

SOMMAIRE N° 4 - 1984

ISSN 0035-1865

LIBEAU (G.), LAFON (M.), ROLLIN (P. E.). — Etude de la spécificité d'anticorps monoclonaux obtenus avec la souche de virus de rage Pasteur PV	383
MEBRATU (G. Y.), KASSA (B.), FIKRE (Y.), BERHANU (B.). — Observation sur les cas de dermatose nodulaire des bovidés en Ethiopie (en anglais)	395
OJEH (C. K.). — Isolement et propagation des rotavirus bovins en cultures cellulaires (en anglais)	400
OJEH (C. K.). — Comparaison des polypeptides des sérotypes de rotavirus bovins (en anglais)	406
HUART (A.), ESSELEN (L.), BAKIMA (M.), DE WIT (K. J.). — La dermatophilose bovine au Shaba, Zaïre	411
HUSSEIN (A. M.), ELSAWI MOHAMED (O.). — Enquête sérologique pour la recherche des anticorps dirigés contre différents sérotypes de <i>Pasteurella haemolytica</i> dans les sérums de moutons au Soudan (en anglais)	418
ABU-SAMRA (M. T.), EL SANOUSI (S. M.), IDRIS (S. O.), BAGADI (H. O.), SALAM (I. S. A.), ALI (B. H.), MUSA (B. E.). — Hépatite infectieuse nécrosante (<i>Black disease</i>) chez des moutons soudanais (en anglais)	422
VOUTOULOU (N.). — Note sur un cas de cowdriose en République Populaire du Congo	430
GUEYE (A.) et LEFORBAN (Y.). — Note sur des épizooties d'anaplasmose chez des zébus indigènes au Sénégal	433
FADL ELMULA (A.), AFAF I. ABU ELGASIM et EL MUBARAK (A. K.). — Aspergillose expérimentale chez le jeune poulet	437
SIDHOM (M. Z.) et GEERTS (S.). — Comparaison de l'action molluscicide d'une souche sénégalaise et égyptienne d' <i>Ambrosia maritima</i> L.	442
CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MEROT (P.), TAMBOURA (I.). Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso)	449
POLITZAR (H.), MEROT (P.). — Pouvoir attractif pour <i>Glossina morsitans submorsitans</i> de l'acétone, du 1-octen-3-ol seuls ou associés, en Afrique occidentale (en anglais) ...	468
BAKIMA (M.), HUART (A.), ESSELEN (L.), DE WIT (K. J.), LAGRANGE (L.). — Etude de paramètres hématologiques de bovins en ranching. Cas de la pastorale du Haut-Lomami (Shaba) Zaïre	474
KUMARESAN (A.), NDZINGU AWA (D.). — Influence de l'âge et de la gestation sur l'activité de la phosphatase alcaline, le phosphore inorganique et le calcium du sérum chez la chèvre rousse Sokoto	477
TRAORE (A.), BAKO (G.). — Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali). I. Incidence de l'utilisation d'un taureau boute-en-train sur le taux de détection des chaleurs	482
TRAORE (A.), BAKO (G.). — Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali). II. Caractéristiques du cycle œstral et de l'œstrus	485
PLANCHENAULT (D.), TALL (S. H.), TRAORE (M. T.). — Amélioration génétique des bovins N'Dama. Etudes en milieu extensif au Mali. I. Caractéristiques du bétail N'Dama au ranch de Madina-Diassa	488
MARCHOT (P.). — Amélioration de la production laitière à Juba, Sud-Soudan	496
PEYRE DE FABREGUES (B.). — Quel avenir pour l'élevage au Sahel ?	500
BIBLIOGRAPHIE	509
INDEX	515

Le sommaire de la REVUE D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE DES PAYS TROPICAUX est signalé dans « CURRENT CONTENTS, AGRICULTURE BIOLOGY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES », Philadelphie.

CONTENTS N° 4 - 1984

ISSN 0035-1865

	Pages
LIBEAU (G.), LAFON (M.), ROLLIN (P. E.). — Characterization of monoclonal antibodies against Pasteur rabies virus strain	383
MEBRATU (G. Y.), KASSA (B.), FIKRE (Y.), BERHANU (B.). — Observation on the outbreak of lumpy skin disease in Ethiopia	395
OJEH (C. K.). — Isolation and propagation of bovine rotavirus in cell culture	400
OJEH (C. K.). — Comparison of the polypeptides of bovine rotavirus serotypes	406
HUART (A.), ESSELEN (L.), BAKIMA (M.), DE WIT (K. J.). — Bovine dermatophilosis in Shaba (Zaïre)	411
HUSSEIN (A. M.), ELSAWI MOHAMED (O.). — A serological survey of sheep sera for antibodies to <i>Pasteurella haemolytica</i> serotypes in the Sudan	418
ABU-SAMRA (M. T.), EL SANOUSI (S. M.), IDRIS (S. O.), BAGADI (H. O.), SALAM (I. S. A.), ALI (B. H.), MUSA (B. E.). — Infectious necrotic hepatitis (<i>black disease</i>) among Sudanese sheep	422
VOUTOULOU (N.). — Case of heatwater in Congo people's Republic	430
GUEYE (A.) et LEFORBAN (Y.). — Note on outbreaks of anaplasmosis in local zebu cattle in Senegal	433
FADL ELMULA (A.), AFAF I. ABU ELGASIM and EL MUBARAK (A. K.). — Experimental aspergillosis in young chicks	437
SIDHOM (M. Z.), GEERTS (S.). — Comparison of the molluscicidal activity between a senegalese and an egyptian strain of <i>Ambrosia maritima</i> L.	442
CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MEROT (P.), TAMBOURA (I.). Irradiated male release for an integrated campaign against <i>Glossina</i> spp. in the Sideradougou pastoral area (Burkina)	449
POLITZAR (H.), MEROT (P.). — Attraction of the tsetse fly <i>Glossina morsitans submorsitans</i> to acetone, 1-octen-3-ol, and the combination of these compounds in West Africa	468
BAKIMA (M.), HUART (A.), ESSELEN (L.), DE WIT (K. J.), LAGRANGE (L.). — Study of cattle hematologic parameters in ranching. Case of the High-Lomami <i>Pastorale</i> (Shaba) Zaïre	474
KUMARESAN (A.), NDZINGU AWA (D.). — Influence of age and pregnancy on serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity in red Sokoto goats	477
TRAORE (A.), BAKO (G.). — The sexual cycle in N'Dama cows and heifers at the National Livestock Research Center Sotuba : Effect of the use of a teaser bull for the detection of oestrus in a herd	482
TRAORE (A.), BAKO (G.). — The sexual cycle in N'Dama cows and heifers at the National Livestock Research Center Sotuba (Mali). II. Characteristics of oestrus cycle and oestrus	485
PLANCHENAULT (D.), TALL (S. H.), TRAORE (M. T.). — Genetic improvement on N'Dama cattle. Studies on extensive breeding system with N'Dama Livestock in Mali. I. Characteristics on N'Dama cattle at Madina-Diassa Ranch	488
MARCHOT (P.). — Improving milk production in Juba, Southern-Sudan. Note	496
PEYRE DE FABREGUES (B.). — What future for the sahelian animal production ?	500
BIBLIOGRAPHY	509
INDEX	515

This contents is noted in CURRENT CONTENTS, AGRICULTURE, BIOLOGY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES, Philadelphia.

Etude de la spécificité d'anticorps monoclonaux obtenus avec la souche de virus de rage Pasteur PV

G. LIBEAU (1), M. LAFON (2) et P. E. ROLLIN (2)

(1) I.E.M.V.T. 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex.

(2) Institut Pasteur, Unité de la Rage, 25, rue du Dr.-Roux, 75724 Paris Cedex 15.

RÉSUMÉ

LIBEAU (G.), LAFON (M.), ROLLIN (P. E.). — Etude de la spécificité d'anticorps monoclonaux obtenus avec la souche de virus de rage Pasteur PV. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37, (4) : 383-394.

Des anticorps monoclonaux obtenus avec la souche de virus de rage fixe PV ont été caractérisés au regard de leur réactivité avec les structures de la nucléocapside ou de la glycoprotéine membranaire de différentes souches rabiques ou de souches apparentées à la rage. Les auteurs insistent sur l'importance pratique de tels anticorps monoclonaux dans le diagnostic de routine.

Mots-clés : Rage - Anticorps monoclonaux.

SUMMARY

LIBEAU (G.), LAFON (M.), ROLLIN (P. E.). — Characterization of monoclonal antibodies against Pasteur rabies virus strain. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37, (4) : 383-394.

Monoclonal antibodies against the fixed rabies virus strain (PV) have been characterized according to their reactivity with the nucleocapsid or the membrane glycoprotein of different rabies and rabies-related strains (Mokola, Lagos-bat and Duvenhage).

Among the anti-nucleocapsid antibodies, two react exclusively with the rabies strains, whereas the others, beside their reactivity with the rabies strains, reveal differences among the rabies-related group.

Among the anti-glycoprotein antibodies, four can neutralize *in vitro* the infectivity of the rabies strains and can also neutralize one rabies-related Mokola strain ; only one neutralize the rabies strains exclusively.

These monoclonal antibodies might be included into a panel of monoclonal antibodies for the identification of the rabies and rabies-related viruses.

Key words : Rabies - Monoclonal antibodies.

INTRODUCTION

Le virus rabique appartient, au sein des rhabdovirus, au groupe des Lyssavirus. Ce groupe inclut également trois virus apparentés à la rage : Lagos-bat, Mokola et Duvenhage (25). Le virus de la rage et les virus apparentés sont constitués de deux antigènes majeurs : la glycoprotéine de surface et la nucléocapside interne (21). Seule la glycoprotéine induit la formation d'anticorps neutralisants (26). Aujourd'hui, le diagnostic d'une infection par

le virus rabique ou par les virus apparentés est réalisé sur cultures cellulaires ou sur impressions de cerveaux. Ce diagnostic utilise un sérum polyclonal conjugué à l'isothiocyanate de fluorescéine et préparé à partir de nucléocapsides prélevées sur des cellules infectées par une souche de virus de rage. Cette méthode, rapide et fiable, ne permet toutefois pas de distinguer une infection causée par le virus rabique d'une infection causée par un virus apparenté car d'importantes réactions sérologiques croisées existent entre ces deux virus au niveau de la nucléocapside.

Nous avons donc cherché à améliorer la puissance du diagnostic en sélectionnant des anticorps spécifiques des Lyssavirus, du virus rabique ou de chacun des virus apparentés.

Nous présentons ici les étapes de sélection et de caractérisation des anticorps monoclonaux obtenus à l'aide de souris Balb/c immunisées avec la souche de virus de rage Pasteur (PV).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. SOUCHES VIRALES

— Souches PV

PV/BHK : elle dérive de la souche Pasteur (PV) isolée en 1882 et entretenue depuis par passages intracérébraux de lapin à lapin. Après avoir été entretenue aux Etats-Unis, cette souche est revenue à l'Institut Pasteur en 1965 (15). Elle a alors été adaptée à la culture de cellules BHK-21 et appelée PV/BHK.

PV/RV 31 : cette souche de virus vaccinal est issue de la souche PV après adaptation sur cellules de premier explant de rein de fœtus bovin (3). Elle est actuellement utilisée pour produire un vaccin à usage humain. Le vaccin lyophilisé est présenté en dose de 1 ml. Le lot utilisé dans cette étude a un titre de $10^{6.5}$ UFP/ml (lot 004). La quantité de protéine totale est supérieure ou égale à 50 µg/ml et les protéines d'origine bovine sont comprises entre 0,3 et 1 µg/ml. Le vaccin est distribué par l'Institut Pasteur Production (I.P.P.).

— Autres souches de virus fixes

ERA : cette souche rabique atténuée a été isolée en 1935 à partir d'un chien puis adaptée à la culture cellulaire sur rein de porc et finalement passée sur cerveaux de souris et sur cellules de rein de hamster (1). Elle est conservée et utilisée par les Laboratoires Connaught (Ontario, Canada).

CVS (Challenge Virus Standard) : issue de la souche Pasteur, cette souche virale a été entretenue par passages successifs sur cerveaux de souris puis adaptée à la culture de cellules (11). La souche utilisée ici provient de l'Institut Wistar (Philadelphie, USA).

— Souches des rues

Ce sont des souches d'origine humaine ou animale, conservées par le Centre Collaborateur OMS de l'Institut Pasteur. L'étude par immunofluorescence est réalisée sur calques,

soit à partir du cerveau original, soit à partir de cerveaux de souris après 1 ou 2 passages.

— Souches de virus apparentés

Mokola : la première souche provient d'une musaraigne capturée au Cameroun (14). La deuxième souche a été isolée en 1981 à partir d'un rongeur insectivore en République Centrafricaine (19) et adaptée à la culture cellulaire sur cellules BHK-21 après 6 passages.

Lagos-bat : une souche est originaire de Lagos (Nigéria) ; elle a été isolée en 1956 à partir d'une chauve-souris (4). L'autre souche a été isolée à partir des organes de *Micropterus pusillus* en République Centrafricaine (22).

Duvenhage : cette souche provient d'Afrique du Sud où elle a été isolée à partir d'un cerveau humain (23).

2. PROPAGATION ET PURIFICATION DU VIRUS

Le virus PV est propagé sur cellules BHK-21 et purifié selon la technique décrite par WIKTOR *et al.* (24). Le culot viral repris dans du tampon NTE (20), est utilisé pour le rappel des souris dont les cellules spléniques serviront à la fusion. La teneur en protéines des échantillons est déterminée par la méthode de LOWRY *et al.* (17).

3. PRODUCTION D'ANTICORPS MONOCLONAUX

Des souris consanguines Balb/c femelles, âgées d'un mois reçoivent par voie intrapéritonéale (ip) une primo-injection d'une dose de vaccin PV/RV 31 inactivé par la β -propionolactone. Elles reçoivent un rappel par voie intraveineuse (iv) de virus vivant PV/BHK purifié et concentré (25 µg/souris). Le rappel a lieu au 7^e ou 72^e jour qui suit la primovaccination et les souris sont sacrifiées trois jours après. Les méthodes utilisées pour la fusion et la culture des hybridomes sont décrites de façon détaillée par LIBEAU et LAFON (16).

Brièvement, la fusion est réalisée avec un culot de cellules contenant $3,5 \times 10^8$ splénocytes et $3,5 \times 10^7$ myélomes sp2/0 et 0,5 ml de PEG 45 p. 100 (Merck, mw 1 500), puis 0,5 ml de PEG 25 p. 100. La suspension cellulaire est mise en culture dans du DMEM conditionné (50 p. 100 de surnageant de myélome)

pendant 24 heures, puis dans du milieu HAT (milieu DMEM additionné d'hypoxanthine 10^{-4} M, d'aminoptérine 4×10^{-7} M et de thymidine $1,6 \times 10^{-5}$ M). Les colonies cellulaires ayant résisté à ce milieu sélectif sont testées pour détecter la présence dans le surnageant de culture d'anticorps spécifiques de la souche rabique PV en utilisant un test immunoenzymatique.

Les colonies d'hybridomes sécréteurs sont clonées par dilution limite sur tapis de cellules nourricières (macrophages ou thymocytes). Pour chaque colonie productrice d'anticorps spécifiques, 2 ou 4 clones sont retenus, cultivés *in vitro* pour l'obtention de surnageants cellulaires riches en anticorps, ou injectés par voie intrapéritonéale à des souris Balb/c ayant préalablement reçu 0,5 ml de pristane (2, 6, 10, 14 tétraméthylpentadécane, Jansen Pharmaceutica, réf. T 2280.2) pour la production d'ascites.

4. SPÉCIFICITÉ ET TITRE DES ANTICORPS MONOCLONAUX DÉTERMINÉS PAR TEST IMMUNOENZYMATIQUE (TIE)

4.1. Spécificité des anticorps monoclonaux

Les anticorps sont testés par test immunoenzymatique (TIE) pour leur capacité à se lier au virus rabique PV fixé dans des cupules de plaques de polystyrène. Des plaques préalablement sensibilisées par le virus PV/BHK (EIA rage IPP, lot 008, réf. 72126) sont utilisées ; elles sont lavées 4 fois avec du tampon phosphate 0.05 p. 100 Tween 20, pH 7.0 (PBS/Tween). Deux cent cinquante μ l d'anticorps dilués dans du PBS/Tween/0,5 p. 100 de sérum albumine bovine (BSA) sont incubés une heure à 37 °C dans une étuve humide. Après 4 lavages en PBS/Tween, 250 μ l par cupule d'anticorps anti-Ig de souris couplés à la peroxydase (Po) (2) sont mis en contact une heure à 37 °C. Ces conjugués sont soit des sérums de lapin anti-IgG (H + L)-Po de souris, soit des sérums de chèvre anti-IgM (Fc)-Po de souris (Nordic Immunology). Après une dernière série de lavages en PBS/Tween, 250 μ l par cupule de substrat enzymatique sont mis à incuber à l'obscurité, pendant une demi-heure à température ambiante. L'eau oxygénée H2O2 catalyse la réaction d'oxydation de l'orthophénylène diamine OPD (0,4 mg/ml, couleur

jaune). La densité optique (DO) est enregistrée à 492 nm par un lecteur automatique (Titertek Multiskan, Flow Laboratories, réf. 78 530 00) après arrêt de la réaction avec 10 μ l d'acide sulfurique 18N. La comparaison des DO avec celles d'une gamme étalon (sérum positif humain) permet d'apprécier la concentration relative des immunoglobulines (Ig) de classe G ou M, exprimée en unités arbitraires (UA).

La caractérisation de l'isotype d'un anticorps monoclonal utilise le TIE décrit précédemment avec la modification suivante. Les anticorps sont mis en contact avec 200 μ l d'immunoglobulines de chèvre anti-IgG1 (1/2000), anti-IgG2a (1/2000), anti-IgG2b (1/8000), anti-IgG3 (1/8000) et anti-Ig (1/4000)/(Nordic Immunology). L'incubation est d'une heure à 37 °C. Enfin l'addition de 200 μ l d'un conjugué peroxydase anti-IgG (H + L) de chèvre préparé chez le lapin, dilué au 1/4000 permet de révéler l'isotype de l'anticorps monoclonal.

4.2. Titre des anticorps monoclonaux

Le titre des anticorps monoclonaux est déduit de l'intensité de la réaction de quantités variables d'anticorps obtenue avec une quantité fixe de virus en TIE. Les modifications suivantes sont introduites : les surnageants d'hybridomes sont dilués de 3 en 3 à partir du 1/3 jusqu'à 1/6561, tandis que les ascites sont diluées de 3 en 3 à partir d'une dilution au 1/100 jusqu'au 1/218700. Le volume final de chaque cupule est de 200 μ l.

5. SPÉCIFICITÉ ET TITRE DES ANTICORPS MONOCLONAUX DÉTERMINÉS PAR TEST D'IMMUNOFLUORESCENCE INDIRECTE (IFI)

La détermination de la spécificité antinucléocapside (anti-NC) ou antiglycoprotéine (anti-G) des anticorps monoclonaux, l'évaluation de leur titre ainsi que leur aptitude à neutraliser *in vitro* le virus utilisent une micro-méthode en plaques de culture de type Terasaki (Falcon, N° 3034) dérivée des techniques décrites par KOPROWSKI et WIKTOR (12).

5.1. Titre du virus déterminé par test d'immunofluorescence

Le virus est dilué de 10 en 10 dans du milieu essentiel minimal contenant 10 p. 100 de sérum

de veau foetal (MEM 10) en plaques de culture à 96 puits (Falcon, N° 3072) et mélangé à une suspension de cellules BHK-21 (10^6 cellules/ml). Les cellules infectées sont immédiatement transférées dans des plaques de culture de type Terasaki (10 μ l/cupule) et incubées 24, 48 ou 72 heures à 37 °C (5 p. 100 de CO₂) avant fixation et coloration. Le titre du virus est représenté par l'inverse de la plus forte dilution donnant 50 p. 100 de cellules infectées.

5.2. Tests d'immunofluorescence indirecte

— Sur cellules infectées et fixées à l'acétone : le test mis au point par COONS et KAPLAN (5) permet de distinguer les anticorps à spécificité anti-NG (fluorescence en amas cytoplasmiques) et les anticorps à spécificité anti-G (fluorescence de membrane). Une suspension de cellules BHK-21 infectées par une dilution virale permettant d'obtenir 80 p. 100 de cellules infectées en 24 ou 48 heures est distribuée à raison de 10 μ l par cupule sur une plaque de culture de type Terasaki. Après incubation, les plaques sont lavées au PBS et fixées 30 min par un mélange acétone-eau (80-20). Dix microlitres d'anticorps à la dilution de travail (recherche de la spécificité des hybridomes) ou à des dilutions de raison 3 (1/100 à 1/24300 pour le titrage des liquides d'ascites) sont incubés 30 min à l'étuve humide. Après deux lavages au PBS, 10 μ l de globulines de lapin anti-IgG de souris couplées à la fluorescéine (IPP, N° 74641) et diluées au 1/40 sont ajoutés et incubés 30 min. L'addition, au conjugué fluorescent, de bleu Evans (dilué au 1/20000) facilite la lecture au microscope à fluorescence (Zeiss épifluorescence).

— Sur impressions de cerveaux : la méthode des calques de cerveaux infectés (10) est utilisée pour l'étude rapide du profil antigénique des souches de rage des rues et des souches de virus apparentés à l'aide des anticorps anti-NC et suit les mêmes étapes que celles décrites ci-dessus.

6. TEST DE NEUTRALISATION

La technique utilisée est adaptée de celle décrite par WIKTOR et KOPROWSKI (27). Le virus est dilué de 10 en 10 dans du milieu MEM 10. Cinquante microlitres de chaque dilution sont répartis dans une plaque de 96 puits contenant déjà 50 μ l d'anticorps

monoclonal. Après une heure d'incubation à 37 °C, 50 μ l d'une suspension de cellules BHK-21 à 10^6 cellules par ml sont ajoutés à chaque cupule. Après mélange, 10 μ l de chaque cupule sont transférés dans une cupule de plaque de culture Terasaki. Enfin, après 3 jours d'incubation à 37 °C (5 p. 100 de CO₂) les plaques sont fixées à l'acétone (80-20) et les cellules infectées sont mises en évidence par un sérum de lapin anti-NC rabique couplé à la fluorescéine et dilué au 1/40 (IPP, N° 72114).

Les titres du virus incubé en présence ou en absence des anticorps sont déterminés. L'index de neutralisation est calculé en faisant la différence entre les logarithmes décimaux des deux titres. Un index de neutralisation supérieur à 2,5 indique que l'anticorps est neutralisant. Au contraire, un index de neutralisation inférieur à 2,5 indique que l'anticorps n'est pas neutralisant.

RÉSULTATS

1. SÉLECTION DES HYBRIDOMES SÉCRÉTEURS ET CARACTÉRISATION DES ISOTYPES

Le test immunoenzymatique a été utilisé pour la sélection des colonies d'hybridomes sécréteurs, et pour la caractérisation des classes et des sous-classes (isotypes) d'immunoglobulines produites. Ce test a été retenu pour sa rapidité d'exécution (les plaques sont déjà tapissées de virus complet homologue) et pour sa sensibilité (le volume testé est faible et peut donc correspondre au surnageant d'une colonie naissante).

Le sérum de lapin anti-IgG ou le sérum de chèvre anti-IgM de souris couplés à la peroxydase ont été préférés au conjugué protéine A-Po. Ce conjugué ne reconnaît pas, dans les conditions de pH utilisées, certains isotypes de souris, comme μ , γ 1 et α (7). L'emploi des deux sérums anti-IgG et anti-IgM constitue de plus une étape préliminaire à la caractérisation des isotypes. Aucune colonie sécrétant à la fois des immunoglobulines de classe M et des immunoglobulines de classe G n'a été observée. Les colonies ont conservé au cours de leur développement la spécificité de l'immunoglobuline initiale. La colonie est considérée comme non sécrétrice si la Do est inférieure à 0,200. La colonie est au contraire productrice d'anticorps spécifiques pour le virus de la rage si la DO obtenue est supérieure à 0,200 et la culture de la colonie est poursuivie.

