

BENIN

n°1 p.77-83

BRESIL

n°3 p.239-243, n°4 p.315-319

BURKINA FASO

n°1 p.18-20, n°2 p.145-146, n°4 p.301-306

CAMEROUN

n°1 p.17-18, n°1 p.37-40, n°2 p.147-151, n°2 p.213-219, n°3 p.236-238

CARAIBES

n°4 p.351-356

CHINE

n°1 p.21-25

COTE D'IVOIRE

n°1 p.67-76, n°1 p.95-99, n°4 p.357-361

CUBA

n°3 p.244-246

GUADELOUPE

n°4 p.351-356

GUYANE FRANÇAISE

n°1 p.111-114, n°3 p.247-253

IRAN

n°2 p.181-194

IRAN REPUBLIQUE ISLAMIQUE

n°3 p.231-232

ISRAEL

n°1 p.25-29

KENYA

n°1 p.21-25

MALAWI

n°4 p.307-314

MALI

n°1 p.101-109, n°2 p.195-202

MAROC

n°3 p.271-276, n°3 p.276-280

MAURITANIE

n°1 p.21-25

NIGER

n°1 p.21-25

NIGERIA

n°1 p.31-33, n°1 p.33-35, n°2 p.139-144, n°2 p.177-179, n°3 p.254-258, n°3 259-263

NOUVELLE CALEDONIE

n°1 p.85-93

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

n°2 p.161-169, n°2 p.203-212, n°4 p.327-338

TCHAD

n°1 p.21-25, n°4 p.295-300

TOGO

n°1 p.77-83, n°4 p.321-326

ZONE SOUDANO-SAHELIENNE

n°2 p.195-202