Les résultats obtenus sont significativement supérieurs ou inférieurs à cette valeur.

Treize hybridomes sécrétant des anticorps spécifiques de la souche rabique PV ont été sélectionnés ; sur l'ensemble des colonies ayant résisté au milieu sélectif, 45 p. 100 sont non spécifiques de la souche PV. Certaines colonies, comme PVD, présentent avec l'antigène une faible réactivité qui s'est maintenue même après l'isolement de sous-colonies

(Tabl. I). Ce comportement doit correspondre à une faible affinité de l'anticorps pour l'antigène viral.

Afin d'identifier facilement la souche virale (PV) utilisée pour produire les anticorps monoclonaux, la nomenclature retenue pour les hybridomes et les anticorps qu'ils produisent est la suivante : PVA, PVB, PVC... et pour les clones : PVA1, PVA2, PVA3...

Lorsqu'un même comportement est observé

TABLEAU N°1-Hybridomes positifs sélectionnés par TIE.
Isotypes et titres

	DO*	Isotype	Titre	
			Surnageant	Ascite
PVA1	1134	γ 1	2187	218700
PVA2	1302	γ 1	2187	218700
PVA3	1402	γ 1	2187	218700
PVA5	1244	γ 1	729	218700
PVB1	1112	γ 1	2187	21800
PVB8	1097	γ 1	729	NT
PVC3	1549	γ 2a	81	NT
PVC4	1561	γ 2a	81	NT
PVC6	1417	γ 2a	81	NT
PVD1	303	γ 1	27	8100
PVD3	75	γ 1	27	8100
PVD9	159	γ 1	27	8100
PVE3	2000	γ 2a	2187	218700
PVE7	2000	γ 2a	2187	218700
PVE8	2000	γ 2a	2187	218700
PVE11	1758	γ 2a	2187	218700
PVF5	865	γ 2a	729	218700
PVF8	814	γ 2a	729	218700
PVF9	901	γ 2a	729	NT
PVG4	814	γ 3	2187	72900
PVG14	750	γ 3	729	8100
PVI 5	710	γ 2a	243	72900
PVI 9	719	γ 2a	27	72900
PVI 12	868	γ 2a	243	218700
PVO3	1118	μ	243	72900
PVO4	1493	μ	243	NT
PVO12	1512	μ	243	72900
PVP20	870	μ	27	NT
PVP21	2000	μ	27	900
PVP22	2000	μ	9	NT
PVQ16	931	γ 2b	81	24300
PVQ18	914	γ 2b	243	2430
PVQ19	802	γ 2b	27	900

(* DO = densité optique obtenue en TIE avec le surnageant de l'hybridome).

pour tous les clones issus d'un même hybridome, le nom de l'hybridome, seul, est mentionné dans le texte.

2. SPÉCIFICITÉ ANTINUCLÉOCAPSIDE DES ANTICORPS MONOCLONAUX

Les anticorps monoclonaux spécifiques de la souche PV ont été testés pour leur aptitude à reconnaître en immunofluorescence les cellules infectées et fixées à l'acétone. Six d'entre eux reconnaissent des inclusions cytoplasmiques à l'intérieur des cellules infectées par le virus homologue PV. Ils sont donc dirigés contre la nucléocapside. Les surnageants de ces hybridomes ont également été testés en IFI sur des cellules infectées par deux souches fixes de virus rabique (CVS et ERA), et une souche de virus apparentée à la rage (Mokola/RCA). Les résultats du tableau II montrent que les hybridomes PVA, PVB, PVG sécrètent des anticorps qui ne reconnaissent que les souches rabiques PV, CVS et ERA. Ces anticorps sont donc spécifiques d'épitopes présents seulement sur la nucléocapside des virus de la rage.

TABLEAU II—Spécificité antinucléocapside des hybridomes vis-à-vis des souches de virus fixes de la rage et de la souche mokola en immunofluorescence indirecte

Anticorps	Virus			
	PV	ERA	CVS	MOK
PVA1	FNC	FNC	FNC	O
PVB1	FNC	FNC	FNC	O
PVC3	O	O	FNC	FNC
PVD3	FNC	FNC	FNC	FNC
PVG4	FNC	FNC	FNC	O

(FNC=Fluorescence nucléocapside. O=Absence de fluorescence).

TABLEAU III—Spécificité antiglycoprotéine des hybridomes vis-à-vis des souches de virus de rage fixes et de la souche mokola en immunofluorescence indirecte (F) et en test de neutralisation (N)

Anticorps	Souches virales							
	PV		ERA		CVS		MOK	
	F	N	F	N	F	N	F	N
PVE11	Mb	+	Mb	+	Mb	+	O	+
PVF5	Mb	-	NT	NT	NT	NT	O	+
PVI 9	Mb	+	Mb	+	O	+	O	+
PVK11	Mb	+	Mb	+	Mb	+	O	-
PVO12	O	+	O	+	O	+	NT	+
PVP21	O	+	O	-	O	+	NT	-
PVQ16	Mb	+	Mb	+	Mb	+	O	+

(+=neutralisation ; - = pas de neutralisation ; NT=non testé ; Mb=fluorescence de membrane ; O=pas de fluorescence).

L'hybridome PVD sécrète un anticorps qui reconnaît non seulement les souches de rage mais aussi le virus apparenté Mokola. L'épitope décrit par l'anticorps PVD est donc commun aux souches de rage et à la souche apparentée Mokola.

Certains clones de l'hybridome PVG sécrètent des anticorps qui reconnaissent la souche CVS et (ou) la souche Mokola. Cette observation prouve l'existence de colonies-mères hétérogènes et souligne l'importance du clonage pour l'obtention d'anticorps réellement monoclonaux.

Une discordance est apparue, en ce qui concerne l'anticorps PVC, entre les résultats obtenus au test d'immunofluorescence et les résultats obtenus au test immunoenzymatique. En effet, cet anticorps se lie à l'antigène en TIE mais ne reconnaît pas les cellules infectées. Ce point sera discuté ultérieurement.

3. SPÉCIFICITÉ ANTIGLYCOPROTÉINE DES ANTICORPS MONOCLONAUX

Parmi les sept anticorps qui, sur des cellules infectées, ne reconnaissent pas les inclusions cytoplasmiques, cinq reconnaissent les membranes. Ils sont donc spécifiques des antigènes de membranes de cellules infectées.

Deux anticorps — PVO et PVP — ne se fixent pas aux membranes des cellules infectées. Ces deux anticorps appartiennent à la classe M des immunoglobulines. L'utilisation d'un sérum spécifique des immunoglobulines murines de classe G peut expliquer ce résultat. L'anticorps sécrété par l'hybridome PVF, malgré sa positivité en TIE avec la souche homologue, donne avec celle-ci une très faible fluorescence de membrane (Tabl. III).

Les quatre anticorps PVE, PVI, PVK et PVQ, dirigés contre la membrane des cellules infectées par le virus homologue, ont été testés sur des cellules infectées par les souches virales CVS, ERA et Mokola. Ces anticorps reconnaissent les trois souches rabiques, mais ne reconnaissent pas la souche Mokola. Les épitopes reconnus par ces anticorps sur la glycoprotéine rabique n'existent donc pas sur la glycoprotéine du virus apparenté Mokola.

4. ACTIVITÉ NEUTRALISANTE DES ANTICORPS ANTIGLYCOPROTÉINE

Les anticorps dont la spécificité pour les antigènes de membrane de cellules infectées a été déterminée ci-dessus ou dont la spécificité n'a pu être déterminée (PVO et PVP) ont été testés pour leur aptitude à neutraliser *in vitro* l'infectivité des souches de rage PV, ERA, CVS et à neutraliser l'infectivité du virus apparenté Mokola.

Les anticorps sécrétés par les hybridomes PVO et PVP neutralisent le virus homologue PV. Ils sont donc spécifiques de la glycoprotéine. Les anticorps sécrétés par les hybridomes PVE, PVI, PVK et PVQ neutralisent l'infectivité des souches PV, CVS et ERA, ils sont donc eux aussi spécifiques de la glycoprotéine.

Par contre, l'ambiguïté quant à la spécificité anti-glycoprotéine de l'anticorps PVF demeure. Cet anticorps, en effet, reconnaît les cellules infectées par le virus homologue mais est incapable de neutraliser ce virus. Ce résultat ne permet donc pas d'écarter, pour cet anticorps, une spécificité pour la protéine M qui est la deuxième protéine virale de membrane. Il n'en est pas de même pour les anticorps sécrétés par certains clones des hybridomes PVI et PVQ bien que ceux-ci présentent un comportement similaire avec la souche rabique CVS. Leur spécificité pour la glycoprotéine est en effet établie avec la souche homologue qu'ils neutralisent.

Un résultat surprenant est obtenu avec les anticorps sécrétés par les hybridomes PVE (tous les clones testés), PVI, PVQ, PVO et PVF (certains clones). Ces anticorps neutralisent Mokola bien qu'ils ne reconnaissent pas les membranes des cellules infectées par cette souche.

5. UTILISATION DES ANTICORPS ANTI-NUCLÉOCAPSIDE POUR LE TYPAGE ANTIGÉNIQUE DE VIRUS DE RAGE DES RUES ET DE VIRUS APPARENTÉS

Les quatre anticorps monoclonaux antinucléocapside, PVA3, PVBI, PVD3 et PVG4, ont été utilisés pour définir le profil antigénique de 31 souches de virus rabique ou de virus apparentés à la rage (Tabl. IV). Le test a été réalisé par immunofluorescence indirecte sur calques de cerveaux. Les anticorps 502-2 et 422-2 sont des anticorps de référence anti-NC (don du Dr T. J. WIKTOR, Institut Wistar, Philadelphie, USA). L'anticorps 502-2 reconnaît à la fois les souches rabiques et apparentées quelle que soit leur origine géographique. L'anticorps 422-2 ne reconnaît que les souches apparentées : Mokola, Lagos-bat et Duvenhage (8).

Les quatre anticorps reconnaissent toutes les souches rabiques. Deux d'entre eux, PVA3 et PVG4, sont négatifs avec les souches apparentées. Ils permettent donc de faire une distinction entre les virus de la rage et les virus apparentés. A l'inverse, l'anticorps PVBI ne fait pas de distinction entre les souches rabiques et les souches apparentées suivantes : Mokola (Cameroun), Lagos-bat (RCA) et Duvenhage. L'anticorps PVD3 reconnaît les souches rabiques et Mokola, les distinguant des virus Lagos-bat et Duvenhage qu'il ne reconnaît pas.

6. TITRE DES ANTICORPS

Les titres des anticorps ont été calculés pour connaître leur avidité et pour choisir une dilution de travail qui élimine les réactions peu spécifiques. Les titres sont déduits de l'intensité de la réaction antigène-anticorps en TIE contre le virus homologue et en IFI contre plusieurs souches virales dont l'homologue.

6.1. Calcul du titre des anticorps par TIE

Les courbes obtenues avec l'hybridome PVA sont présentées sur les figures 1 et 2. La DO se maintient en plateau tant que l'anticorps est en excès par rapport à l'antigène, puis elle diminue exponentiellement en fonction de la dilution. Le point d'intersection entre la courbe et l'abscisse représente la dilution dont l'inverse

TABL N°IV-Profil antigénique, obtenu par immunofluorescence à l'aide d'anticorps monoclonaux, des virus de rage des rues et des virus apparentés à la rage

Souches	Anticorps monoclonaux					
	502-2	422-2	PVA3	PVG4	PVB1	PVD3
Tunisie (6)	+	0	+	+	+	+
Madagascar (3)	+	0	+	+	+	+
Namibie (2)	+	0	+	+	+	+
France (2)	+	0	+	+	+	+
Thaïlande (1)	+	0	+	+	+	+
Zambie (1)	+	0	+	+	+	+
Ruanda (1)	+	0	+	+	+	+
Maroc (1)	+	0	+	+	+	+
Haute-Volta (1)	+	0	+	+	+	+
Sénégal (2)	+	0	+	+	+	+
Malaisie (2)	+	0	+	+	+	+
Mokola (1) Cameroun	+	+	0	0	+	+
Mokola (1) RCA	+	+	0	0	0	+
Lagos-BAT (1) Nigeria	+	+	0	0	0	0
Lagos-BAT (1) RCA	+	+	0	0	+	0
Duvenhage (1)	+	+	0	0	+	0

(+ = Fluorescence ; 0 = Absence de fluorescence ; () = nombre de souches testées).

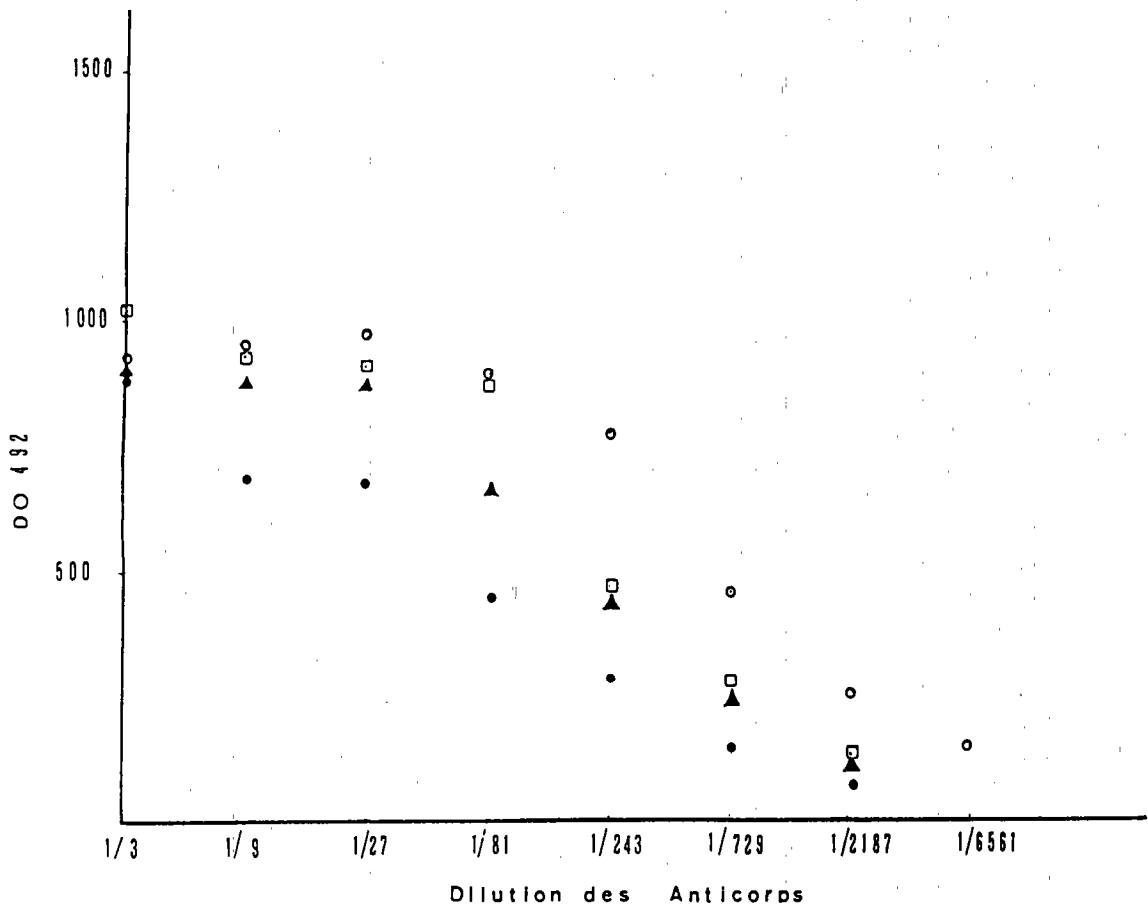


FIG. 4 Courbes de titrage en TIE du surnageant des clones ○---○ PVA3, □---□ PVA2, ▲---▲ PVA1, et ●---● PVA5 vis à vis de la souche PV.

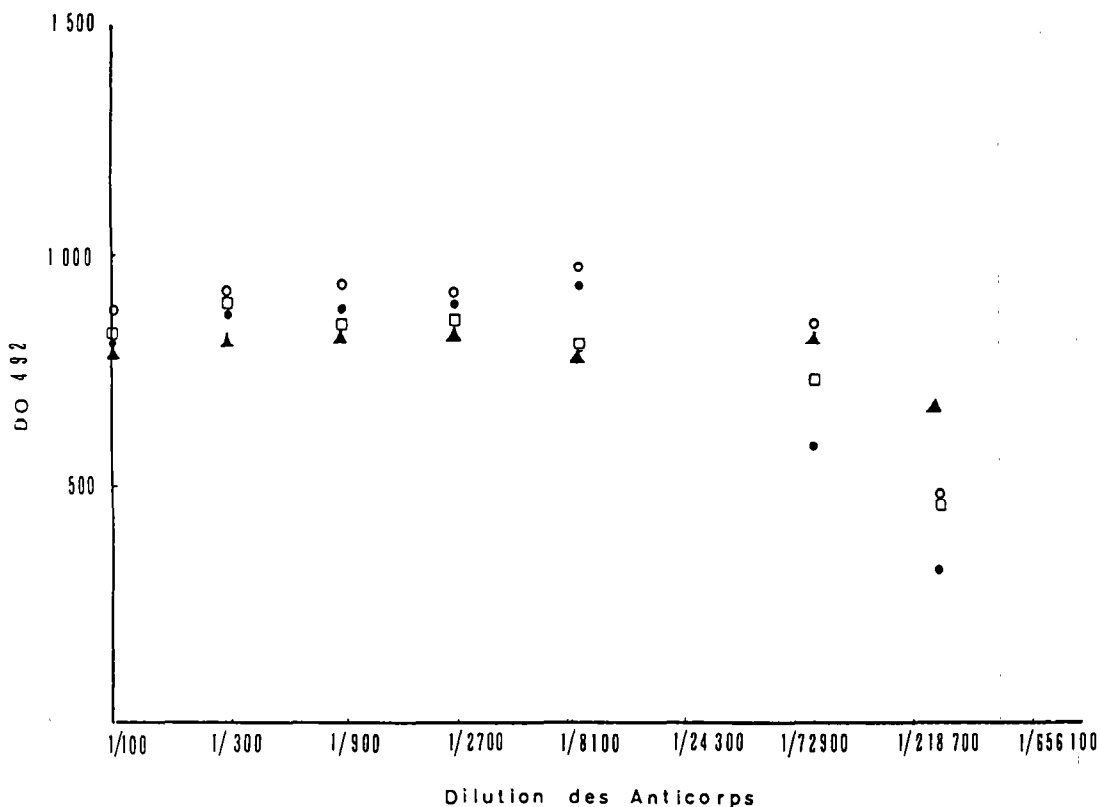


FIG. 2. Courbes de titrage en TIE de l'ascite des clones o---o PVA3, □--□ PVA2, ▲--▲ PVA1, et ●--● PVA5 vis à vis de la souche PV.

est considéré, arbitrairement, comme étant le titre de l'anticorps. On remarque que les clones ont un comportement identique (tracé de la courbe, titre), ce qui est en faveur de la « monoclonalité » de l'hybridome PVA.

Le titre du liquide d'ascite obtenu après injection intra-péritonéale du clone à une souris est en général 100 fois supérieur à celui obtenu avec les surnageants de culture (PVA3 : titre du surnageant 1/2187, titre du liquide d'ascite 1/218700, Tabl. I).

6.2. Calcul du titre des anticorps par IFI

Parmi les anticorps anti-NC, les anticorps sécrétés par 2 clones : PVA3 et PVB1 ont été titrés en IFI contre une série de souches de laboratoire et de souches des rues.

Les clones PVA3 et PVB1 sécrètent des anticorps qui réagissent de manière forte (Tabl. V et VI) aussi bien avec les deux souches de laboratoire (PV et ERA) qu'avec deux souches de rage des rues isolées en France. L'anticorps PVB1 réagit également bien avec les souches

de virus apparentées Lagos-bat (R.C.A.) et Duvenhage. Il montre une faible réaction avec la souche Mokola (Cameroun), puisque l'on n'observe pas de fluorescence si la dilution est supérieure à 1/300. Quelle que soit la dilution, l'anticorps PVA3 est par contre négatif sur les souches apparentées à la rage.

DISCUSSION

Treize hybridomes sécrétant des anticorps monoclonaux spécifiques de la souche de virus de rage Pasteur (PV) ont été sélectionnés et caractérisés. Parmi eux, six sécrètent des anticorps dirigés contre la nucléocapside du virus et sept sécrètent des anticorps dirigés contre les antigènes viraux situés dans la membrane des cellules infectées. Six d'entre eux sont sans ambiguïté spécifiques de la glycoprotéine.

Les anticorps antinucléocapside ont pu être classés dans trois catégories en fonction de leur réactivité avec des souches de rage fixe, des

TABL. N°V-Anticorps monoclonal antinucléocapside PVA3 : Résultat du titrage en immunofluorescence indirecte sur des impressions de cerveaux de souris infectées avec des souches de virus fixes, de virus des rues et de virus apparentés à la rage

Souches virales	Dilution de l'anticorps					
	pur	1/3	1/9	1/27	1/81	1/243
PV	+++	+++	+++	+++	+++	+++
ERA	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Renard (France)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Chien (France)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Mokola (Cameroun)	0	0	0	0	0	0
Mokola (RCA)	0	0	0	0	0	0
Lagos-BAT (Nigéria)	0	0	0	0	0	0
Lagos-BAT (RCA)	0	0	0	0	0	0
Duvenhage	0	0	0	0	0	0

(Pur = ascite diluée au 1/100, 0 = absence de fluorescence, l'intensité de la fluorescence est marquée en +).

TABL. N°VI-Anticorps monoclonal antinucléocapside PVB1 : Résultat du titrage en test d'immunofluorescence indirecte sur des impressions de cerveaux de souris infectées par des souches de virus fixes, de rage des rues et de virus apparentés à la rage

Souches virales	Dilution de l'anticorps					
	pur	1/3	1/9	1/27	1/81	1/243
PV	+++	+++	+++	+++	+++	++
ERA	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Renard (France)	+++	+++	++	++	++	++
Chien (France)	+++	+++	+++	+++	++	++
Mokola (Cameroun)	++	+	0	0	0	0
Mokola (RCA)	0	0	0	0	0	0
Lagos-BAT (Nigéria)	0	0	0	0	0	0
Lagos-BAT (RCA)	+++	+++	+++	+++	++	++
Duvenhage	+++	+++	+++	+++	+++	+++

(Pur = Ascite diluée au 1/100, 0 = Absence de fluorescence ; l'intensité de la fluorescence est indiquée en +)

souches de rage des rues et des souches de virus apparentés :

— une première catégorie comprend les anticorps PVA3 et PVG4. Ils reconnaissent les cellules infectées par toutes les souches de rage testées mais pas les cellules infectées par les virus apparentés à la rage ;

— une deuxième catégorie est réduite à l'anticorps PVB1. Cet anticorps reconnaît toutes les souches de rage testées et réagit aussi avec certains virus apparentés : Lagos-bat (RCA), Duvenhage et Mokola (Cameroun). L'utilisation d'un liquide d'ascite dilué au 1/900 permet toutefois d'éliminer sa réactivité avec la souche Mokola du Cameroun ;

— une troisième catégorie représentée par

l'anticorps PVD3 reconnaît toutes les souches rabiques testées, mais ne reconnaît, parmi les souches apparentées, que les souches Mokola.

La sélection d'une quatrième catégorie d'anticorps spécifiques aux seuls virus apparentés est en cours à partir de souris immunisées avec la souche Mokola (RCA). L'obtention de cette quatrième catégorie d'anticorps permettra de constituer un kit de diagnostic comprenant un anticorps représentatif de chacun des quatre groupes.

Parmi les anticorps spécifiques de la membrane des cellules infectées, six d'entre eux neutralisent l'infectivité du virus utilisé pour l'immunisation des souris. Ils ont donc été

classés dans la catégorie des anticorps dirigés contre la glycoprotéine.

La spécificité du septième anticorps reste ambiguë. En effet, cet anticorps reconnaît faiblement la membrane des cellules infectées et ne neutralise pas le virus. En test d'immunofluorescence des images de membrane peu lumineuses sont obtenues avec des anticorps dirigés contre la protéine M (résultats non publiés). Cette protéine, située à la face interne de la membrane plasmique de la cellule infectée et à l'intérieur de la particule virale (6), ne jouerait pas de rôle dans la neutralisation, ce qui expliquerait le caractère non neutralisant d'un anticorps qui lui serait spécifique.

L'anticorps PVF pourrait aussi être dirigé contre l'actine présente sur le virion et à la surface des cellules infectées (18). Cette hypothèse a pu être écartée car l'absorption de l'anticorps sur des cellules BHK-21 non infectées a été sans effet (résultats non présentés ici).

L'anticorps PVF pourrait également être un anticorps dirigé contre la glycoprotéine mais dénué d'effet neutralisant. De tels anticorps ont déjà été décrits pour la rage (9), (13). L'absence d'effet neutralisant d'un anticorps anti-glycoprotéine peut être expliqué par deux mécanismes hypothétiques. Le premier mécanisme postule l'existence, sur la glycoprotéine rabique, de deux zones biologiquement différentes : une zone biologiquement active sur laquelle la fixation d'un anticorps a pour effet de neutraliser le virus et une zone biologiquement inactive sur laquelle la fixation d'un anticorps n'a aucun effet sur l'infectivité du virus. Le deuxième mécanisme postule l'existence de deux sortes d'anticorps : des anticorps de forte affinité pour les épitopes de la glycoprotéine et des anticorps de faible affinité. La différence d'affinité dépendrait de l'adéquation de l'anticorps pour l'antigène. Une mauvaise adéquation serait due à une différence de conformation entre l'épitope « vu » par le système immunitaire de la souris et l'épitope présent à la surface du virion. Elle proviendrait de la présence de glycoprotéines dénaturées dans l'échantillon de virus utilisé pour l'immunisation des souris. L'anticorps PVF serait ainsi, dans l'hypothèse du premier mécanisme, un anticorps spécifique de la partie de la glycoprotéine intrinsèquement inactive. Dans l'hypothèse du second mécanisme, il serait spécifique d'un épitope de la glycoprotéine dénaturée, peu accessible sur la glycoprotéine native.

Une modification de la conformation des épitopes présents sur le virus et sur les cellules infectées pourrait aussi expliquer les résultats observés avec la souche Mokola. Certains anticorps anti-glycoprotéine neutralisent l'infectivité du virus Mokola mais ne reconnaissent pas les cellules infectées par cette souche. Les épitopes seraient, dans ce cas, accessibles aux anticorps quand ils seraient situés à la surface des particules virales. Les épitopes seraient, au contraire, inaccessibles aux anticorps quand ils seraient situés sur la glycoprotéine insérée dans les membranes de cellules infectées. Il pourrait en être de même avec la nucléocapside et l'anticorps PVC qui reconnaît en TIE la souche homologue PV mais ne reconnaît pas les cellules infectées par cette même souche. L'anticorps PVC reconnaît sur le virus un épitope de nucléocapside inaccessible dans les inclusions cytoplasmiques des cellules infectées. Ces deux exemples soulignent l'importance de la conformation de l'épitope pour une bonne reconnaissance de l'antigène par un anticorps monoclonal. Ils illustrent l'intérêt que présente, pour la caractérisation des anticorps monoclonaux, l'utilisation non pas d'un test mais de plusieurs lorsque ceux-ci sont disponibles.

En conclusion, il faut insister sur l'importance grandissante des anticorps monoclonaux dans le diagnostic. Ces réactifs apportent une stabilité et une sensibilité très appréciées dans des tests standardisés. Pour la rage et les virus qui lui sont apparentés, la sélection et la caractérisation des anticorps monoclonaux anti-nucléocapsides présentés dans cette étude rendent possible l'élaboration d'un kit de diagnostic qui permettra d'identifier sur calques dé cerveau ou sur cellules infectées, rapidement et sans ambiguïté, la nature de l'agent infectieux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. D. COUDRIER pour son excellente assistance technique. Geneviève LIBEAU tient à remercier le Dr. SUREAU qui a bien voulu l'accueillir dans son laboratoire. Ce travail a été effectué à l'Institut Pasteur avec la subvention de recherche INSERM n° 432.

RESUMEN

LIBEAU (G.), LAFON (M.), ROLLIN (P. E.). — Estudio de la especificidad de anticuerpos monoclonales obtenidos con la cepa de virus de rabia Pasteur PV. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37**, (4) : 383-394.

Se caracterizaron anticuerpos monoclonales obtenidos con la cepa de virus fijo PV de rabia respecto a su reactivi-

dad con las estructuras del nucleocapsido o de la glicoproteína de la membrana de diferentes cepas rábicas o de cepas emparentadas con la rabia. Los autores insisten en la importancia práctica de tales anticuerpos monoclonales para el diagnóstico de rutina.

Palabras claves : Rabia - Anticuerpos monoclonales.

BIBLIOGRAPHIE

- ABELSETH (M. K.). An attenuated rabies vaccine for domestic animals produced in tissue culture. *Canad. vet. J.*, 1964, **5** : 279-286.
- ATANASIU (P.), SAVY (V.) et PERRIN (P.). Epreuve immunoenzymatique pour la détection rapide des anticorps antirabiques. *Annls Microbiol. Inst. Pasteur*, 1977, **128 A** : 489-498.
- ATANASIU (P.), TSIANG (H.), REULARD (P.), AIGUILLON (F.), LAVERGNE (M.) and ADAMOWITCZ (Ph.). Zonal centrifuge purification of human rabies obtained on bovine fetal kidney cells. Biological results. In : Joint WHO/IABS Symposium (Rabies III), Marburg/Lahn 1977. Basel, S. Karger, 1977, pp. 35-44 (Development in Biological Standardization 40).
- BOULGER (L. R.), PORTEFIELD (J. S.). Isolation of a virus from Nigerian fruits bats. *Trans. r. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1958, **62** : 421-424.
- COONS (A. H.), KAPLAN (M. H.). Localization of antigen in tissue cell II : Improvement in method for detection of antigen by means of fluorescent antibody. *J. exp. Med.*, 1950, **91** : 1-13.
- COX (J. H.), WEILAND (F.), DIETZSCHOLD (B.), SCHNEIDER (L. G.). Reevaluation of the structural proteins M1 and M2 of rabies virus. In : BISHOP (D. H. L.), COMPANS (R. W.), ed. The replication of negative strand viruses. North Holland, Elsevier, 1981, pp. 639-645.
- EY (P. L.), PROWSE (S. J.), JENKIN (C. R.). Isolation of pure IgG1, IgG2a and IgG2b immunoglobulins from mouse serum using protein A-Sepharose. *Immunochemistry*, 1978, **15** : 429-436.
- FLAMAND (A.), WIKTOR (T. J.) and KOPROWSKI (H.). Use of hybridoma monoclonal antibodies in the detection of antigenic differences between rabies and rabies related virus protein. I. The nucleocapsid protein. *J. gen. Virol.*, 1980, **48** : 97-104.
- FLAMAND (A.), WIKTOR (T. J.), KOPROWSKI (H.). Use of hybridoma monoclonal antibodies in the detection of antigenic differences between rabies and rabies-related virus protein. II. The glycoprotein. *J. gen. Virol.*, 1980, **48** : 105-109.
- GOLDWASSER (R. A.), KISSLING (R. E.). Fluorescent antibody staining of street and fixed virus antigen. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1958, **98** : 219-223.
- KISSLING (R. E.). Growth of rabies virus in non nervous tissue culture. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1958, **98** : 223-225.
- KOPROWSKI (H.), WIKTOR (T. J.). Monoclonal antibodies against rabies virus. In : KENNETH (R. H.), Mc KEAN (T. J.), ed. Monoclonal antibodies hybridomas : a new dimension in biological analysis. New York, Plenum Publishing Corp., 1980. pp. 335-351.
- LAFON (M.), WIKTOR (T. J.), MACFARLAN (R. I.). Antigenic sites on the CVS rabies virus glycoprotein : analysis with monoclonal antibodies. *J. gen. Virol.*, 1983, **64** : 843-851.
- LE GONIDEC (G.), RICKENBACH (A.), ROBIN (Y.) et HEME (G.). Isolement d'une souche Mokola au Cameroun. *Annls Microbiol. Inst. Pasteur*, 1978, **129 A** : 215-219.
- LÉPINE (P.) et GAMET (A.). Sur l'évolution des virus fixes et la souche Pasteur en particulier. In : International symposium on rabies (II), Lyon 1972. Basel, S. Karger, 1974, pp. 60-66 (Symposia Series in Immunological Standardization, 21).
- LIBEAU (G.) and LAFON (M.). Production of monoclonal antibodies against Pasteur virus (P. V. strain) : problems and results. In : Monoclonal antibodies Symposium, Paris, juillet 1983. Basel, S. Karger 1984. pp. 213-218 (Development in Biological Standardization, vol. 57).
- LOWRY (O. H.), ROSENBOUGH (N. J.), FARR (A. L.), RANDALL (R. T.). Protein measurement with the FOLIN phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, **193** : 265-275.
- NAITO (S.), MATSUMOTO (S.). Identification of cellular actin with the rabies virus. *Virology*, 1978, **91** : 151-163.
- SALUZZO (J. F.), ROLLIN (P. E.), DAUGUET (C.), DIGOUTTE (J. P.), GEORGES (A. J.) et SUREAU (P.). Premier isolement du virus Mokola à partir d'un rongeur (*Lophuromys sikapusi*). *Annls Virol. Inst. Pasteur*, 1984, **135 E** : 57-66.
- SOKOL (F.), KUWERT (E.), WIKTOR (T. J.), HUMMELER (K.), KOPROWSKI (H.). Purification of rabies virus grown in tissue culture. *J. Virol.*, 1968, **2** : 836-849.
- SOKOL (F.), STANCEK (D.), KOPROWSKI (H.). Structural proteins of rabies virus. *J. Virol.*, 1971, **7** : 241-249.
- SUREAU (P.), GERMAIN (M.), HERVÉ (J. P.), GEOFFROY (B.), CORNET (J. P.), HEME (G.) et ROBIN (Y.). Isolement du virus Lagos-Bat en empire centrafricain. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1977, **70** : 467-470.
- TIGNOR (G. H.), MURPHY (F. A.), CLARK (H. F.), SHOPE (R. E.), MADORE (P.), BAUER (S. P.), BUCKLEY (S. M.) and MEREDITH (C. D.). Duvenhage virus : morphological, biochemical, histopathological and antigenical relationship to the rabies serogroup. *J. gen. Virol.*, 1977, **37** : 595-611.
- WIKTOR (T. J.), DIETZSCHOLD (B.), LEAMNSON (R. N.) and KOPROWSKI (H.). Induction and biological properties of defective interfering (D. I.) particles of rabies virus. *J. Virol.*, 1977, **21** : 626-634.
- WIKTOR (T. J.), FLAMAND (A.) and KOPROWSKI (H.). Use of monoclonal antibodies in diagnosis of rabies virus infection and differentiation of rabies and rabies related virus. *J. virol. Methods*, 1980, **1** : 33-44.
- WIKTOR (T. J.), GYORGY (E.), SCHLUMBERGER (H. D.), SOKOL (F.) and KOPROWSKI (H.). Antigenic properties of rabies virus components. *J. Immun.*, 1973, **110** : 269-276.
- WIKTOR (T. J.) and KOPROWSKI (H.). Antigenic variants of rabies virus. *J. exp. Med.*, 1980, **152** : 99-112.

Observation on the outbreak of lumpy skin disease in Ethiopia

G. Y. MEBRATU*, B. KASSA**, Y. FIKRE*, B. BERHANU*

* National Veterinary Institute, Debre-Zeit, P.O. Box 19, Ethiopia.

** Bahrdar Regional Veterinary Laboratory, Bahrdar, Ethiopia.

RÉSUMÉ

MEBRATU (G. Y.), KASSA (B.), FIKRE (Y.), BERHANU (B.). — Observation sur les cas de dermatose nodulaire des bovidés en Ethiopie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 395-399.

La dermatose nodulaire des bovidés a été observée de 1981 à 1983 dans les régions ouest, nord-ouest et la partie centrale de l'Éthiopie. La morbidité atteint 30 p. 100 alors que la mortalité n'est que de 0,5 p. 100. Le diagnostic de la maladie a été fait à partir des observations cliniques, de l'isolement et de l'identification de l'agent viral, y compris la microscopie électronique.

La technique de séroneutralisation croisée entre les trois souches isolées a montré leur identité. L'emploi du vaccin contre la clavelée a été efficace dans le contrôle de la maladie.

Mots clés : Dermatose nodulaire - Bovins - Ethiopie.

SUMMARY

MEBRATU (G. Y.), KASSA (B.), FIRKE (Y.), BERHANU (B.). — Observation on the outbreak of lumpy skin disease in Ethiopia. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 395-399.

Lumpy skin disease was observed in the years between 1981 and 1983 in the North Western, Western and central regions of Ethiopia. The morbidity rate reached 30 p. 100 with a mortality rate of 0.5 p. 100. The disease was diagnosed on clinical observation, isolation and identification of the viral agent and on electron microscopy. Cross neutralization test between the three isolates was done and they were all found to be identical. The application of sheep pox vaccine had been proved to be efficient in controlling the disease.

Key Words : Lumpy skin disease - Cattle - Ethiopia.

INTRODUCTION

Lumpy skin disease is an infectious viral disease of cattle caused by parapoxvirus (*poxviridae*) and characterized by the formation of nodules on the skin accompanied by oedema and fever. It causes loss of weight, poor milk production and reduces the quality of the hide.

The disease is known to exist in the continent of Africa for many years (3). It had been recognized in East Africa since 1957. It was declared in the Sudan in 1971, in Niger and Chad in 1973, Nigeria in 1974.

Its epizootic characteristics is highly associated with climatic conditions, mainly prolonged

and heavy rains which favours an increase of the population of vectors. (biting insects).

The mortality rate so far reported from different african countries varried remarkably. In Kenya, it had been 1.2 p. 100 (AYRES SMITH 1960), whereas in South Africa and Sudan it reached 75-90 p. 100 (2, 6).

The viral strains of lumpy skin disease isolated in many countries were indistinguishable by serology (5, 8).

Moreover the virus of lumpy skin disease cannot be differentiated from sheep and goat pox by conventional serum neutralization tests in tissue culture or by fluorescent antibody tests (5).

The recent outbreak of the disease is wide spread in the western and northern regions of Ethiopia with a tendency of spreading East wards. The morbidity rate reached 30 p. 100 in indigenous Zebu breed with a mortality rate not passing 0.5 p. 100.

MATERIALS AND METHODS

Cases of lumpy skin disease were examined in northern western regions of Gojjam and

Gondar, in the western region of Wollega and in Shoa region between the years of 1981 and 1983. In all instances, affected cattle manifested the clinical symptoms of lumpy skin disease with the characteristic skin nodules ranging from 0.5 to 5.0 cm in diameter. The nodules were hard and firm to cut. In some cases, they were profuse. It has been observed that the whole body was covered with nodules. The other common signs of the disease had been a rise in body temperature, oedema of the leg and swelling of prescapular lymph

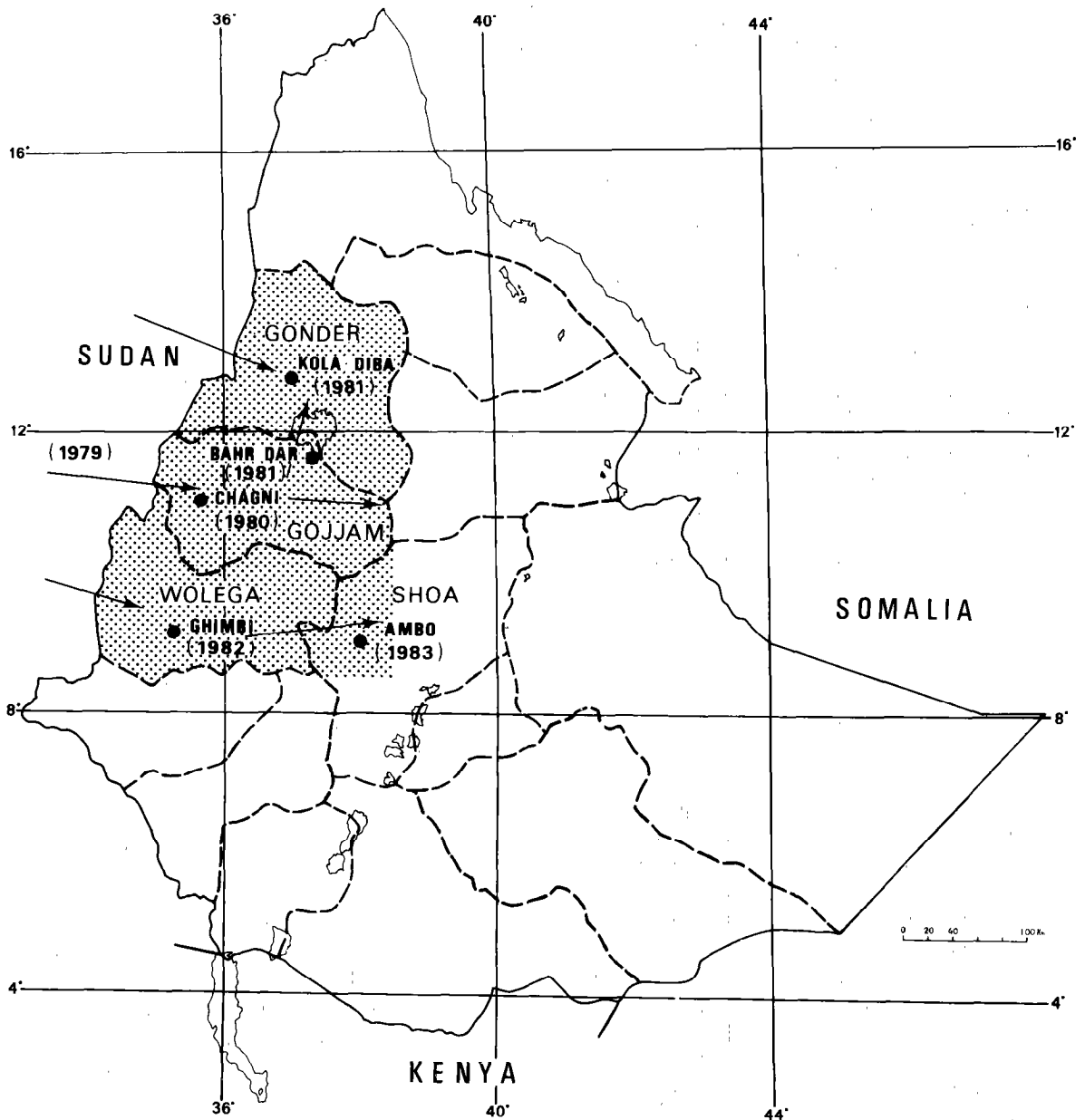




Photo 1. — Nodules on the belly of the animal.



Photo 2. — Generalised eruption of skin nodules.

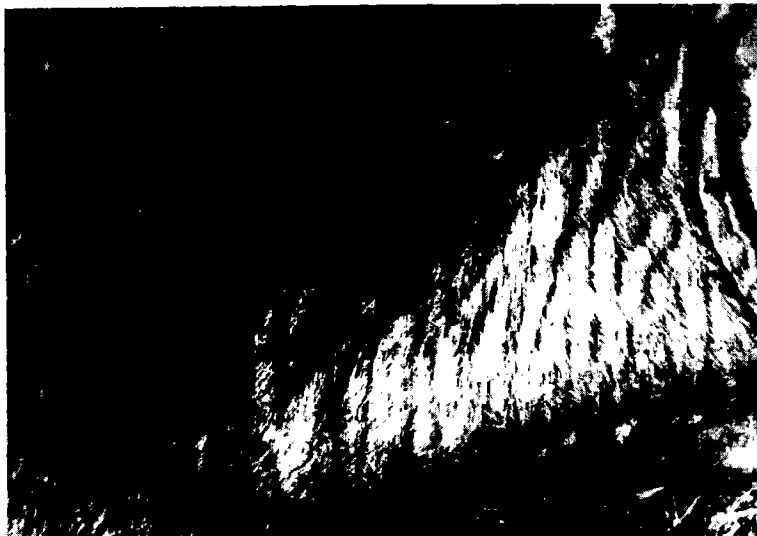


Photo 3. — Necrosis of the nodules.

nodes. The dewlap, the brisket, the belly and the udder were found to be swollen in some animals.

Skin nodules of affected animals and sera from sick and recovered ones were the source of material for the detection of the viral particles and the presence of antibody. Sera from sheep pox vaccine vaccinated cattle helped in studying the cross protection of cattle against lumpy skin disease.

Calf kidney primary cell culture and Vero cells were used for the isolation of the virus and the seroneutralization tests. The culture media for Vero cells was Stocker and for the calf kidney cells Hanks media supplemented by 2.5 p. 100 lactalbumin hydrolysate.

The May grünwald giemsa stain was applied to localise the inclusion bodies.

— Ether sensitivity test

Ether sensitivity test was done on the viral isolates in such a manner that the viral suspension was mixed with an equal volume of ether ethanol and left for 60 min at + 4 °C. The ether treated suspension was incubated into test tubes with cell culture.

— Seroneutralization test

Seroneutralization test on sera collected from hyperimmunized rabbits, on sera from healthy, sick and recovered as well as from sheep pox vaccine vaccinated cattle was done against the viral isolates of lumpy skin disease.

— Electron microscopy

Negative staining of the viral isolate of Bahrdar was done. A seroneutralization test using a reference serum was conducted in France by I.E.M.V.T. to confirm the existence and the identity of the virus.

RESULTS

A cytopathic effect (CPE) was observed in primary calf kidney and Vero cell culture from 5 to 11 days after inoculation with a 10 p. 100 W/V suspension of skin biopsy. The culture media was supplemented with 2.5 p. 100 lactalbumin hydrolysate.

The cytopathic effect was characterized by the gradual destruction of cell monolayer. Infected cells were round and formed aggregates. Complete destruction of the cell sheet was seen by 10-11 days of inoculation.

Intracytoplasmic eosinophilic inclusion bodies were observed in infected cells on cover slides.

Complete inhibition of the cytopathic effect was noticed after treating the viral suspension with ether.

Comparison of different isolates of lumpy skin disease virus.

The inter relationship of the three isolates of lumpy skin disease virus (Ghimbi, Ambo and Bahrdar) was quantitated by the cross neutralization test against 100 TCID₅₀/ml of the respective strains. They all proved to be identical.

A serological survey of cattle in the affected areas revealed that recovered animals were having an antibody titer of 512 against 100 TCID₅₀/ml of the lumpy skin disease virus of Bahrdar strain.

Sera collected from cattle vaccinated with sheep pox vaccine (RM 65 strains) 21 days after vaccination indicated a seroneutralization index of log₁₀ 2.5.

The electron microscopy identification of the viral isolate confirmed its existence in examined material.

DISCUSSION

There had been indications in the past years on the existence of lumpy skin disease in Ethiopia. But attempts to isolate the virus had never been carried out. Hence this has hindered to reach a final diagnosis and declare the occurrence of the disease.

The present study on the isolation of the virus from affected animals of 3 western and central regions and detection of the antibody on the sera collected confirm the existence of the disease.

The recent course of the disease started from Sudan (1979) and spread eastwards. At present it is reported and confirmed in the central region (Shao) of Ethiopia.

No serological differences was seen between the 3 isolates (Ambo, Ghimbi, Bahrdar). Vaccinating cattle with sheep pox vaccine had given a satisfactory result in the control of the disease.

RESUMEN

MEBRATU (G. Y.), KASSA (B.), FIKRE (Y.), BERHANU (B.). — Observación sobre los casos de dermatosis nodular de los bovinos en Etiopía. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 395-399.

Se observó la dermatosis nodular de los bovinos de 1981 a 1983 en las regiones oeste, noroeste y la parte central de Etiopía. Llega a 30 p. 100 la morbilidad mientras que no es más que de 0,5 p. 100 la mortalidad. Se hizo el diagnós-

tico de la enfermedad a partir de observaciones clínicas, del aislamiento y de la identificación del virus, incluyendo la microscopía electrónica.

La técnica de seroneutralización cruzada entre las tres cepas aisladas mostró su identidad. Fué eficaz el empleo de la vacuna contra la viruela ovina para eliminar dicha enfermedad.

Palabras claves : Dermatitis nodular - Bovinos - Etiopía.

BIBLIOGRAPHY

1. AHMED ABUBEKER MEKKI. Personal communication, Sudan, March 1982.
2. BACKSTROMN (U. Von). Nganiland cattle disease, preliminary report on a new disease, the etiological agent being probably on an infectious nature. *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1945, 16 : 29-35.
3. CAPSTICK. Lumpy skin disease, experimental infection. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1959, 7 : 51-62.
4. DAVIES (F. G.). Observations on the epidemiology of lumpy skin disease in Kenya. *J. Hyg. Camb.*, 1982, 88 : 95-102.
5. DAVIES (F. G.), OTEMA (C.). Relationship of capripox viruses found in Kenya with two middle eastern strains and some orthopox viruses. *Res. vet. Sci.*, 1981, 31 : 253-255.
6. MACOWEN (K. D. S.). Observation on the epizootiology of lumpy skin disease during the first year of its occurrence in Kenya. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1959, 7 : 7-20.
7. NAWATHE (D. R.), ASAGBA (M. O.), ABEGUNDE (A.), AJAYI (S. A.) and DURKWA (L.). Some observation on the occurrence of lumpy skin disease in Nigeria. *Zbl. Vet. Med. B*, 1982, 29 : 31-36.
8. NAWATHE (D. R.), GIBBS (E. P. J.), ASGABA (M. O.) and LAWMAN (M. J. P.). Lumpy skin disease in Nigeria. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1978, 10 : 49-54.
9. WOODROOFE (G. M.), FENNER (F.). Serological relationships within the poxvirus group : an antigen common to all members of the group. *Virology*, 1962, 16 : 334-341.

Isolation and propagation of bovine rotavirus in cell culture

C. K. OJEH

Department of Veterinary Microbiology,
University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

RÉSUMÉ

OJEH (C. K.). — Isolement et propagation des rotavirus bovins en cultures cellulaires. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 400-405.

Seize isolements de rotavirus bovins ont été réalisés à partir de prélèvements diarrhéiques de veaux sur cellules MA 104, mais non en cultures primaires de cellules bovines (EBK), ovines (EOK) ou en cultures de lignées continues LLC-MK₂, Vero et MDBK.

Le pré-traitement de l'inoculum du virus fécal par la trypsine (5 à 10 µg/ml), complété par 1,0 µg/ml de trypsine dans le milieu nutritif et l'incubation de cellules MA 104 sur flacons roulants sont des facteurs essentiels pour le développement en continu des rotavirus bovins isolés à partir de prélèvements effectués sur le terrain. Des souches de rotavirus bovins adaptés à la culture cellulaire ont acquis la faculté de réinfecter des cellules jusqu'alors non permissives.

Mots-clés : Rotavirus bovins - Isolement - Culture cellulaire.

SUMMARY

OJEH (C. K.). — Isolation and propagation of bovine rotavirus in cell culture. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 400-405.

Sixteen isolates of bovine rotavirus from diarrhoeic calves were made in MA 104 cells, but not in primary bovine (EBK), ovine (EOK), nor in continuous cell lines of LLC-MK₂, Vero and MDBK monolayers. It was found that pre-treatment of faecal virus inoculum with trypsin (5-10 µg/ml), and 1.0 µg/ml trypsin in the maintenance medium and incubation of cultures on roller drums of MA 104 cells were essential for the continuous propagation of field isolates of bovine rotaviruses. Established tissue culture adapted strains of bovine rotavirus acquired the ability to reinfect erstwhile refractory cells.

Key words : Bovine rotavirus - Isolation - Cell culture.

INTRODUCTION

Rotavirus were first reported in neonatal calf diarrhoea in the USA (19). Since, then, the viruses have been shown to be very important causative agents of acute gastroenteritis in both infants and neonatal animals (10, 14). After the first report, many attempts have been made to isolate the virus in tissue culture (9, 27). Although four bovine strains, namely Lincoln, Cody (18), UK Compton (4) and Northern Ireland (15) were initially isolated and propagated in different tissues of bovine origin, detailed virological and serological studies (e.g.

serotyping) were hampered for a long time because of the difficulties encountered in routinely isolating and propagating other rotaviruses in tissue culture. However, these difficulties have now been largely overcome by incubating rotavirus inoculum with trypsin, by incorporating trypsin in the maintenance medium and by using roller drum cultures (1, 2, 24, 26).

In this study, the susceptibility of six different cell types (2 primary cell cultures and $\frac{3}{4}$ continuous cell lines) to bovine rotavirus isolates and the ability of trypsin to enhance

their infectivity in cell culture were investigated.

MATERIAL AND METHODS

Cells and Cell Culture

Two primary cell cultures, embryonic bovine (EBK) and ovine (EOK) kidney cells were prepared as described by PAUL (21) and used in this investigation. In addition, 4 continuous cell lines comprising of Vero (African green monkey kidney cells), LLC-MK₂ (Adult rhesus monkey kidney cells), MDBK (Adult bovine steer kidney cells) and MA104 (Embryonic rhesus monkey kidney cells) were also used.

Cells were grown and maintained either in medium 199 or E'59 (MA104 cells), containing 10 p. 100 foetal bovine serum, 2 p. 100 sodium carbonate, 1 p. 100 lactalbumin hydrolysate, 0.025 M HEPES, 1 p. 100 yeast extract, 100 IU/ml penicillin, 200 µg/ml streptomycin, 1 µg/ml fungizone and 5-10 µg/ml trypsin (Sigma Chemicals, U.K.). Cells were seeded at a concentration of 3×10^5 /ml (primary cell cultures) and 2×10^5 /ml (continuous cell lines), dispensed in 1.0 ml amount in test tubes containing flying cover slips and allowed to monolayer over night at 37 °C.

VIRUSES

Preparation of faecal samples

Sixteen calf faecal samples, shown to contain rotavirus by electron microscopy EM (22) and ELISA (8) were used. All were from outbreaks of diarrhoea in calves aged between 8 days and 4 weeks. In addition, the well characterised tissue culture strain of bovine rotavirus, the U.K. (Compton) strain (4) was used as standard reference.

Faecal samples were homogenised to form 20 p. 100 suspension in serum-free maintenance medium, centrifuged at 2,100 x g for 30 min and the aqueous phase collected and treated with 10 µg/ml trypsin (Sigma Chemicals, U.K.) at 37 °C (water bath) for 1 h.

Isolation procedure

Two hundred µl of the trypsin-treated supernatant was used to infect monolayers of

the cells (3 tubes per isolate). Virus was allowed to adsorb for 90 min at 37 °C, after which the inoculum was washed. The culture was fed with serum-free maintenance medium, containing 1.0 µg/ml trypsin and then incubated in roller drums at 37 °C. Monolayers were observed daily for cytopathic effects (cpe) and viruses were subcultured blindly every three days from pooled materials after being subjected to 3 cycles of freezing and thawing. Cover slips were examined by immunofluorescence (IF) for evidence of virus replication at each passage level, with antiserum to the U.K. (Compton) strain of bovine rotavirus prepared in rabbits known to be free of rotavirus antibodies (20). Infected cultures were centrifuged at 154,400 x g for 1 h and the pellets examined under EM for rotavirus particles.

Studies with trypsin

Two representative isolates (639 and 678) were used at their 7th - 10th passage levels in MA104 cells. The effect of three concentrations of trypsin (10 µg/ml, 5 µg/ml and 0 µg/ml) on the infectivity of these isolates on MA104 cells at different passage levels were investigated.

Studies with erstwhile refractory cells

Based on the results obtained (see below), isolates 639 and 678 at the 12th and 13th passage levels respectively in MA104 cells were used to infect previously refractory cells : EBK and EOK (Primary cell cultures), MDBK and Vero (continuous cultures). Isolates 639 and 678 were later adapted and passaged 3 times in these various cells with the aid of trypsin and their infectivity in these cells compared with that in MA104 cells.

RESULTS

Infectivity in cell types

All 16 faecal samples containing rotavirus replicated in MA104 cells but not in any other cell type. On the other hand, the U.K. (Compton) strain replicated in all the cell types including MA104 cells, as judged by IF staining. Based in this results, two representative isolates 639 and 678 were further studied. By the 4th or 5th passages in MA104 cells cpe began to appear as an initial rounding of cells

with indistinct outline, followed by 'heaping' or aggregation of dead cells. Some of the cells assumed spindle shapes with one end attached to the glass surface while the other end floated in the medium. By the 6th or 7th passage levels, as the cpe progressed, the cell sheet became completely destroyed after 2 or 3 days incubation (Photos 1a, b, c).

Examination of pelleted virus from tissue culture by EM revealed typical rotavirus particles.

Effect of trypsin on 639 and 678

No appreciable change in the virus titre was observed when the concentration of trypsin was varied from 10 µg/ml to 5 µg/ml. On the contrary, when trypsin was omitted completely in the treatment of the virus inoculum, there was a considerable drop in the virus infectivity (Table I).

Infectivity of 639 and 678 on previously refractory cells

Both isolates 639 and 678 now infected and replicated in all cell types as judged by IF staining. However, infectivity in the various cell types was lower than that obtained in MA104 cells. Adaptation of the isolates by

TABLE N°I-Effect of varying concentrations of trypsin on infectivity of 639 and 678

Virus	Passage level in MA104 cells	Concentrations of Trypsin in µg/ml (*)	Titre in MA104 cells \log_{10} TCID ₅₀ /ml
639	8	10	6.2
678	7	10	5.9
639	10	5	5.9
678	9	5	5.9
639	9	0	4.5
678	8	0	4.8

(*) Concentration of trypsin in maintenance medium remained at 1.0 µg/ml throughout the test while concentration of trypsin on the virus inoculum was varied as shown.

passaging them 3 times in the various cell types did not seem to enhance their infectivity for these cells as the titres before and after adaptation did not vary significantly. In some of the cell types e.g. EBK and EOK, the virus titre of 639 approached that of the faecal virus in MA104 cells. By contrast, the titres obtained with 678 in these various cells were considerably lower than that of the faecal virus in MA104 cells. However, best results were consistently obtained with MA104 cells adapted 639 and 678 in MA104 cell cultures (Table II).

TABLE N°II-Infectivity of previously insusceptible cells with tissue culture strains 639 and 678

Virus	Passage level in MA104 cells (Cell Type)	Cell Type	IF	Titre \log_{10} TCID ₅₀ /ml in MA104 cells (Cell type)
639	12	MA104	+	6.3
678	13	MA104	+	5.8
639	12 (3)a	EBK	+	4.9 (4.6)b
678	13 (3)a	EBK	+	3.8 (4.9)b
639	12 (3)a	EOK	+	4.8 (4.8)b
678	13 (3)a	EOK	+	3.8 (2.8)b
639	12 (3)a	MDBK	+	3.1 (3.8)b
678	13 (3)a	MDBK	+	3.8 (3.8)b
639	12 (3)a	Vero	+	3.8 (4.3)b
678	13 (3)a	Vero	+	2.8 (2.8)b
639(*)	0	MA104	+	4.9
678(*)	0	MA104	+	5.0

a : Passage level of virus in the cell type concerned after a previous 12 or 13 serial transfers in MA104 cells ;

b : Virus titre in the cells concerned after 3 passages for adaptation to cell type ;

+ : Presence of fluorescing cells - evidence of replication in cell type.

(*) : faecal filtrate virus.

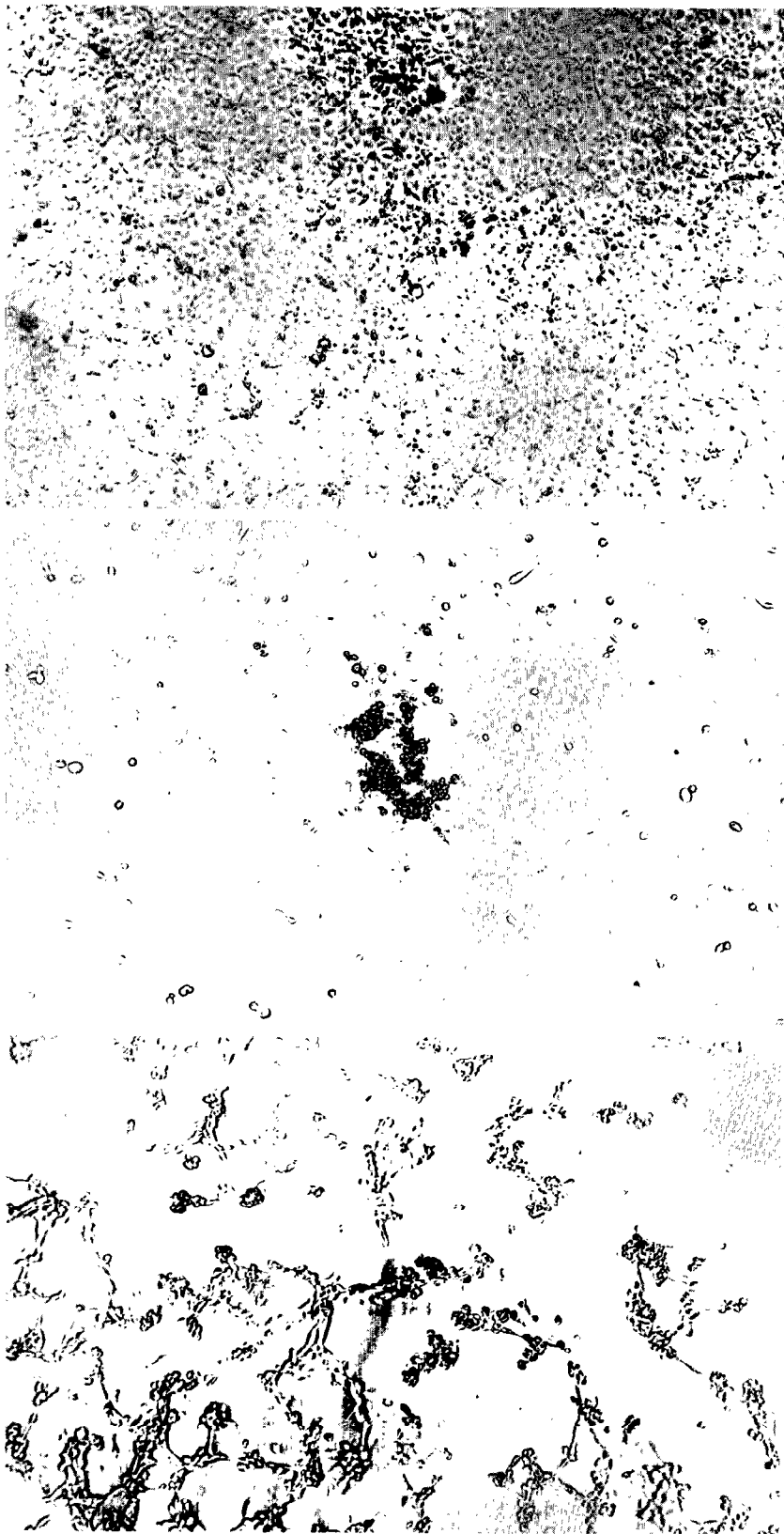


Photo 1. — Propagation of isolates of rotavirus in MA104 cells.

1a. Uninfected monolayers of MA 104 cells. Control $\times 360$.

1b. Early cpe, showing focus of cpe, 24 h p.i. Note : rounding of cells. $\times 360$.

1c. Advanced cpe, showing destruction of more cells 48-72 h p.i.

Note : many cells have detached, while other cells are spindle shaped $\times 360$.

DISCUSSION

This investigation demonstrates the isolation and propagation of 16 strains of bovine rotavirus from diarrhoeic calves in cell culture. However for primary isolation, only MA104 cells, an embryonic rhesus monkey kidney cell line was susceptible to the isolates. The earlier reports of isolation of rotavirus on primary calf kidney cells (4, 15, 18), and the fact that rotaviruses from different species have been used to infect LLC-MK₂ cells (5, 25) were shown not to be sufficient basis for attempting to isolate bovine rotavirus on primary bovine (EBK) and ovine (EOK) as well as continuous cell lines of Vero, LLC-MK₂ and MDBK as these cell types did not support the growth of field isolates of bovine rotavirus. Other workers have also found that EBK, BHK-21 and Vero cells were resistant to infection with calf, lamb and pig rotaviruses (6, 16).

On the contrary, the already established tissue culture U.K. (Compton) strain of bovine rotavirus readily replicated in all the cell types. As a result, isolates 639 and 678 which have been adapted and propagated in MA104 cells were used to infect cell cultures that were previously unsusceptible to infection with freshly isolated strains of bovine rotaviruses. Interestingly, it was found that all the culture systems were now susceptible to both strains (Table II). Although, the reasons for this are not clearly established, it would appear that tissue culture adapted viruses (both of which had undergone at least 12 serial passages in MA104 cells and a further 3 serial transfers in the different cell systems under study (Table II), have acquired a much wider range of susceptible host cells. It was also possible that

during the process of these serial transfers, a population of virus specially adapted to *in vitro* cultivation have been selected.

The beneficial effects of trypsin for the isolation and propagation of rotaviruses have been exploited by many workers (2, 16, 26), all of whom employed trypsin routinely for the isolation and propagation of different strains of rotaviruses from calves, chicken and humans. Nevertheless, there are a few reports of the successful isolation and growth of rotaviruses from calves, dogs, chicken and infants without the use of trypsin (3, 12, 13, 15, 17). There are also reports that some strains of rotavirus are less dependent on trypsin for subsequent passages, following the initial trypsin-associated isolation (12, 13). The reason for this would appear to be that the need for trypsin as an aid in the isolation and replication of rotavirus from field specimen depend to some extent on the strain of rotavirus. In this present investigation, the results indicated that pre-treatment of virus inocula with trypsin, incubation of culture in roller drum and the use of MA104 cells were essential for the continuous isolation, propagation and high titre yields of field isolates of bovine rotavirus.

The mechanism of the action of trypsin (7, 11) on the infectivity of rotavirus, whereby non-infectious virus was converted to infectious forms, might explain why there was over a 10-fold-drop in virus infectivity when trypsin was withdrawn (Table 1). GRAHAM and ESTES (11) noted that when trypsin was present in the culture medium during multiple cycles of virus replication, the infectivity of rotavirus was enhanced between 10- and 1 000-fold.

RESUMEN

OJEH (C. K.). — Aislamiento y propagación de los rotavirus bovinos en cultivos celulares. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 400-405.

Se realizaron 16 aislamientos de rotavirus bovinos a partir de muestras diarreicas de terneros sobre células MA 104, pero no en cultivos primarios de células bovinas (EBK), ovinas (EOK) o en cultivos de líneas continuas LLC-MK₂, Vero y MDBK.

El pre-tratamiento del inoculo del virus fecal por la

tripsina (5 a 10 µg/ml), completado por 1,0 µg/ml de tripsina en el medio nutritivo y la incubación de células MA 104 sobre frascos roleando son factores esenciales para el desarrollo continuo de los rotavirus bovinos aislados a partir de muestras efectuadas en el campo. Cepas de rotavirus bovinos adaptados al cultivo celular tuvieron la propiedad de reinfectar células hasta ahora no permisivas.

Palabras claves : Rotavirus bovinos - Aislamiento - Cultivos celulares.

REFERENCES

1. ALMEIDA (J. D.), HALL (T.), BANATVALA (J. F.), TOTTERDELL (B. M.), CHRYSTIE (I. L.). The effect of trypsin on the growth of rotavirus. *J. gen. Virol.*, 1978, **40** : 213-218.
2. BABIUK (L. A.), MOHAMMED (K.), SPENCE (L.), FAUVEL (M.), PETRO (R.). Rotavirus isolation and cultivation in the presence of trypsin. *J. clinic. Microbiol.*, 1977, **6** : 610-617.
3. BACHMANN (P. A.), HESS (R. G.). Routine isolation and cultivation of bovine rotaviruses in cell culture. *Am. J. vet. Res.*, 1981, **42** : 2149-2150.
4. BRIDGER (J. C.), WOODE (G. N.). Neonatal calf diarrhoea : Identification of reovirus-like (rotavirus) agent in faeces by immunofluorescence and immune electron microscopy. *Brit. vet. J.*, 1975, **131** : 528-535.
5. BRYDEN (A. S.), DAVIES (H. A.), THOULESS (M. E.), FLEWETT (T. H.). Diagnosis of rotavirus infection by cell culture. *J. med. Microbiol.*, 1977, **10** : 121-125.
6. CASTRUCCI (G.), FERRARI (M.), FRIGERI (F.), CILLI (V.), DONELLI (G.), ANGELILLO (G.), BRUGGI (M.). A Study of cytopathic rotavirus strains isolated from calves with acute enteritis. *Comp. Immun. Microbiol. Inf. Dis.*, 1983, **6** : 253-264.
7. CLARK (S. M.), ROTH (J. R.), CLARK (M. L.), BARNETT (B. B.), SPENDLOVE (R. S.). Trypsin enhancement of rotavirus infectivity : Mechanism of enhancement. *J. Virol.*, 1981, **39** : 816-822.
8. FAHEY (K. J.), SNODGRASS (D. R.), CAMPBELL (I.), DAWSON (A. McL.), BURRELLS (C.). IgG₁ antibody in milk protects lambs against rotavirus diarrhoea. *Vet. Immunol. Immunopath.*, 1981, **2** : 27-33.
9. FERNELIUS (A. L.), RITCHIE (A. E.), CLASSICK (L. G.), NORMAN (J. O.), MEBUS (C. A.). Cell culture adaptation and propagation of a reovirus-like agent of calf diarrhoea from a field outbreak in Nebraska. *Arch. ges. Virusf.*, 1972, **37** : 114-130.
10. FLEWETT (T. H.), WOODE (G. N.). The rotaviruses (Brief Review). *Arch. Virol.*, 1978, **57** : 1-23.
11. GRAHAM (D. Y.), ESTES (M. K.). Proteolytic enhancement of rotavirus infectivity : biologic mechanism. *Virology*, 1980, **101** : 432-439.
12. HASEGAWA (A.), MATSUNO (S.), INOUE (S.), KONO (R.), TSURUKUBO (Y.), MUKOYAMA (A.), SAITO (Y.). Isolation of human rotaviruses in primary cultures of monkey kidney cells. *J. clinic. Microbiol.*, 1982, **16** : 387-390.
13. HOSHINO (Y.), WYATT (R. G.), SCOTT (F. W.), APPEL (M. J.). Isolation of a canine rotavirus. *Arch. Virol.*, 1982, **72** : 113-125.
14. McNULTY (M. S.). Rotaviruses. *J. gen. Virol.*, 1978, **40** : 1-18.
15. McNULTY (M. S.), ALLAN (G. M.), McFERRAN (J. B.). Isolation of a cytopathic calf rotavirus. *Res. vet. Sci.*, 1976, **21** : 114-115.
16. McNULTY (M. S.), ALLAN (G. M.), TODD (D.), McFERRAN (J. B.). Isolation and cell culture propagation of rotaviruses from turkey and chickens. *Arch. virol.*, 1979, **61** : 13-21.
17. McNULTY (M. S.), ALLAN (G. M.), TODD (D.), McFERRAN (J. B.), McKILLOP (E. R.), COLLINS (D. S.), McCracken (R. M.). Isolation of rotaviruses from turkeys and chickens. Demonstration of distinct serotypes and RNA electrophenotypes. *Avian Path.*, 1980, **9** : 363-375.
18. MEBUS (C. A.), KONO (M.), UNDERDAHL (N. R.), TWIEHAUS (M. J.). Cell culture propagation of neonatal calf diarrhoea (scours) virus. *Can. vet. J.*, 1971, **12** : 69-72.
19. MEBUS (C. A.), UNDERDAHL (N. R.), RHODES (M. B.), TWIEHAUS (M. J.). Calf diarrhoea (scours) : reproduced with a virus from a field outbreak. *Uni. Neb. Agric. Expt. Stat. Res. Bul.*, 1969, **233** : 1-18.
20. OJEH (C. K.), TAYLOR (W. P.). Prevalence of rotavirus and enterotoxigenic *Escherichia coli* (K99) antibodies in Nigerian cattle, sheep and goats. *Trop. Vet.*, 1984, **2** : 76-79.
21. PAUL (J.). Cell and tissue culture. 3rd Ed., Edinburgh and London, E & S Livingstone.
22. SATO (K.), INABA (Y.), SHINOZAKI (T.), FUJII (R.), MATUMOTO (M.). Isolation of human rotavirus in cell culture. *Arch. Virol.*, 1981, **69** : 155-160.
23. SNODGRASS (D. R.), SMITH (W.), GRAY (E.), HERRING (J. A.). A rotavirus in lambs with diarrhoea. *Res. vet. Sci.*, 1976, **20** : 113-114.
24. THEIL (K. W.), BOHL (E. H.), SAIF (L. J.). Techniques for rotaviral propagation. *J. am. vet. med. Ass.*, 1978, **173** : 548-551.
25. THOULESS (M. E.), BRYDEN (A. S.), FLEWETT (T. H.), WOODE (G. N.), BRIDGER (J. C.), SNODGRASS (D. R.), HERRING (J. A.). Serological relationship between rotaviruses from different species as studied by complement fixation and neutralisation. *Arch. Virol.*, 1977, **53** : 287-294.
26. URASAWA (T.), URASAWA (S.), TANIGUCHI (K.). Sequential passage of human rotavirus in MA 104 cells. *Microbiol. Immunol.*, 1981, **25** : 1025-1035.
27. WELCH (A. B.), TWIEHAUS (M. J.). Cell culture studies on a neonatal calf diarrhoea virus. *Can. J. comp. Med.*, 1973, **37** : 287-294.

Comparison of the polypeptides of bovine rotavirus serotypes

by C. K. OJEH

Department of Veterinary Microbiology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

RÉSUMÉ

OJEH (C. K.). — Comparaison des polypeptides des sérotypes de rotavirus bovins. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 406-410.

A partir de 3 sérotypes différents, les polypeptides de 9 souches de rotavirus bovins ont été comparés entre eux et par référence au polypeptide extérieur VP7. On a utilisé l'électrophorèse en gel de polyacrylamide coloré à l'argent.

Le VP7 a été détecté dans 6 des 9 préparations avec une bonne corrélation entre la présence de ce polypeptide dans le gel et la proportion de particules lisses estimées par microscopie électronique après purification sur gradient de sucrose/CsCl.

Dans les prélèvements où il a été détecté, le VP7 des sérotypes a migré différemment. La signification possible de l'absence de VP7 dans quelques préparations fait l'objet d'une discussion.

Mots-clés : Rotavirus bovins - Sérotypes - Polypeptides viraux.

SUMMARY

OJEH (C. K.). — Comparison of the polypeptides of bovine rotavirus serotypes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 406-410.

The polypeptides of 9 strains of bovine rotavirus, comparing 3 different serotypes were compared with reference to the outer polypeptide, VP7, in a silver stained polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). VP7 was detected in 6 of 9 preparations, with a good correlation between the presence of this polypeptide in the gels and the proportion of smooth particles estimated by EM after CsCl/sucrose gradient purification. In the samples in which it was detected, VP7 of the serotypes migrated differently. The potential significance of the absence of VP7 in some preparations is discussed.

Key words : Bovine rotavirus - Serotypes - Rotavirus polypeptides.

INTRODUCTION

Rotaviruses are composed of two particle types, the complete, smooth or outer shelled particle, measuring about 70 nm and the incomplete, rough or inner shelled particle, measuring about 60 nm (3). The structure of rotavirus has been the subject of several investigations, resulting initially in a number of conflicting interpretations as regards the total number of polypeptides (3, 12, 21). However, the consensus view is in the range of 8-10 polypeptides (15).

A major glycosylated outer polypeptide, VP7, with MW ranging between 34-37 k has

been recognised to elicit neutralising antibodies (1, 8, 10). However it has been suggested that because of the complex nature of rotaviruses, more than one polypeptide may well be involved in neutralisation reaction (1, 2). The outer polypeptides are important not only for neutralisation but are also concerned with infectivity in the complete or double shelled rotavirus (3, 5). Unfortunately, these outer shell polypeptides tend to disintegrate during CsCl/sucrose gradient purification (16), therefore to enhance their stability, divalent cations (Ca^{++} or Sr^{++}) are added to the buffers throughout the purification process (4, 19).

The dsRNA of rotaviruses have been com-

pared in PAGE (9) but not the polypeptides. This investigation compares the polypeptides of the three different serotypes of bovine rotavirus, with reference to their VP7, the polypeptide responsible for infectivity and neutralisation.

MATERIALS AND METHODS

Viruses

The UK (Compton), Northern Ireland, Lincoln and strains 639, all belonging to serotype 1, strain 678 (serotype 2) and strains 411, 683, 1 548 and 2 484 all belonging to serotype 3 (18, 20) were used in this study. All had undergone at least 11 passages in MA 104 cells and with the exception of Lincoln and Northern Ireland strains had been cloned, either by plaque purification or by three passage at terminal dilutions. All viruses were purified through CsCl/sucrose gradient.

Purification of rotaviruses through CsCl/sucrose gradient

Cell cultures infected with different serotypes of rotavirus were frozen and thawed three times to release cell associated viruses. Cellular debris was cleared under low speed centrifugation. Virus was then pelleted at $71,000 \times g$ for 45 min. The pellets were homogenised in 1-2 ml tris buffer, layered onto a discontinuous gradient consisting of 2 ml of a solution containing 1.31 M CaCl and 1.58 M sucrose, overlaid by 1.58 M sucrose in tris buffer and centrifuged at $154,400 \times g$ for 60 min at 5 °C. The opalescent band which appeared just below the interface was harvested, diluted four-fold and pelleted. Pellets were resuspended in 1-2 ml of tris buffer and layered onto a 5-step CsCl/sucrose gradient to which 1.0 µg/ml ethidium bromide had been added and then centrifuged at $50,400 \times g$ for 18 h at 5 °C. The gradient consisted of 1.66 M sucrose/1.49 M CaCl and 1.56 M sucrose/1.49 M CaCl at the extremities. An intermediate density was achieved by mixing equal volumes of the two extremes, and two further steps were achieved by mixing the intermediate solution with the two extremes. The virus band was located by fluorescence under ultraviolet light, harvested with syringe,

diluted in tris buffer and pelleted. The pellets were examined by electron microscopy (EM) using negative staining with 1 p. 100 ammonium molybdate (pH 6.0) and the proportion of complete virions estimated.

Estimations of smooth particles

Purified virions were examined by EM and two hundred particles were counted from five fields and the proportion of smooth to rough particles estimated.

PAGE analysis

The proteins of purified rotavirus samples from infected tissue culture were dissociated to the polypeptide level by the method of TODD and McNULTY (21). Polypeptides, along with reference standard proteins (comprising β -galactosidase, MW 130,000; phosphorylase A, 92,00; ovotransferin, 76-78,000; albumin, 66,200; ovoalbumin, 45,000; chymotrypsinogen A, 25,700; myoglobin, 17,200 and cytochrome C, 12,300) were loaded into the gel tracks and concentrated through a 3 p. 100 stacking gel prior to resolving in a 10 p. 100 separating gel of 0.75 mm thickness, using the discontinuous buffer system of LAEMMLI (11), to which were added Ca^{++} ions. Electrophoresis was performed at room temperature for approximately 4 h with a constant current of 13 mA.

Silver staining for polypeptides

The silver staining procedure for proteins in polyacrylamide gels as described by MORRISSEY (16) was followed.

RESULTS

The viral polypeptide, VP7, was detected in preparations of UK (Compton), Northern Ireland, Lincoln, 639, 678 and 683 but not in 411, 1 548 and 2 484 (Photo 1). In the preparations in which it was detected, the VP7s migrated between ovoalbumin (MW 45,00) and chymotrypsinogen A (MW 25,000).

The proportion of smooth particles estimated by EM for the different viruses was greater than 50 p. 100 for the 6 viruses in

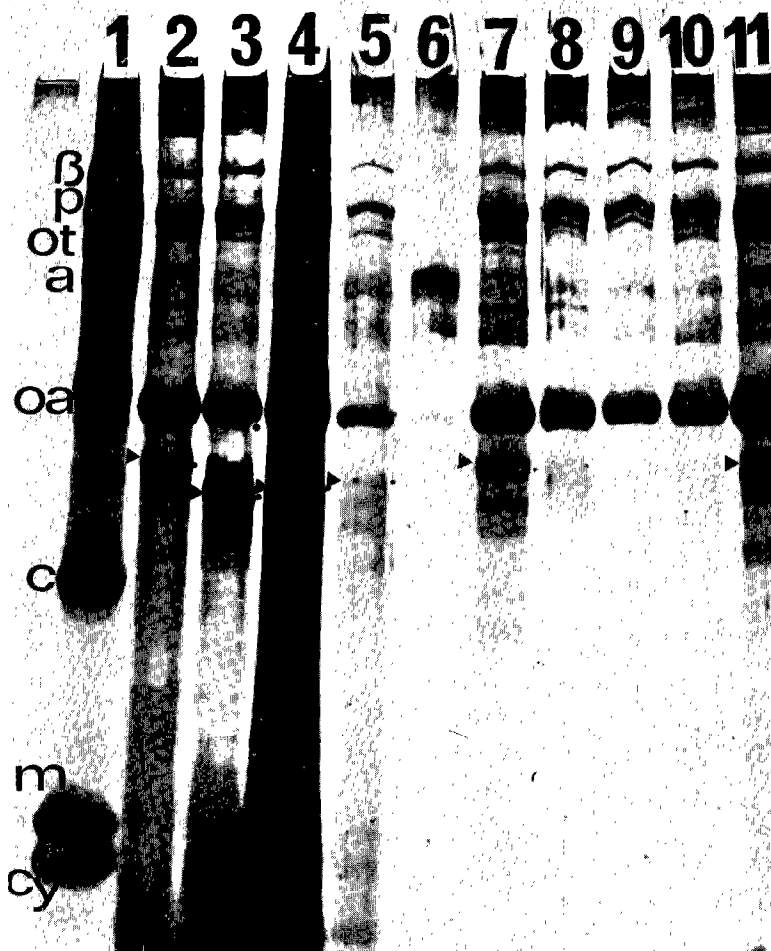


Fig. 1. — Comparison of the polypeptides (VP7) of bovine rotavirus serotypes.
Track 1 contains standard reference proteins comprising of :

B = β -galactosidase	MW 130,000
P = Phosphorylase A	92,000
ot = ovotransferin	76-78,000
a = albumin	66,200
oa = ovoalbumin	45,000
c = chymotrypsinogen A	25,000
m = myoglobin	17,200
cy = cytochrome C	12,000

Track 2 UK (Compton)	Serotype 1
3 Northern Ireland	Serotype 1
4 Lincoln	Serotype 1
5 639	Serotype 1
6 Accidental loading	
7 678	Serotype 2
8 411	Serotype 3
9 1 548	Serotype 3
10 2 484	Serotype 3
11 683	Serotype 3

Note : Arrow heads points to VP7 of different strains migrating differently.

which VP7 was detected and 15 p. 100 for the 3 viruses in which VP7 was not detected (Table I). There was good correlation between the presence of VP7 in the gels and the proportion of smooth particles.

DISCUSSION

Genetic analysis of rotaviruses had identified dsRNA segments 9 for human and monkey and 8 or 9 for calf strains as coding for the

protein that elicits neutralising antibodies (7, 8, 14). This protein has been recognised as the outer polypeptide, VP7 (1, 13). Because of the importance of this polypeptide in eliciting neutralising antibodies and infectivity, its presence in the different serotypes of bovine rotaviruses was studied.

The migration pattern of the VP7 in the different serotypes varied from strain to strain. This was not surprising, as it had already been shown that the dsRNA of these serotypes migrated differently (OJEH, to be published).

TABLE N°I—Estimation of Smooth Particles of the serotypes of bovine rotavirus after CsCl/sucrose gradient purification

Virus	Serotype	Percentage Smooth Particles
UK (Compton)	1	68
Northern Ireland	1	60
Lincoln	1	70
639	1	54
678	2	90
683	3	63
411	3	10
1548	3	11
2484	3	15

However, the presence of VP7 in some strains and not in others (Fig. 1), after CsCl/sucrose gradient purifications, despite the use of divalent cations (Ca^{++}), in the buffers was not clear. The most likely explanation was that some strains of calf rotavirus lose their outer capsid more readily than others. NOVO and

ESPARAZA (17) reported similar observations with isolates of bovine rotavirus, while the outer shell capsid of mouse rotavirus were equally easily lost with handling (22). The good correlation between VP7 and the presence of smooth particles confirm that CsCl/sucrose could be detrimental to the complete structure of rotavirus.

It was interesting to observe that those strains lacking VP7 were difficult to adapt to tissue culture propagation, requiring higher concentrations of trypsin and longer incubation periods (data not shown). But from other reports (6), VP4 and *not* VP7 is responsible for growth restrictions in human rotavirus strains. So rather than associate difficulty to propagate *in vitro* with VP7, it could be that VP4 which is an outer shell polypeptide as well, was equally disintegrated by CsCl/sucrose handling. Although these viruses belonged to serotype 3, it would require comparison of more isolates of this serotypes to ascertain whether the lack VP7 in tissue culture preparations is a constant feature of this serotypes. Nevertheless, this underscores a potential problem if vaccines with this serotypes is contemplated.

RESUMEN

OJEH (C. K.). — Comparación de los polipéptidos de los serotipos de rotavirus bovinos. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 406-410.

A partir de 3 serotipos diferentes, se compararon los polipeptidos de 9 cepas de rotavirus bovinos entre ellos y por referencia al polipéptido exterior VP7.

Se utilizó la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida coloreado con plata.

Se descubrió el VP7 en 6 de las 9 preparaciones con una

buena correlación entre la presencia de este polipéptido en el gel y la proporción de partículas lisas estimadas por microscopia electronica después de purificación sobre gradiente de azúcar/CsCl.

En las muestras donde se lo descubrió, el VP7 de los serotipos migró diferentemente. Se discute de la significación posible de la ausencia de VP7 en algunas preparaciones.

Palabras claves : Rotavirus bovinos - Serotipos - Polipéptidos virales.

REFERENCES

- BASTARDO (J. W.), McKIMM-BRESCHKIN (J. L.), SONZA (S.), MERCER (L. D.), HOLMES (I. H.). Preparation and characterisation of antisera to electrophoretically purified SA-11 virus polypeptides. *Infect. Immun.*, 1981, 34 : 641-647.
- BEARDS (G. M.), PILFORD (J. M.), THOULESS (M. E.), PLEWETT (T. H.). Rotavirus serotypes by serum neutralisation. *J. med. Virol.*, 1980, 5 : 231-237.
- BRIDGER (J. C.), WOODS (G. N.). Characterisation of two particle types of calf rotavirus. *J. gen. Virol.*, 1976, 31 : 245-250.
- COHEN (J.), LAPORTE (J.), CHARPILLIENNE (A.), SCHERRER (R.). Activation of rotavirus RNA polymerase by calcium chelation. *Arch. Virol.*, 1979, 60 : 177-186.
- ELIAS (M. M.). Separation and infectivity of two particle types of human rotavirus. *J. gen. Virol.*, 1977, 37 : 191-197.
- GREENBERG (H. B.), FLORES (J.), KALICA (A. R.), WYATT (R. G.), JONES (R.). Gene coding assignments for growth restrictions, neutralisation and subgroup specificities of Ward DS-1 strains of human rotavirus. *J. gen. Virol.*, 1983, 64 : 313-320.
- GREENBERG (H. B.), WYATT (R. G.), KAPIKIAN (H. Z.), KALICA (A. R.), FLORES (J.), JONES

- (R.). Rescue and serotypic characterisation of non-cultivable human rotavirus by gene assortment. *Infect. Immun.*, 1982, **37** : 104-109.
8. KALICA (A. R.), FLORES (J.), GREENBERG (H. B.). Identification of the rotaviral gene that codes for haemagglutination and protease-enhanced plaque formation. *Virology*, 1983, **125** : 194-205.
 9. KALICA (A. R.), SERENO (M. M.), WYATT (R. G.), MEBUS (C. A.), CHANOCK (R. M.), KAPIKIAN (A. Z.). Comparison of human and animal rotavirus strains by gel electrophoresis of viral RNA. *Virology*, 1978, **87** : 247-255.
 10. KILLEN (H. M.), DIMMOCK (N. J.). Identification of a neutralising specific antigen of a calf rotavirus. *J. gen. Virol.*, **62** : 297-311.
 11. LAEMMLI (U. K.). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature, London*, 1970, **227** : 680-685.
 12. McCRAE (M. A.), FAULKNER-VALLE (G. P.). Molecular biology of rotaviruses. I. Characterisation of basic growth parameters and patterns of macromolecular synthesis. *J. Virol.*, 1981, **39** : 490-496.
 13. McCRAE (M. A.), McCORQUODALE (J. G.). The molecular biology of rotaviruses U : Identification of the protein-coding assignments of calf rotavirus genome RNA species. *Virology*, 1982, **117** : 435-443.
 14. MASON (B. B.), GRAHAM (D. Y.), ESTES (M. K.). Biochemical mapping of simian rotavirus SA-11 genome. *J. Virol.*, 1983, **46** : 413-423.
 15. MATTHEWS (R. E. F.). Classification and nomenclature of viruses. Fourth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Basel, S. Karger.
 16. MORRISSEY (J. H.). Silver strains for proteins in polyacrylamide gels : A modified procedure with enhanced uniform sensitivity. *Anal. Biochem.*, 1981, **117** : 288-295.
 17. NOVO (E.), ESPERAZA (J.). Composition and topography of structural polypeptides of bovine rotavirus. *J. gen. Virol.*, 1981, **56** : 325-335.
 18. OJEH (C. K.), SNODGRASS (D. R.), HERRING (A. G.). Evidence for serotypic variation among bovine rotavirus. *Arch. Virol.*, 1984, **79** : 161-171.
 19. SHIRLEY (J. A.), BEARDS (G. M.), THOULESS (M. E.), FLEWETT (T. H.). The influence of divalent cations on stability of human rotavirus. *Arch. Virol.*, 1981, **33** : 17-21.
 20. SNODGRASS (D. R.), OJEH (C. K.), CAMPBELL (I.), HERRING (A. J.). Bovine rotavirus serotypes and their significance for immunisation. *J. Clin. Microbiol.*, 1984, **20** : 342-346.
 21. TODD (D.), McNULTY (M. S.). Characterisation of pig rotavirus RNA. *J. gen. Virol.*, 1976, **33** : 147-150.
 22. WOODE (G. N.), BRIDGER (J. C.), JONES (J. M.), FLEWETT (T. H.), BRYDEN (A. S.), DAVIES (H. A.), WHITE (G. B. B.). Morphology and antigenic relationship among viruses (rotaviruses) from acute gastroenteritis of children, calves, piglets, mice and foals. *Infect. Immun.*, 1976, **14** : 804-810.

La dermatophilose bovine au Shaba, Zaïre

A. HUART, L. ESSELEN, M. BAKIMA, K. J. DE WIT

Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi,
Service de Pratique Professionnelle, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

RÉSUMÉ

HUART (A.), ESSELEN (L.), BAKIMA (M.), DE WIT (K. J.). — La dermatophilose bovine au Shaba, Zaïre. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 411-417.

Les auteurs tentent de démontrer l'impact de différents facteurs épidémiologiques sur l'existence et l'extension de la dermatophilose bovine dans un ranch du Shaba, Zaïre.

Ils montrent également, dans le cas de ce ranch, comment les bovins de type Zébu (Brahman) et Afrikander semblent plus résistants à la maladie que les bovins de type Taurin (Limousin, Brune de Suisse).

Ils présentent ensuite les symptômes cliniques observés chez 388 malades du troupeau et montrent la gravité des différentes formes observées, soit à l'état simple, soit associées entre elles.

Enfin, ils préconisent des mesures de prophylaxie sanitaire, l'abattage des animaux incurables, l'isolement et le traitement à base de pénicilline-streptomycine des animaux gravement atteints.

Mots-clés : Dermatophilose - Bovins - Zaïre.

SUMMARY

HUART (A.), ESSELEN (L.), BAKIMA (M.), DE WIT (K. J.). — Bovine dermatophilosis in Shaba (Zaïre). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 411-417.

The authors attempt first to demonstrate the impact of some epidemiologic factors on the existence and the extension of the bovine dermatophilosis (*Dermatophilus congolensis*) in a zaïrean ranch (province of Shaba) whose management has been largely deficient since several years.

They also demonstrate, concerning this ranch, how the Zebu (brahman) and Afrikander cattle seems to be more resistant to the disease than the Taurin (Limousin and Brown Swiss) breeds.

The authors then present the symptoms observed on 388 animals suffering from dermatophilosis.

They also attempt to show the frequency of the different observed forms and the gravity of each of those forms or of their combinations.

At least, they recommend prophylactic hygienic measures, the slaughtering of the untreatable animals and the treatment of the hardly affected animals with a penicillin-streptomycin solution.

Key words : Dermatophilosis - Cattle - Zaïre.

INTRODUCTION

La dermatophilose, dont VAN SACE-GHEM a découvert en 1910 l'agent causal au Congo Belge, en l'occurrence *Dermatophilus congolensis*, est actuellement au Zaïre une maladie très répandue chez les bovins.

Dans un ranch de 14 000 bovins au Shaba (Zaïre), on trouve près de 45 p. 100 des animaux atteints par cette maladie et plus d'un millier devront être abattus car incurables (juillet 1983).

Les auteurs traitent d'abord d'un facteur important de l'épidémiologie, la race, et

ensuite de la fréquence et de la gravité des différentes formes rencontrées, puis des mesures préventives et curatives préconisées pour redresser la situation.

I. LA RACE, FACTEUR IMPORTANT DE L'ÉPIDÉMOLOGIE

Introduction

La dermatophilose due à *Dermatophilus congolensis* est une épidermite exsudative qui se traduit par la formation de croûtes provo-

quant une grave détérioration de la peau surtout chez les bovins mais aussi chez les ovins. Lorsqu'elle devient chronique, elle se traduit par une importante baisse de condition et, dans certains cas, par la mort (4).

Cette maladie est répandue dans le monde entier mais particulièrement dans les régions tropicales et intertropicales des continents australien et africain (4).

Lors d'une mission effectuée en juillet 1983 dans un ranch du Shaba (Zaïre), nous avons constaté que cette maladie représente et de loin le plus gros problème sanitaire de l'élevage.

Sur la base de l'examen clinique d'environ 600 animaux prélevés dans les divers secteurs géographiques de l'élevage, nous avons estimé que près de la moitié (45 p. 100) des animaux (14 000 têtes en juillet 1983) en sont atteints et que plus de mille d'entre eux sont incurables et devront être abattus.

Dans cet article, nous allons essayer de confronter nos observations à celles qui sont les plus souvent avancées dans la littérature concernant les facteurs épidémiologiques et plus particulièrement la race.

Historique de l'affection

La maladie est connue depuis longtemps dans cet élevage. En 1967, on parle déjà de la dermatophilose : les animaux atteints (moins de 1 p. 100) sont rapidement isolés et traités avec succès par des applications locales de teinture d'iode, alcool iodé ou solution de sulfate de cuivre (2). La maladie est toujours mentionnée au cours des années qui suivent mais reste à l'état tout à fait sporadique.

En 1980, elle se développe considérablement en raison du manque de soins, en particulier :

- arrêt des bains ixodiques, arrêt de l'administration de sels minéraux et de toute prophylaxie ;

- absence de contrôles, d'isolement et de soins des animaux malades.

Ces conditions ont permis à la dermatophilose, conjointement avec l'anaplasmose et la trypanosomose, de provoquer une baisse catastrophique de l'effectif du ranch qui est passé de 40 000 têtes en 1980 à 14 000 têtes en 1983.

En juillet 1983, 45 p. 100 des animaux sont donc atteints de cette affection. Devant la gravité de cette perte économique, un redressement était devenu indispensable.

Matériel et méthodes

Ce ranch se situe à une :

- longitude de 27° à 28° Sud,
- latitude de 9° à 10° Est,
- altitude moyenne de 1 700 m.

Sa superficie est de \pm 250 000 ha.

Son climat est de type AW₅ selon KÖPPEN (2).

La végétation est de type savane herbeuse pure à allure steppique ; selon les endroits, la strate arbustive est plus développée.

L'élevage est de type extensif pur ; les animaux sont conduits sur des pâturages naturels gérés par rotation et feux contrôlés. Ils reçoivent du sel (NaCl, sels calciques, oligoéléments) comme seul complément alimentaire.

Avant l'extension de la maladie, ils étaient baignés une fois par semaine et subissaient des traitements prophylactiques réguliers contre les verminoses et la trypanosomose et étaient vaccinés contre la brucellose et le charbon symptomatique.

Ces mesures prophylactiques ont été suspendues pendant plus de deux ans jusqu'en juin 1983 où elles ont repris à l'occasion de l'arrivée d'un nouveau directeur d'élevage.

Nous avons procédé à l'examen clinique concernant la dermatophilose sur environ 600 bovins provenant de toutes les régions du ranch et répartis dans les différentes classes d'âge. Nous avons examiné les animaux dans les couloirs de contention et noté le sexe, l'âge (marquage), la race (lorsqu'elle est définissable), les formes de l'atteinte (haute, basse, atypique, mixtes) ainsi que la gravité des lésions.

Le diagnostic clinique a été confirmé par la confection et l'examen d'environ 30 décalques, réalisés à partir de la face interne des croûtes arrachées. Après coloration au Giemsa, nous avons pu observer au microscope les formes filamenteuses et coccoïdes caractéristiques de *Dermatophilus congolensis* (4).

Nous avons aussi réalisé sur 200 bovins une prise de sang périphérique (extrémité de la queue) pour mesurer l'hématocrite et confectionner des frottis sanguins pour observer l'importance d'autres maladies telles que l'anaplasmose et la trypanosomose.

Résultats et discussion

Les animaux n'ont plus été baignés pendant deux ans et de nombreuses tiques ont été

observées. Ces faits ne sont certes pas à négliger dans l'extension de la maladie. En effet, toutes les causes mécaniques qui altèrent la surface de la peau la favorisent.

Les précipitations et l'humidité sont d'autres facteurs qui favorisent la dermatophilose (3, 4) : une nette recrudescence est observée dans ce ranch en saison des pluies, la maladie se stabilisant en saison sèche.

Concernant l'âge des animaux, nous n'avons pas observé de lésions chez les veaux (sevrage à 9 mois).

Les animaux les plus fréquemment atteints sont les adultes de plus de 3 ans. Les bouvillons et génisses de 1 à 3 ans sont moins souvent atteints mais présentent des lésions généralement plus graves.

Concernant la réceptivité de la maladie pour les différentes races, nos observations vont à l'encontre de ce qui est généralement décrit dans la littérature (4, 5).

Dans le tableau I, nous avons séparé les animaux en quatre catégories :

- les animaux indemnes de toute lésion,
- les animaux faiblement atteints dont les lésions sont bénignes et/ou débutantes,
- les animaux sérieusement atteints, nécessitant un traitement par voie générale,
- les animaux présentant des lésions incurables, avec décision d'abattage.

Ce tableau permet d'observer, sans parler des animaux croisés Zébu × Taurin dont l'échantillon est réduit, que les animaux de type taurin (Limousin, Brune de Suisse) sont plus souvent atteints : 67 p. 100 des taurins examinés.

Les animaux de race Afrikander viennent ensuite avec 47,3 p. 100.

Les animaux de type Zébu (Brahman) viennent enfin avec seulement 39 p. 100.

On observe le même classement concernant les animaux à abattre : 13 p. 100 des bovins de type taurin examinés ont été estimés incurables contre seulement 3,3 p. 100 pour les Afrikander et 2 p. 100 pour les Zébus.

II. FRÉQUENCE ET GRAVITÉ DES DIFFÉRENTES FORMES DE LA MALADIE

Matériel et méthodes

Nous avons procédé à l'examen individuel clinique, dans les couloirs de contention, de 388 bovins atteints de dermatophilose provenant de toutes les régions du ranch et répartis dans les différentes classes d'âge.

La race, l'âge, le sexe de l'animal, les différentes formes de l'atteinte (haute, basse, atypique, mixtes) ainsi que la gravité des lésions pour chacune de ces formes ont été notées.

Le diagnostic clinique a été confirmé par l'examen de décalques de croûtes arrachées (colorées au Giemsa). Nous avons effectué des frottis sanguins chez un certain nombre d'animaux gravement atteints afin d'en établir la formule leucocytaire (20 animaux).

Résultats et discussion

Les symptômes les plus précoces observés consistent en de petits nodules secs, non altérés, de quelques millimètres au niveau de la face inférieure de la queue et au niveau du périnée.

Les animaux très faiblement atteints ne présenteraient ces lésions.

Nous avons ensuite observé le symptôme typique dit en « pointe de pinceau ».

Viennent ensuite les lésions caractéristiques

TABLEAU N°1 - Impact de la maladie dans les différentes races

Race	Nombre d'animaux observés	Pourcentage d'animaux sains	Pourcentage d'animaux faiblement atteints	Pourcentage d'animaux sérieusement atteints	Pourcentage d'animaux incurables (à abattre)
Zebu (Brahman)	111	61	28	9	2
Taurins (Limousin Brune de Suisse)	295	33	30	24	13
Croisés (Zebu x Taurin)	33	66	14	10	10
Afrikander	180	52.7	31	13	3.3

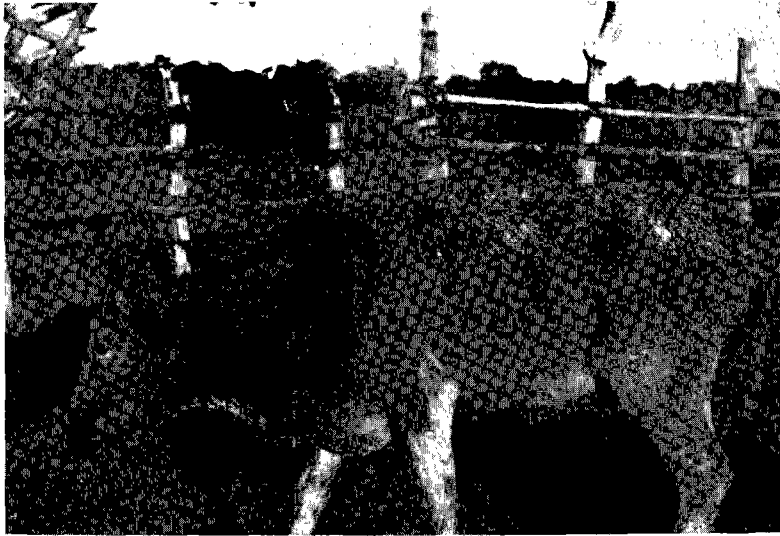


Photo 1. — Forme haute. Animal considéré comme étant à abattre.



Photo 2. — Forme basse. Animal considéré comme étant gravement atteint mais à traiter.

de croûtes concaves de 1 à 2 cm de diamètre isolées ou pouvant confluer.

Ces lésions se présentent surtout dans la forme haute chronique.

On distingue, chez les animaux malades,

trois localisations des lésions et ce, conformément à ce qui est décrit dans la littérature (3, 5) et que nous rappelons ci-après :

— forme haute : surtout sur les parties supérieures et latéropérieures du tronc, encolure, garrot, dos, croupe et côte ;

— forme basse : surtout aux extrémités distales des membres qui sont presque totalement couvertes de croûtes du pied jusqu'au boulet et remontent ensuite vers le genou ou le jarret ;

— forme atypique : se situe au niveau des régions glabres, principalement la région anale, vulvaire et au niveau de la tête, le pourtour des lèvres. Ces animaux présentent souvent au niveau de la marge anale et de la vulve de grosses formations bourgeonnantes compromettant totalement l'avenir de l'animal (reproduction, défécation).

Pour les animaux reconnus atteints et examinés (388), nous avons déterminé la (ou les) localisation, ainsi que la gravité pour chacune des formes.

Pour les formes, il s'agit des trois formes classiques et des formes mixtes.

Concernant la gravité, les animaux ont été divisés en trois catégories :

- lésions légères, débutantes, bénignes ;
- lésions sérieuses, graves, nécessitant un traitement par voie générale ;
- lésions incurables nécessitant l'abattage des animaux.

Les tableaux II et III regroupent nos observations.



Photo 3. — Formes haute et basse
pratiquement guéries.

TABLEAU N°II - Répartition des cas observés chez les animaux malades

Gravité Forme	Lésions débutantes	Lésions sérieuses	Lésions incurables	Total examinés
Haute	161	80	6	247
Basse	3	2	2	7
Atypique	2	2	12	16
Haute + Basse	19	34	17*1	70
Haute + Atypique	3	4	17*2	24
Basse + Atypique	0	1	1	2
Haute + Basse + Atypique	1	3	18*2	22

TABLEAU N° III-Pourcentage de fréquence pour chaque forme et gravité de ces formes

Formes	H.	B.	A.	H + B	H + A	B + A	H + B + A
Nombre de cas atteints (pour chaque forme)	247	7	16	70	24	2	22
Pourcentage des cas atteints pour chaque forme (p.100)	64	2	4	18	6	0,5	5,5
Total des cas atteints							
Nombre de cas à abattre (pour chaque forme)	6	2	12	17	17	1	18
Pourcentage du nombre de cas à abattre							
Nombre de cas atteints (pour chaque forme) (p.100)	2,4	28	75	24*1	70*2	50	82*2

*1 : l'abattage étant déterminé essentiellement par la forme basse.

*2 : l'abattage étant déterminé essentiellement par la forme atypique.

Ces deux tableaux nous permettent d'observer que :

1. La forme haute est de loin la plus fréquente : 64 p. 100 du total des cas observés et atteints présentent la forme haute uniquement. Elle est aussi la moins grave.

2. La forme basse est peu fréquente seule : 2 p. 100 des cas ; on la trouve plus souvent associée à la forme haute : 18 p. 100 pour l'association de ces deux formes. Elle est plus grave que la forme haute car environ 25 p. 100 des animaux présentant la forme basse sont incurables, les lésions étant à ce point importantes que toute locomotion et donc nutrition sont devenues très problématiques.

Dans l'association, c'est donc presque toujours la forme basse qui détermine la gravité des lésions.

3. La forme atypique se rencontre seule, associée à la forme haute ou associée aux formes haute et basse en même temps ; elle est rarement associée à la forme basse seule. Dans tous les cas, elle se traduit par un grand pourcentage d'animaux atteints à abattre (70 à 80 p. 100).

Lorsque la forme atypique est présente avec une autre forme, c'est en général elle qui détermine l'abattage de l'animal en raison de la présence dans la région anovulvaire de volumineux « granulomes » inguérissables et entravant la reproduction.

D'autre part, l'examen des frottis sanguins réalisés chez les animaux gravement atteints met en évidence une formule leucocytaire comme suit :

25 p. 100 de neutrophiles,
6 p. 100 de lymphocytes,
4 p. 100 d'éosinophiles,
65 p. 100 de monocytes.

Ceci met bien en évidence l'aspect chronique de l'affection.

III. MESURES PRÉVENTIVES ET CURATIVES PRÉCONISÉES POUR REDRESSER LA SITUATION

Suite à notre mission effectuée en juillet 1983 dans cet élevage, nous avons proposé les mesures suivantes pour réduire l'impact de la maladie :

1. Abattre tous les animaux incurables. Il s'agissait pour la plupart d'animaux atteints à

la fois des trois formes de dermatophilose, haute, basse et atypique. C'est la forme atypique qui détermine le plus souvent l'abattage.

Tous ces animaux incurables présentaient en outre une cachexie extrême rendant illusoire toute rentabilité ;

2. Isoler les animaux gravement atteints mais susceptibles de guérir dans un seul poste de l'élevage, si possible le plus excentrique, car ce sont les plus contagieux. Ce poste comportera un bain avec une solution ixodicide efficace pour l'usage exclusif de ces animaux.

On y enverra, en outre, tous les cas sérieux nouvellement observés ;

3. Renouveler les solutions ixodicides de tous les bains et baigner régulièrement les animaux pour éliminer les tiques et ainsi la porte d'entrée que leurs piqûres constituent pour *Dermatophilus congolensis* ;

4. Administrer des sels minéraux, restaurer les traitements préventifs contre la trypanosomose et les verminoses afin de rendre le bétail plus résistant ;

5. Traiter tous les animaux atteints de l'élevage, c'est-à-dire les gravement atteints et isoler ceux qui sont faiblement atteints et restent dans les troupeaux.

Suivant les disponibilités locales, nous avons préconisé :

1. d'administrer à ces animaux 4.10⁶ unités de pénicilline associées à 5 g de streptomycine en injection intramusculaire une fois par jour pendant 3 à 5 jours ;

2. de renouveler ce traitement après trois semaines ;

3. un mois après ce second traitement, d'éliminer les animaux encore atteints ;

4. d'appliquer conjointement le traitement local suivant : alcool iodé ou de la teinture d'iode ou une solution de formol à 5 p. 100 (2).

Lorsque ces mesures auront permis de juguler la maladie, il suffira d'isoler tout animal nouvellement atteint et d'appliquer un traitement local.

Nous sommes retournés en mission dans cet élevage en juillet 1984 et nous avons constaté que nos conseils ont été suivis dans une large mesure.

Nous n'avons plus observé qu'une dizaine d'animaux incurables et environ 90 animaux gravement atteints, et ce sur un effectif total qui a légèrement augmenté depuis un an.

CONCLUSION

Nous avons pu observer que la pluviosité, les lésions de la peau provoquées par les tiques ou les épineux, le manque de bains ixodiques, de sels minéraux, de toute prophylaxie, soit d'une manière générale le manque permanent de soins qu'a connu ce ranch au Shaba a permis un développement et une extension catastrophique de la dermatophilose au point que 45 p. 100 des 14 000 bovins en étaient atteints en juillet 1983.

Dans ces conditions, cette affection est une maladie très grave qui conduit de nombreux animaux à la cachexie et à la mort.

Le cas exceptionnel de ce ranch nous a permis de confronter nos observations aux données les plus souvent avancées dans la littérature concernant l'épidémiologie de cette maladie et notamment le facteur de la race.

Ainsi nous avons pu constater que les animaux de type Zébu (Brahman) et Afrikander sont plus résistants à la maladie que les animaux de type Taurin.

Ces derniers présentent en outre les lésions les plus graves pouvant déterminer l'abattage de l'animal.

Si 45 p. 100 des 14 000 bovins souffraient de cette maladie, c'est toutefois la forme de l'atteinte qui en détermine la gravité.

Ainsi, la forme haute est la plus fréquente mais est beaucoup moins grave que les formes basse et atypique. 70 p. 100 des animaux atteints de cette dernière sont incurables.

Les mesures de prophylaxie et de traitements que nous avons préconisées ont porté leurs fruits car, un an plus tard, on ne comptait plus qu'un nombre minime de cas.

RESUMEN

HUART (A.), ESSELEN (L.), BAKIMA (M.), DE WIT (K. J.). — La dermatofilirosis bovina en Shaba, Zaire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (4) : 411-417.

Los autores intentan demostrar la influencia de diferentes factores epidemiológicos sobre la existencia y la extensión de la dermatofilirosis bovina en un rancho de Shaba, Zaire.

Muestran también, en lo concerniendo a este rancho, como son más resistentes a la enfermedad los bovinos de tipo Cebú (Brahman) y Afrikander que los bovinos taurinos (Lemosin, Parda de Suiza).

Notan después los síntomas clínicos observados en 388 enfermos del rebaño e indican la gravedad de cada una de formas observadas, sea simples sea asociadas entre ellas.

Preconizan medidas de profilaxia sanitaria, la matanza de los animales incurables, el aislamiento y el tratamiento a base de penicilina-estreptomocina de los animales gravemente enfermos.

Palabras claves : Dermatofilirosis - Bovinos - Zaire.

BIBLIOGRAPHIE

- HALL (H. T. B.). Diseases and parasites of livestock in the tropics. *Intermediate Tropical Agricultural Series*, 1977 : 91-92.
- LUX. Archives d'élevage sur l'état sanitaire du bétail. Ranch des Kundelungu. 1967.
- MEMERY (G.). La streptothricose cutanée. III. Bactériologie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, **14** (2) : 143-146.
- MEMERY (G.) et THIERY (G.). La streptothricose cutanée. I. Etude de la maladie naturelle et expérimentale des bovins. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1960, **13** (2-3) : 123-142.
- MORTELMANS (J.). Les maladies tropicales des animaux domestiques. Maladies tropicales spéciales causées par des bactéries ou des mycoplasmes. Anvers, Institut de Médecine Tropicale, 1982 : 21-26.
- MUKE (M.). Contribution à l'étude des méthodes de contrôle des tiques et de la dermatophilose chez les bovins (Bandundu-Zaire). Mémoire de fin d'études. UNAZA, 1980 : 80-82.
- PELETON (H. R.). La dermatophilose cutanée bovine dans le Sud-Est de la République du Tchad. Essais de traitement à l'aide d'une injection unique d'antibiotiques. Essais de vaccination sur le terrain. Thèse Doct. vét. Toulouse. 1975. n° 19 : 5-18.
- SINGH (B. B.), MBUYA (M.). Note sur la dermatophilose au ranch de Katongola au Shaba, Zaire. *Fréquence-Traitement. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1981, **34** (1) : 15-17.
- THIERY (G.), MEMERY (G.). La streptothricose cutanée. IV. Etiologie-Traitement-Prophylaxie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, **14** (4) : 413-427.
- TOBBACK (L.). Les maladies du bétail au Congo belge. 2^e éd. Bruxelles, 1951 : 86-88.

A serological survey of sheep sera for antibodies to *Pasteurella haemolytica* serotypes in the Sudan

by A. M. HUSSEIN and O. ELSAWI MOHAMED

Veterinary Research Administration, P.O. Box 8067, Elamarat, Khartoum, Sudan.

RÉSUMÉ

HUSSEIN (A. M.), ELSAWI MOHAMED (O.). — Enquête sérologique pour la recherche des anticorps dirigés contre différents sérotypes de *Pasteurella haemolytica* dans les sérums de moutons au Soudan. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 418-421.

Quatre cents échantillons de sérums de moutons collectés dans la région d'Omdurman et d'Elobeid au Soudan ont été analysés à la dilution de 1/100 pour la recherche des anticorps contre 14 sérotypes connus de *P. haemolytica*, au moyen du test d'hémagglutination passive (HAP).

Les résultats ont été positifs pour tous les sérotypes examinés et ont montré un plus grand nombre de biotypes A par rapport au biotype T.

Le plus fréquent était le type A₂ (17 p. 100), le plus rare le type A₁₁ (8,0 p. 100) ; la fréquence des autres sérotypes étant intermédiaire.

Les résultats confirment la présence des sérotypes de *P. haemolytica* dans les 2 régions concernées, ce qui nécessite la production d'un vaccin polyvalent pour protéger les animaux contre d'éventuels foyers de pasteurellose.

Mots-clés : Pasteurellose - *Pasteurella haemolytica* - Sérotypes - Mouton - Soudan.

SUMMARY

HUSSEIN (A. M.), ELSAWI MOHAMED (O.). — A serological survey of sheep sera for antibodies to *Pasteurella haemolytica* serotypes in the Sudan. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 418-421.

400 sheep serum samples, collected from Omdurman and Elobeid areas of the Sudan, were screened at 1/100 dilution for antibodies against 14 known serotypes of *P. haemolytica*, using the IHT. The results have shown positive sera to all serotypes tested, and an abundance of *P. haemolytica* biotype A over biotype T. The most prevalent serotype was A₂ (17.0 p. 100) and the least prevalent was A₁₁ (8.0 p. 100) while the other serotypes prevail in frequencies between A₂ and A₁₁. The results confirm the presence of *P. haemolytica* serotypes in those areas, which necessitates production of a multivalent vaccine to protect animals from future outbreaks of the disease.

Key words : Pasteurellose - *Pasteurella haemolytica* - Serotypes - Sheep - Sudan.

INTRODUCTION

The subdivision of *Pasteurella haemolytica*, the causative organism of ovine pasteurellosis, into several distinct serotypes was achieved by the agglutination reaction between bovine red blood cells sensitized with soluble coat antigens from *P. haemolytica* and antisera raised in rabbits against selected strains (4). Fifteen serotypes are now recognized and these can be divided into two biotypes, A and T (13, 8). Clinically, biotype A strains are predominantly

associated with enzootic pneumonia in sheep of all ages, and with septicaemia in young lambs while biotype T strains are associated with septicaemic pasteurellosis of older sheep (9). Serotypes 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 and 14 belong to biotype A, and serotypes 3, 4, 10 and 15 to biotype T. Serologically untypable strains could also exist (1).

In the Sudan, infection caused by *P. haemolytica* has gained importance recently as the disease led to marked mortality in sheep kept in some confined farms. Only six serotypes of

P. haemolytica (A₂, A₅, A₆, A₈, A₉ and T₃) have been isolated and identified (15) and that was confirmed serologically in sheep from suspected areas (11). It is not unlikely that all the serotypes of *P. haemolytica* are present in the Sudan since they have been isolated and identified in Kenya (12), and in Ethiopia (13), and both countries have open borders with the Sudan. This communication reports the prevalence of *P. haemolytica* serotypes in some susceptible areas of the Sudan by screening sheep sera against all known serotypes using the indirect haemagglutination test (IHT).

MATERIALS AND METHODS

Materials

(1) 0.3 p. 100 neutral formalin in phosphate buffered saline (FPBS) at pH 7.0.

(2) Ox red blood cells (RBC'S) are freshly collected in Alsever's solution. They are washed three times in FPBS and made up to 5 p. 100 concentration.

(3) *P. haemolytica* serotypes A₁, A₂, A₅, A₆, A₇, A₈, A₉, A₁₁, A₁₂, A₁₃, A₁₄, and serotypes T₃, T₄, and T₁₀. Each serotype is grown overnight at 37° in nutrient broth and sub-cultured on blood agar to check for purity and to maintain the strain.

(4) Collection of serum : blood was collected from 400 adult sheep living in different localities in Omdurman and Elobeid areas of the Sudan. After separation from blood, the serum sample of each animal was transferred into a sterile bijoux bottle and stored at - 18° until tested.

Methods

(IHT) was performed in microtiter plates (Nunclon, Denmark). A method modified from BIBERSTEIN (5) was used.

Broth culture of each *P. haemolytica* serotype was heated at 56° for 15 min to kill viable organisms. Ox RBC's were added to give a concentration of 0.5 p. 100 and incubated at 37° for 10 min to sensitize the RBC's. The culture was then washed three times in FPBS to remove excess antigen and made up to the original volume. Sera were diluted 1 : 100 in FPBS and transferred in volumes of 0.025 ml into the microtiter plates. To one volume of

diluted serum an equal volume of sensitized cells was added and allowed to stand for 2 h at room temperature. Haemagglutination indicates a positive reaction.

Control tests in which sensitized and un-sensitized RBC's were added to a positive serum, as described above, were run in parallel with the test.

Interpretation of results

(IHT) was performed on 400 sheep serum samples, and each sample was screened for antibodies against the 14 serotypes of *P. haemolytica*. Samples showing haemagglutination at titres of 1 : 100 were considered positive according to BIBERSTEIN (4). Positive samples for every serotype were expressed as a percentage of the total number tested.

RESULTS

All 14 serotypes tested had shown positive haemagglutination reactions with a number of sera (Table I). But however, variations existed in the prevalence of different strains. Generally, more sheep were carrying antibodies to serotypes belonging to A biotype ; samples showing positive haemagglutination reactions to A biotype constitute about 79.6 p. 100 of the total number of positive samples while those carrying antibodies to T biotype were only 20.4 p. 100. The variations in the prevalence of the different serotypes range from 17.0 p. 100 to 8.0 p. 100. Serotypes A₁, A₂, A₆ and A₁₂ were the most prevalent while serotypes A₅, A₇, A₁₁ and T₁₀ were the least prevalent. It also appears from the results that some serum samples had shown positive reactions to more than one *P. haemolytica* serotype. Only serotype T₁₅ was not included in this study.

DISCUSSION

The results indicate that all *P. haemolytica* serotypes tested were present in the Sudan. The serological typing of *P. haemolytica* is concerned entirely with soluble surface antigens, which are supposed to be highly specific

TABLE N°1 - Prevalence of the different serotypes of *P. haemolytica* in Omdurman and Elobeid areas of the Sudan

<i>P. haemolytica</i> serotype	N° tested	N° positive	N° negative	Prevalence (percentage positive) p.100
A ₁	400	58	342	14,5
A ₂	400	68	332	17,0
A ₅	400	35	365	8,7
A ₆	400	62	338	15,5
A ₇	400	40	360	10,0
A ₈	400	54	346	13,5
A ₉	400	44	356	11,0
A ₁₁	400	32	368	8,0
A ₁₂	400	56	344	14,0
A ₁₃	400	44	356	11,0
A ₁₄	400	51	349	12,7
T ₃	400	51	349	12,7
T ₄	400	46	354	11,5
T ₁₀	400	42	358	10,5

(4). The (IHT) procedure, in one of its several modifications, is usually employed in serotyping the strains (5). Occasionally, some strains were found to give low-titre cross-reactions with the typing antisera of other serotypes (2). Such cross-reactivity between strains is more obvious when the indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) is used (7). ELISA is more sensitive than IHT and it consequently demonstrated common antigenic relationships between strains which were not apparent by IHT (6). This may set typing of *P. haemolytica* serotypes by IHT questionable. But this fact may remain invalid as cross-protection between *P. haemolytica* serotypes did not occur (10) and toxicity of the serotype is neutralized more effectively by a serotype specific antiserum rather than a heterogeneous antiserum (14).

The test employed in this report is according to the standards of BIBERSTEIN (4) in which haemagglutination at a serum dilution of

1 : 100 is considered positive (5). At this dilution, non-specific agglutination reactions are minimized. In other similar standards, positive sera were usually screened for *P. haemolytica* serotypes at a dilution of 1 : 50 (3), which is lower than the dilution used in this study. The highest prevalent serotype in this study is A₂ (17 p. 100) and the least prevalent is A₁₁ (8.0 p. 100) while the other serotypes prevail in frequencies between 17.0 p. 100 and 8.0 p. 100. The serum samples were collected from sheep living in different localities within one area and from other nomadic sheep known to be moving continuously from one place to another. The results therefore reflected the occurrence of a wide range of serotypes. The results have also shown an abundance of biotype A over biotype T, this could be interpreted that sheep pneumonia and lamb septicaemia are encountered in those areas more often than the classical septicaemic pasteurellosis of adult sheep (5). But con-

cerning the epidemiology of the disease the result has confirmed the occurrence of 14 serotypes of *P. haemolytica* and a multivalent vaccine is needed to protect sheep and lambs from future outbreaks of the disease.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Dr. J. Fraser of Moredun institute, Edinburgh for providing *P. haemolytica* serotypes.

RESUMEN

HUSSEIN (A. M.), ELSAWI MOHAMED (O.). — Encuesta serologica para la búsqueda de anticuerpos contra diferentes serotipos de *Pasteurella haemolytica* en los sueros de carneros en Sudan. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 418-421.

Se analizaron con la dilución 1/100 400 muestras de suero de carneros recogidas en la región de Ondurman y de Elobeid en Sudan para la búsqueda de anticuerpos contra 14 serotipos conocidos de *P. haemolytica* por medio de la prueba de hemaglutinación pasiva (HAP).

Los resultados fueron positivos en todos los serotipos

examinados y mostraron un número de biotipos A mayor que el de biotipo T. Era el tipo A₂ (17 p. 100) el más frecuente y el tipo A₁₁ (8 p. 100) el más escaso : siendo intermedia la frecuencia de los demás serotipos.

Los resultados confirman la presencia de serotipos de *P. haemolytica* en ambas regiones, lo que necesita la producción de una vacuna polivalente para proteger los animales de focos posibles de pasteurelisis.

Palabras claves : Pasteurelisis - *Pasteurella haemolytica* - Serotipos - Carneros - Sudan.

REFERENCES

1. ARSLEFF (B.), BIBERSTEIN (E. L.), SHREEVE (B. J.), THOMPSON (D. A.). A study of untypable strains of *P. haemolytica*. *J. comp. Path.*, 1970, 80 : 493-498.
2. BIBERSTEIN (E. L.). Cross-reactions between types of *P. haemolytica*. *Cornell Vet.*, 1965, 55 : 495-499.
3. BIBERSTEIN (E. L.). Biotyping and serotyping of *P. haemolytica*. In : BERGAN (T.), NORRIS (J. R.). *Methods in microbiology*. London. Academic Press, 1978, 10 : 253.
4. BIBERSTEIN (E. L.), GILLS (M. G.), KNIGHT (H.). Serological types of *P. haemolytica*. *Cornell Vet.*, 1960, 50 : 283-300.
5. BIBERSTEIN (E. L.), THOMPSON (D. A.). Epidemiological studies on *P. haemolytica* in sheep. *J. comp. Path.*, 1966, 76 : 83-94.
6. BURRELLS (C.), EVANS (H. B.), DAWSON (A. M.). Antigenic relationships between the serotypes of *P. haemolytica* demonstrable by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Vet. Microbiol.*, 1983, 8 : 187-198.
7. DONACHE (W.), BURRELLS (C.), DAWSON (A. M.). Specificity of (ELISA) for antibodies in the sera of specific pathogen-free lambs vaccinated with *P. haemolytica* antigens. *Vet. Microbiol.*, 1983, 8 : 199-205.
8. FRASER (J.), LAIRD (S.), GILMOUR (N. J. L.). A new serotype (Biotype T) of *P. haemolytica*. *Res. vet. Sci.*, 1982, 32 (1) : 127-128.
9. GILMOUR (N. J. L.). Pasteurellosis in sheep. *Vet. Rec.*, 1978, 102 : 100-102.
10. GILMOUR (N. J. L.), MARTIN (W. B.), SHARP (J. M.), THOMPSON (D. A.), WELIS (P. W.). The development of vaccines against pneumonic pasteurellosis in sheep. *Vet. Rec.*, 1979, 104 (1) : 15.
11. MOHAMED ELSAWI (O.), HUSSEIN (A. M.). Presence of *P. haemolytica* antibodies in sera of apparently healthy Sudanese sheep. *Sudan J. vet. Res.*, 1981, 3 : 11-14.
12. MWANGOTA (A. U.). Serological types of *P. haemolytica* in Kenya. M. Sc. Thesis, University of Nairobi, Kenya, 1975.
13. PEGRAM (R. G.), ROEDER (P. L.), SCOTT (J. M.). Two new serotypes of *P. haemolytica* from sheep in Ethiopia. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1979, 11 : 29-30.
14. SHEWEN (P. E.), WILKIE (B. N.). *P. haemolytica* cytotoxin : production by recognized serotypes and neutralization by type-specific rabbit antisera. *Am. J. vet. Res.*, 1983, 44 (4) : 715-719.
15. SHIGIDI (M. T. A.). The occurrence of *P. haemolytica* in the nasopharynx of healthy sheep in the Sudan. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1976, 17 (1) : 9-11.

Infectious necrotic hepatitis (*black disease*) among Sudanese sheep

par M. T. ABU-SAMRA (1), S. M. EL SANOUSI (2), S. O. IDRIS (1),
H. O. BAGADI (3), I.S.A. SALAM (3), B. H. ALI (1), B. E. MUSA (4)

- (1) Department of Medicine, Pharmacology and Toxicology.
(2) Department of Microbiology and Parasitology.
(3) Department of Preventive Medicine.
(4) Department of Surgery, Obstetrics and Gynaecology, Faculty of Veterinary Science, University of Khartoum, Sudan.

RÉSUMÉ

ABU-SAMRA (M. T.), EL SANOUSI (S. M.), IDRIS (S. O.), BAGADI (H. O.), SALAM (I. S. A.), ALI (B. H.), MUSA (B. E.). — Hépatite infectieuse nécrosante (*black disease*) chez des moutons soudanais. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 422-429.

Dans un troupeau de 75 moutons du désert de la province de Khartoum, 12 animaux ont subitement trouvé la mort sans symptômes cliniques évidents. A l'autopsie, les vaisseaux sanguins sous-cutanés étaient congestionnés avec des pétéchies et de grandes quantités de scrosité mêlée de sang dans le péricarde, la plèvre et le péritoine. Le foie était foncé, congestionné et montrait des zones nécrosées de 0,5 à 3,5 cm de diamètre, entourées d'une zone d'hyperhémie. Des douves (*Fasciola gigantica*) adultes ont été trouvées dans le foie de tous les moutons morts, et 5 d'entre eux étaient porteurs de kystes de *Cysticercus tenuicollis*. Les foies révélaient une nécrose sévère et des changements histopathologiques intenses.

L'analyse bactériologique des zones nécrosées a également révélé la présence de *Clostridium novyi* type B chez tous les moutons morts. Enfin, sur 10 organes, *Clostridium sordelli* a été isolé et cette bactérie était hautement pathogène et toxique pour le lapin et le cobaye, dont elle a provoqué la mort rapide avec des changements histopathologiques sévères.

Mots-clés : Hépatite infectieuse nécrosante - Moutons - Soudan.

SUMMARY

ABU-SAMRA (M. T.), EL SANOUSI (S. M.), IDRIS (S. O.), BAGADI (H. O.), SALAM (I. S. A.), ALI (B. H.), MUSA (B. E.). — Infectious necrotic hepatitis (*black disease*) among Sudanese sheep. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 422-429.

In a flock of 75 desert sheep in Khartoum Province, 12 animals died suddenly showing no clinical signs. On post-mortem, the subcutaneous blood vessels were engorged and showed petechial haemorrhages, and there were large volumes of blood-stained serous fluid in the pericardial, pleural and peritoneal cavities. The livers were dark, congested and had yellow necrotic areas of 0.5-3.5 cm in diameter, surrounded by a zone of hyperaemia. Adult *Fasciola gigantica* were found in the livers of all dead sheep and in five of them *Cysticercus tenuicollis* cysts were found attached to the liver which showed severe necrotic and marked histopathological changes. Bacteriological examination of the liver necrotic areas revealed the presence of *Clostridium novyi* type B in all the dead sheep, and in ten of them *C. sordelli* was also isolated. The strains of *C. novyi* isolated was highly pathogenic and toxigenic to rabbits and guinea pigs in which they produced rapid death and severe histopathological changes.

Key words : Infectious necrotic hepatitis - Sheep - Sudan.

I. INTRODUCTION

Infectious necrotic hepatitis (black disease) is an acute toxæmic disease of sheep and cattle and rarely pigs. The disease is caused by the alpha toxin of *Clostridium novyi* (*oedema-*

tiens) type B, in necrotic anoxic liver tissue (3).

DODD (9, 10) reported that infection of animals with liver flukes is necessary for the production of the disease, and ALBISTON (1927) suggested that the disease is caused by a bacterium. However, the association of the

bacterium *C. novyi* type B and the liver fluke *Fasciola hepatica* in the causation of the disease was established by TURNER (17), JAMIESON (15) and BAGADI and SEWELL (4).

In Africa, there has been only one report of the disease in Mali (8) and in the Sudan no publication on black disease in sheep was encountered (2). However, the occurrence of liver fascioliasis and cysticercosis in sheep in the Sudan were reported since 1947 and 1955, respectively (2, 12).

This paper describes an outbreak of asymptomatic sudden deaths among Sudanese desert sheep. The investigations conducted are herein described.

II. MATERIALS AND METHODS

2.1. History

The outbreak occurred among 67 male and 8 female desert sheep in Halfaya area (Khartoum Province). The sheep were 3-4 years old. The owner reported that, over a period of two days, ten male and two female sheep were found dead over night without clinical signs.

Blood films were stained with polychrome methylene blue and anthrax was excluded. The carcasses were opened and subjected to a thorough post-mortem examination. The whole livers of the dead sheep were removed, kept in sterile polythene bags and immediately transported in an ice box to the laboratory.

2.2. Laboratory investigations

The following investigations were carried out in the livers of the dead sheep.

2.2.1. Bacteriological examination

Impression smears were made from freshly cut surfaces of the necrotic areas fixed with heat and stained with Gram's technique.

Freshly prepared cooked meat medium was inoculated with a portion of the necrotic liver and incubated at 37 °C for 48 hours. Another portion was streaked onto freshly prepared 10 p. 100 sheep blood agar to which cysteine hydrochloride was added to a final concentration of 0.05 p. 100. The plates were then incubated in BTL jars in an atmosphere of

hydrogen and carbon dioxide, generated by a gas generating kit (Oxoid Ltd., London).

After checking for purity through several subcultures, two types of colonies were recognized on the blood agar and were designated A and B. They were further subcultured on sheep blood agar prepared as described above and were incubated anaerobically.

The isolated organisms were tested for their ability to ferment arabinose, glucose, inositol, inulin, lactose, maltose, manitol, raffinose, rhamnose, salicin, sorbitol, sucrose, trehalose and xylose. The isolates were also tested for their ability to release ammonia from urea, produce indole and hydrogen sulphide and reduce nitrates to nitrites. They were also tested for their proteolytic activity on cooked meat medium, gelatin liquefaction and digestion of litmus milk. The isolates were also tested for lecithinase activity in half-antitoxin-egg yolk-lactose medium (20). The inhibition of lecithinase activity was also tested by the addition of a mixture of antisera of *Cl. perfringens* type A and *Cl. novyi* type A. The lipase activity of the isolates was demonstrated by the presence or absence of a pearly layer (Nagler's reaction).

2.2.2. Pathogenicity and toxigenicity of the isolates to laboratory animals

Five rabbits and four guinea pigs were used for each isolate.

The isolates were each suspended in phosphate buffered saline to give a concentration of 10⁶ organisms/ml. Cell-free filtrates of each isolate in cooked meat medium was prepared by centrifugation of cultures at 4 000 r.p.m. for 15 minutes at 4 °C and then passing it through a millipore filter (0.22 μ).

One rabbit was inoculated intravenously with 0.5 ml of the above suspension. The second rabbit was inoculated intramuscularly with a similar dose of the suspension to which 0.2 ml of a 5 p. 100 sterile calcium chloride was added. The third rabbit was inoculated intravenously with 1 ml of cell free filtrates. The fourth and fifth rabbits were used as controls.

One guinea pig was inoculated intramuscularly with 0.5 ml of the suspension to which 0.2 ml of 5 p. 100 sterile calcium chloride was added. The second guinea pig was inoculated intradermally with 0.1 ml of the cell-free

filtrate to test for dermonecrotic reactions. The third and fourth guinea pigs were used as controls.

The inoculated rabbits and guinea pigs were observed closely. Dead animals were subjected to a thorough postmortem examination, and necropsy specimens were subjected to bacteriological and histopathological examination.

2.2.3. *Parasitological examination*

The livers of dead sheep were examined for the presence of parasites which were isolated and identified.

2.2.4. *Histopathological examination*

Necropsy specimens from the livers of all dead sheep and different organs from the experimentally inoculated laboratory animals were fixed in 10 p. 100 formol saline, embedded in wax, cut at 5 μm and stained with Haematoxylin and Eosin and Gram's stain.

2.2.5. *Vaccination*

The remaining 63 sheep were vaccinated with Heptavac vaccine (Hoechst Pharmaceuticals UK Ltd., England), using a Phillips automatic vaccinator (N.J. Phillips PTY Ltd., Australia). Each sheep was inoculated subcutaneously on the side of the neck with 2 ml of the vaccine.

III. RESULTS

3.1. *Postmortem findings*

All dead sheep showed engorgement and petechial haemorrhages of the subcutaneous blood vessels. Blood stained serous fluid was present in abnormally large amounts in the pericardial, thoracic and peritoneal cavities. The liver was dark and congested and showed on its diaphragmatic surface, yellow necrotic areas about 0.5-3.5 cm in diameter. Those necrotic areas were surrounded by a zone of hyperaemia. The liver showed migratory tracts of liver flukes and the bile ducts were fibrosed. In eight sheep the gall bladder was distended and in five sheep parasitic cysts were seen attached to the liver. In nine sheep the duodenal mucosa showed patchy areas of congestion and the parietal surface of the

peritoneum on the rumen, reticulum and omasum was slightly congested. No other significant macroscopical changes were observed.

3.2. *Laboratory investigations*

3.2.1. *Bacteriological findings*

Gram's stains revealed gram-positive rods, $0.8 \times 5 \mu\text{m}$ occurring singly (Photo 1), in pairs and rarely in short chains. The spores were ovoid and placed subterminally but were occasionally placed centrally.

On blood agar, colonies (A) were small and lozenge-shaped. Their long axis was following the direction of streaking. The colonies were raised with ridged crenated and tentacular margins and with a great tendency for swarming. They were initially transparent, but on aging became opaque and yellowish. The colonies were surrounded with a narrow zone of haemolysis. On egg yolk agar, the colonies were small to medium in size with slightly raised rough or amoeboid edges and were surrounded by a wide zone of opalescence without luster. Culture of colonies (A) on half-antitoxin gave opalescence which was inhibited by anti-sera.

Acid and gas was produced from glucose. Arabinose and raffinose were weakly fermented. The organism (A) did not ferment inositol, inulin, lactose, maltose, manitol, rhamnose, salicin, sorbitol, sucrose, trehalose or xylose. Ammonia was not released. Indole and hydrogen sulphide were produced and nitrates were reduced to nitrites. The organism (A) was lipase negative. It was proteolytic to cooked meat medium. It liquified gelatin and curdled, digested and blackened litmus milk.

On blood agar, colonies (B) were 2-6 mm in diameter. They were flat, swarming, fluffy, feather-like, thin and difficult to see. The presence of the colonies was betrayed by the marked haemolysis beneath the filmy delicate growth. There was complete haemolysis beneath the colonies and 1-2 mm around them. This zone of haemolysis was again surrounded by an intense cherry-red zone of 4 mm in width. On egg yolk agar, the colonies were small, irregular, transparent and produced a wide regular and sharply defined zone of precipitation beneath and beyond the colonies without a pearly layer. The antitoxin did not inhibit this opalescence.

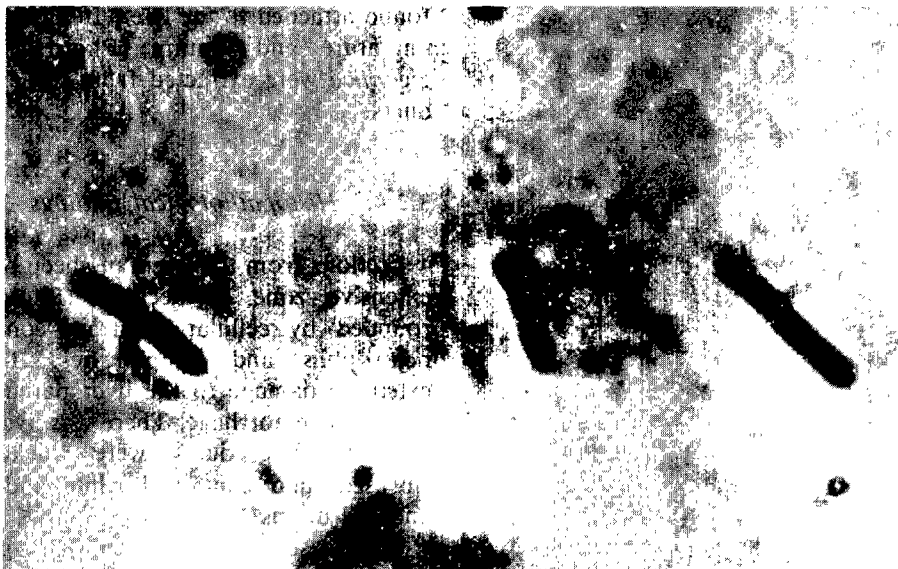


Fig. 1. — Gram positive rods in impression smears from the necrotic areas of the livers of sheep. Gram's stain $\times 1000$.

Acid and gas was produced in glucose and trehalose. Inositol was invariably fermented, while maltose, salicin and xylose were weakly fermented. The organism (B) did not ferment arabinose, inulin, lactose, manitol, raffinose, rhamnose, sorbitol and sucrose. Ammonia was not released. Indole and hydrogen sulphide were not produced and nitrates were not reduced. The organism (B) was not proteolytic to cooked meat medium. It liquified gelatin and produced acid without curdling in litmus milk.

Colonies of isolate (A) were identified as *Clostridium sordellii* while colonies of isolate (B) were identified as *Clostridium novyi* type B. Identification was in accordance to COWAN and STEEL (7) and STERNE and BATTY (16).

Clostridium sordellii and *C. novyi* type B were isolated from the necrotic areas in the livers of ten and twelve sheep, respectively.

3.2.2. Pathogenicity and toxigenicity of the isolates to laboratory animals

Only the rabbit which was inoculated intravenously with the suspension of *Cl. sordellii* died 72 hours post-inoculation. No dermonecrotic reactions were produced in the skin of the guinea pig.

The rabbit and guinea pig inoculated intramuscularly with the suspension of *Cl. novyi* type B died 24 hours after inoculation. The

skin at the site of inoculation was intact but the area was swollen with extensive oedema involving the legs, flanks, abdomen and thorax. Cutting through the skin at the site of inoculation, extensive oedema was evident and the muscles showed gas gangrene. They were black, surging in gas bubbles and were surrounded by a wide zone of hyperaemia. The lungs were slightly congested and the hearts were engorged and hyperaemic. The spleens were black and double their normal size. The intestines were severely inflamed.

The rabbit inoculated intravenously died after 48 hours showing generalized septicaemia.

The guinea pig inoculated intradermally died after 48 hours showing severe dermonecrotic reactions.

Control animals survived and showed no detectable abnormality.

Smears made from the livers and muscles of the experimentally inoculated laboratory animals revealed gram positive rods. The organism was isolated in pure culture and was typical in morphology and biochemical characters to those originally isolated from the necrotic areas of the livers of the sheep.

3.2.3. Parasitological findings

In five sheep bladder worms of *Cysticercus tenuicollis*, measuring 5-8 cm in diameter were

found attached to the liver. In all twelve sheep immature and mature (Photo 2) *Fasciola gigantica* were extracted from the excised bile ducts.

3.2.4. Histopathological findings

Sections from the livers of sheep revealed an extensive zone of necrosis (Photo 3) surrounded by cellular infiltrate composed of neutrophils and lymphocytes. There was extensive damage to the liver parenchyma and marked haemorrhage. There was liver cirrhosis and the bile ducts were thickened and fibrosed, and contained white and red cells and cell debris.

The muscles of the rabbit and guinea pig which were inoculated with *Cl. novyi* were markedly distorted and showed extensive oedema and gas separating the muscle bundles (Photo 4). There was severe haemorrhage and marked infiltration with neutrophils and lymphocytes. In gram stained sections, numerous gram-positive bacilli were seen. The kidneys revealed severe haemorrhage and degenerative changes, and were infiltrated with neutrophils and lymphocytes. The liver was congested and showed numerous necrotic foci infiltrated with neutrophils and lymphocytes and in sections stained with gram's stain many bacilli were seen. The lungs were markedly emphyse-



Fig. 2. — Liver Fluke (*F. gigantica*), extracted from the excised bile ducts of the sheep's livers. $\times 1.5$.

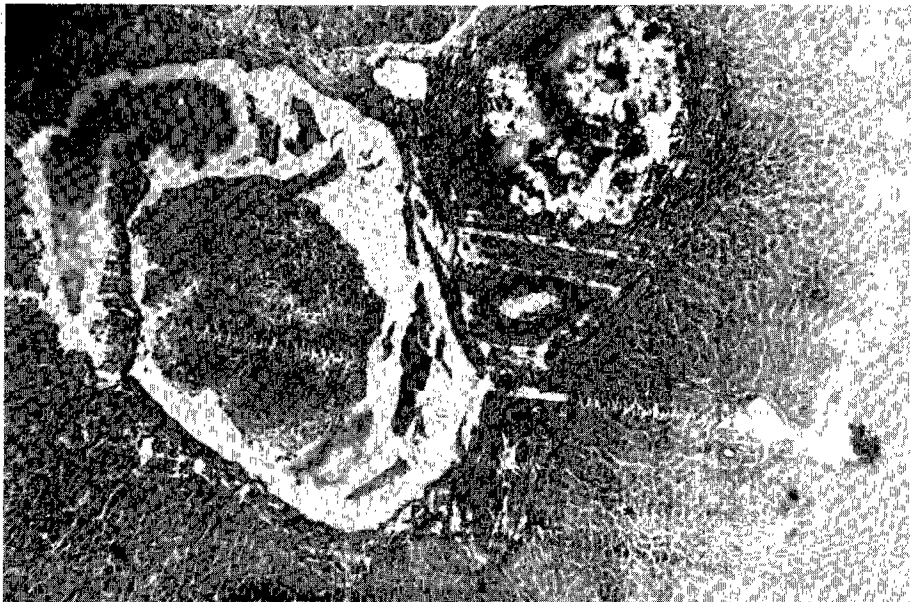


Fig. 3. — Extensive areas of liver necrosis surrounded by neutrophils and lymphocytes. H & E $\times 200$.

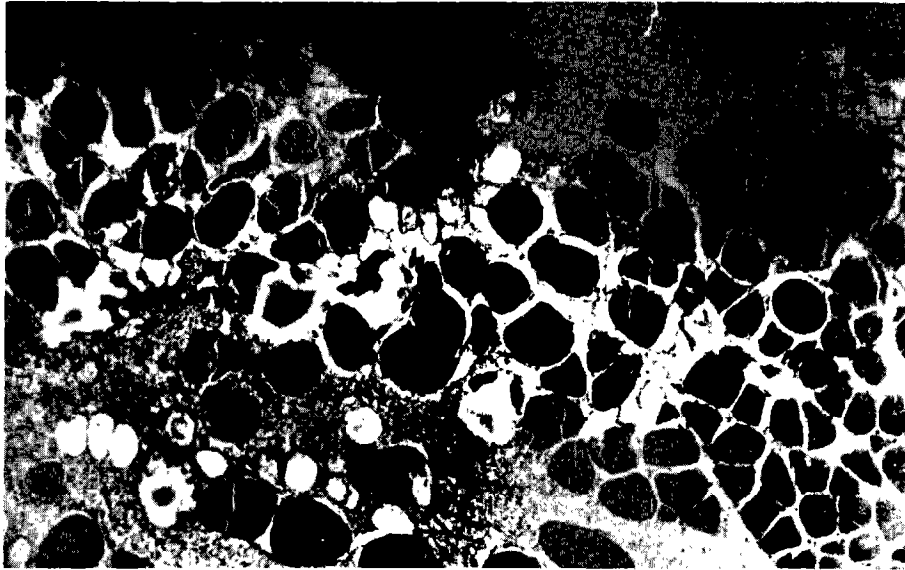


Fig. 4. — Muscle of guinea pig inoculated with suspension of *Cl. novyi* type B. Note separation of muscle bundles with oedema and gas. H & E \times 200.

matous, with severe haemorrhages and the alveoli were filled with exudate. The spleen was congested and revealed marked tracts of haemorrhage and extensive proliferation of cells.

Skin sections from the guinea pig which was inoculated intradermally revealed marked dermal necrosis. The epidermis was ulcerated and the surface was covered with a serous crust. There was marked dilatation of the blood capillaries and the dermis showed severe haemorrhages. There was marked epidermal and dermal infiltration with neutrophils and lymphocytes.

3.2.5. Vaccination

Until the preparation of this manuscript (2 months after the outbreak), no new mortalities were reported among the 63 vaccinated sheep.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Black disease has been reported in many parts of the world (3). However, this is the first report of the disease in the Sudan (2). Sudden death occurred among sheep which showed no sign of the disease. This finding supported that of BAGADI (3), who showed

that one of the outstanding features of the disease is the rarity with which one observes a sick sheep; and BLOOD *et al.* (6) mentioned that affected sheep were commonly found dead without exhibiting any previous signs of illness.

The current outbreak occurred among both male and female sheep. This agrees with JAMIESON *et al.* (15) and BAGADI (3) who reported that differing breed susceptibility and sex among sheep appeared to have no influence upon the disease rate.

Black disease in sheep is caused by the alpha toxin of *Clostridium novyi* type B in necrotic liver tissue (3, 16). In the current investigation the extensive liver damage seen was probably produced by *Fasciola gigantica* in all sheep, in addition to *Cysticercus tenuicollis* in five sheep. This supports the reports of TURNER (17), JAMIESON (14), HRECZKO (13), WILLIAMS (18, 19), BAGADI (3, 4), DUNN (11), and BLOOD *et al.* (6).

It was interesting to extract mature *E. gigantica* from the distended bile ducts of sheep's livers. This was in contrast to the reports of WILLIAMS (18), DUNN (11) and BLOOD *et al.* (6) who mentioned that immature or mature flukes are not ordinarily found.

It was interesting to isolate *Cl. sordellii* from the livers of ten sheep. This organism probably aggravated and complicated the

infection of sheep with *Cl. novyi* as was reported by STERNE and BATTY (16).

The strain of *Cl. novyi* type B isolated in this investigation was highly pathogenic and toxigenic to laboratory animals, and were more toxigenic and pathogenic than the strains recovered from the soil and normal livers of sheep by BAGADI and SEWELL (6).

The occurrence of the disease in Khartoum Province is not surprising because the presence of *F. gigantica* and *Cysticercus tenuicollis* which predispose to this disease were previously recorded in this Province (2, 12).

While this is warranted it is suggested that a thorough bacteriological investigation should be carried out in the livers of sheep slaughtered

in Khartoum particularly those infested with *F. gigantica* and/or *Cysticercus tenuicollis*. In this respect work is in progress in the laboratory, according to which massive and routine vaccination of sheep against black disease might be suggested.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Dr. KHALID ABDEL MAGEED, Department of French, Faculty of Arts, University of Khartoum, for participation in the French translation of the summary of the manuscript.

RESUMEN

ABU-SAMRA (M. T.), EL SANOUSI (S. M.), IDRIS (S. O.), BAGADI (H. O.), SALAM (I. S. A.), ALI (B. H.), MUSA (B. E.). — Hepatitis infecciosa con necrosis (*Black disease*) en carneros del Sudán. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 422-429.

En un rebaño de 75 carneros del desierto de la provincia de Khartoum, 12 animales murieron súbitamente sin síntomas clínicos evidentes. Al autopsia, se observaron los vasos sanguíneos subcutáneos congestionados con petequias e importantes cantidades de serosidad mezclada con sangre en el pericardio, la pleura y el peritoneo. El hígado era oscuro, congestionado y mostraba zonas con necrosis de 0,5 a 3,5 cm de diámetro, rodeadas por una

zona de hiperhemia. Se encontraron *Fasciola gigantica* adultas en el hígado de todos los carneros muertos y 5 de ellos tenían quistes de *Cysticercus tenuicollis*. Los hígados mostraban una necrosis grave y modificaciones histopatológicas intensas.

El análisis bacteriológico de zonas con necrosis demostró también la presencia de *Clostridium novyi* tipo B en todos los carneros muertos. De 10 órganos, se aisló *Clostridium sordelli* que era muy patógeno y tóxico para el conejo y el conejillo de Indias que murieron rápidamente con modificaciones histopatológicas graves.

Palabras claves : Hepatitis infecciosa con necrosis - Carneros - Sudán.

REFERENCES

1. ALBISTON (H. E.). Infectious necrotic hepatitis of sheep in Victoria : a braxy-like sheep disease. *Aust. J. exp. Biol. med. Sci.*, 1927, 4 : 113-123.
2. ANNUAL REPORTS OF THE SUDAN VETERINARY SERVICE. 1902-1975.
3. BAGADI (H. O.). Infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep. *Vet. Bull.*, 1974, 44 : 385-388.
4. BAGADI (H. O.), SEWELL (M. M. H.). Experimental studies on infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep. *Res. vet. Sci.*, 1973, 15 : 53-61.
5. BAGADI (H. O.), SEWELL (M. M. H.). An epidemiological survey of infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep in Scotland. *Res. vet. Sci.*, 1973, 15 : 49-53.
6. BLOOD (D. C.), HENDERSON (J. A.), RADOSTITS (O. H.). *Veterinary Medicine*. 5th. ed. London, Bailliere Tindall, 1979, 448 p.
7. COWAN (S. T.), STEEL (K. J.). *Manual for the identification of medical bacteria*, 2nd ed., Cambridge, The University Printing House, 1974.
8. CURASSON (G.). Hépatite nécrasante infectieuse du mouton au Soudan. *Récl. Méd. vét. exot.*, 1929, 2 : 65-70.
9. DODD (S.). Studies in black disease : a braxy-like disease of sheep. *J. comp. Path.*, 1918, 31 : 1-35.
10. DODD (S.). The etiology of black disease : being further studies on a braxy-like disease of sheep. *J. comp. Path.*, 1921, 34 : 1-26.
11. DUNN (A. M.). *Veterinary helminthology*. 2nd ed. Frome and London, Buttler and Tanner Ltd., 1978, 199 p.
12. EISA (A. M.), EL BADAWI (El. S.), SAAD (M. B. A.), IBRAHIM (A. M.), EL GEZULI (A. Y.). Check list and first records of helminth parasites of domestic and wild animals reported in the Sudan during the period 1902-1975. *Sudan J. vet. Res.*, 1979, 1 : 55-63.
13. HERCZKO (C. S. M.). Infectious necrotic hepatitis in sheep in South Australia, possibly associated with *Cysticercus tenuicollis*. *Aust. vet. J.*, 1959, 35 : 462-463.
14. JAMIESON (S.). The identification of *Clostridium oedematiens* on an experimental investigation of its role in the pathogenesis of infectious necrotic hepatitis (black disease) of sheep. *J. Path. Bact.*, 1949, 61 : 389-402.
15. JAMIESON (S.), THOMPSON (J. J.), BROTHER-

- STON (J. G.). Studies in black disease. 1. The occurrence of the disease in sheep in the North of Scotland. *Vet. Rec.*, 1948, **60** : 11-14.
16. STERNE (M.), BATTY (I.). Pathogenic clostridia. London and Boston, Butterworths and Co Ltd., 1975.
17. TURNER (A. W.). Black disease of sheep in Australia. *Commonw. Aust. Counc. Sci. ind. Res. Bull.*, 1930, **46** : 1-110.
18. WILLIAMS (B. M.). Black disease of sheep. Observations on the disease in mid-Wales. *Vet. Rec.*, 1962, **74** : 1536-1543.
19. WILLIAMS (B. M.). *Clostridium oedematiens* infection (black disease and bacillary haemoglobinuria) of cattle in mid-Wales. *Vet. Rec.*, 1964, **76** : 591-596.
20. WILLIS (A. T.). Anaerobic infections. London, Public Health Laboratory Services, 1972 (Monograph Series 3).

Note sur un cas de cowdriose en République Populaire du Congo

par N. VOUTOULOU

(avec la collaboration technique de T. ADOUA)

Laboratoire Vétérinaire de Brazzaville, B.P. 235, Brazzaville, République du Congo.

RÉSUMÉ

VOUTOULOU (N.). — Note sur un cas de cowdriose en République Populaire du Congo. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 430-432.

La *heartwater* tout en gardant son aspect discret existe en République Populaire du Congo. L'espèce *Amblyomma variegatum* joue un rôle important dans la transmission de cette maladie.

Mots-clés : Cowdriose - *Amblyomma variegatum* - Congo.

SUMMARY

VOUTOULOU (N.). — Case of heartwater in Congo people's Republic. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 430-432.

Through discrete, heartwater is encountered in Congo. *Amblyomma variegatum* plays a significant role in the transmission of the disease.

Key words : Heartwater - *Amblyomma variegatum* - Congo.

INTRODUCTION

Les données dont on dispose sur la répartition de l'espèce *Amblyomma variegatum* Fabricius, 1794 en République Populaire du Congo (9), vecteur de la cowdriose (1) font penser à l'existence de cette rickettsiose. La maladie fut signalée pour la première fois au Congo par ROUSSELOT (7). Elle n'a jamais été enregistrée jusqu'alors dans les unités d'exploitation bovine où l'espèce dominante est *Amblyomma variegatum*.

SERRES (8) suspecta la cowdriose au Ranch de la Dihessé après la description par les bouviers de 14 cas de mortalités brutales. Le taux de mortalité élevé enregistré à la ferme ovine d'Odziba n'avait pas contribué à la bonne marche de cette unité qui du reste fut supprimée. On avait attribué ces mortalités à la ric-

kettsiose. Quelques éleveurs d'ovins avaient rapporté avoir perdu des moutons ayant présenté des symptômes décrits comme étant ceux de la cowdriose. Bien que l'on ait soupçonné la maladie, il était difficile de pouvoir la confirmer par manque d'arguments d'ordre microbiologique ou sérologique.

Cet article se propose de présenter une nouvelle image de la *heartwater* en République Populaire du Congo après que l'on ait enregistré deux cas de mortalité brutale survenus dans une ferme ovine à 17 km de Brazzaville.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux moutons de race Djallonké, d'origine guinéenne faisant partie du troupeau de l'Insti-

tut du Développement Rural (IDR) avaient succombé en 8 jours. Ce troupeau n'a jamais été traité aux acaricides compte tenu de son taux très faible d'infestation ixodienne. Sur les animaux morts, nous avons rencontré quelques tiques appartenant à l'espèce *Amblyomma variegatum*.

La confrontation des données cliniques et anatomo-pathologiques et la recherche des rickettsies dans le cortex cérébral selon la technique de PURCHASE (6) ont permis de poser un diagnostic précis.

RÉSULTATS

Avant l'issue fatale, les deux moutons avaient présenté une hyperthermie de 41 °C. Des symptômes respiratoires et des troubles nerveux caractérisés par la convulsion et l'incoordination motrice ont été observés. A l'autopsie, nous avons noté un important hydrothorax accompagné d'hydropéricarde. Le foie, les reins, les intestins étaient fortement congestionnés. Des foyers hémorragiques étaient présents sur les intestins et sur la caillette. Aucune splénomégalie n'a été observée, et l'œdème et l'emphysème étaient présents sur l'une des bêtes. Une adénite des ganglions mésentériques était observée.

Les rickettsies étaient trouvées sur les frottis du cortex cérébral colorés au May grünwald et au Giemsa.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cet article nous a montré que la *heartwater*, tout en gardant son aspect discret, existe en République Populaire du Congo. L'espèce *Amblyomma variegatum* est l'unique vecteur principal. *Amblyomma tholloni*, bien que transmettant *Cowdria ruminantium* (MACKENZIE et NORVAL, 1980), ne jouerait pas le rôle important dans l'épidémiologie de cette maladie au Congo. Nous n'avons pas trouvé cette espèce sur les ruminants. Comme le *Dermacentor circumguttatus*, il est le parasite spécifique de l'éléphant (4), *Amblyomma compressum* distribué dans les zones forestières ne parasite que le pangolin son hôte spécifique (7). *Amblyomma splendidum*, dernière espèce du genre *Amblyomma* recensée, n'a été trouvée qu'au Ranch de la Dihesse comme l'avait mentionné SERRES (8). Son rôle dans la transmission de cette maladie reste à discuter, bien qu'il soit très vraisemblablement vecteur de la cowdriose (5).

Compte-tenu de l'aire de distribution aussi vaste d'*Amblyomma variegatum* en République Populaire du Congo et du fait qu'une seule femelle infectée est capable de transmettre la maladie (2) il est à croire que la *heartwater* présente une menace pour les élevages bovins et ovins, car elle risquerait d'annuler tout effort d'amélioration du bétail local par importation des races étrangères lesquelles sont très sensibles à la maladie.

RESUMEN

VOUTOULOU (N.). — Nota sobre un caso de *heartwater* en República popular de Congo. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 430-432.

Aunque discreta, la *heartwater* existe en Congo. La

garrapata *Amblyomma variegatum* desempeña un papel importante para la transmisión de dicha enfermedad.

Palabras claves : *Heartwater* - *Amblyomma variegatum* - Congo.

BIBLIOGRAPHIE

1. DAUBNEY (R.). Natural transmission of heartwater of sheep *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794). *Parasitology*, 1930, 22 (2) : 260-267.
2. ILEMOBADE (A. A.), LEEFLANG (P.). Epidemiology of heartwater in Nigeria. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (2) : 149-155.
3. MacKENZIE (P. K. I.), NORVAL (R. A. I.). The transmission of *Cowdria ruminantium* by *Amblyomma tholloni*. *Vet. Parasit.*, 1980, 7 : 265-268.
4. MOREL (P. C.). Les tiques des animaux domestiques du Centre Afrique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, 14 (2) : 191-197.
5. MOREL (P. C.). Maladies à tiques du bétail en Afrique. in : TRONCY (P. M.), ITARD (J.), MOREL (P.

- C.). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, Minist. Coop. Dev., 1981. pp. 471-717 (Manuel et Précis d'Elevage I.E.M.V.T. n° 10).
6. PURCHASE (H. S.). A simple and rapid method for demonstrating *Rickettsia ruminantium* (Cowdry, 1926) in heartwater brains. *Vet. Rec.*, 1945, 57 (3) : 413-415.
 7. ROUSSELOT (R.). Note de parasitologie tropicale : tome II : Ixodes. Paris, Vigot éd., 1953. 135 p.
 - Cité par CAMUS et BARRE, in : La cowdriose. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1982.
 8. SERRES (H.). Deuxième mission au Ranch de la Dihessé. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T. 1976.
 9. VOUTOULOU (N.). Note préliminaire sur la distribution des tiques (*Acarida : Ixodidae*) en République Populaire du Congo (en préparation).

Note sur des épidémies d'anaplasmose chez des zébus indigènes au Sénégal

par A. GUEYE et Y. LEFORBAN

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (I.S.R.A.) Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires, B.P. 2057, Dakar, République du Sénégal.

RÉSUMÉ

GUEYE (A.), LEFORBAN (Y.). — Note sur des épidémies d'anaplasmose chez des zébus indigènes au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 433-436.

Les auteurs rapportent des épidémies d'anaplasmose aiguë sur des zébus indigènes (*Bos indicus*) survenues en pleine zone sahélienne pendant deux années consécutives.

La maladie fait son apparition à la fin de la saison des pluies et revêt essentiellement deux formes cliniques : une forme suraiguë avec mort brutale et une forme aiguë pouvant évoluer soit vers la guérison, soit vers la mort. C'est la première fois que de tels cas sont mentionnés au Sénégal. Des incertitudes demeurent cependant sur l'épidémiologie, notamment sur les agents de transmission de la maladie.

Mots clés : Anaplasmose - Zébu - Sahel - Sénégal.

SUMMARY

GUEYE (A.), LEFORBAN (Y.). — Note on outbreaks of anaplasmosis in local zebu cattle in Senegal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 433-436.

The authors describe some outbreaks of acute anaplasmosis occurring for two successive years over indigenous zebu cattle, deep in the Sahel area. The disease is linked with the end of the rainy season and two main clinical forms may be observed : one, hyperacute with immediate death, the other, acute with either recovery or death. Such cases are mentioned in Senegal for the first time and some uncertainty still prevails as regards epidemiology as well vectors mainly.

Key words : Anaplasmosis - Zebu cattle - Sahel - Senegal.

INTRODUCTION

L'anaplasmose bovine est une rickettsiose pantropicale susceptible d'être causée par deux espèces de Rickettsies du genre *Anaplasma* (THEILER, 1910) : *Anaplasma marginale* (THEILER, 1910) agent de la forme grave et *Anaplasma centrale* (THEILER, 1911), agent de l'anaplasmose bénigne.

Dans la zone sahélienne, notamment au Sénégal, les anaplasmes sont quelquefois observés sur des frottis réalisés lors d'enquêtes épidémiologiques portant sur les hémoparasitoses, ou lors de splénectomie de bovins.

Malgré la fréquence élevée de l'infection, aucun cas clinique d'anaplasmose n'a été signalé dans le passé au Sénégal. Mais, des cas

aigus de cette maladie ont été décelés ces deux dernières années dans la région de Louga, située en zone sahélo-soudanienne, avec une pluviométrie annuelle de 400-500 mm. C'est ce que nous rapportons dans la présente note.

SITUATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE

La maladie fait son apparition à la fin de la saison des pluies, au mois d'octobre, moment où s'amorce la saison froide. Les pâturages encore disponibles sur de vastes étendues sont peu entamés par un cheptel jouissant d'un état général satisfaisant. C'est dans un tel contexte épidémiologique que surviennent des

mortalités sur des zébus (*Bos indicus*) en élevage extensif dans les localités de Guermalal, Gandé, Syer, Affé et Ndiagne. La maladie affecte surtout les animaux adultes et souvent en bon état d'entretien. Tous les troupeaux ne sont cependant pas atteints, mais dans ceux où la maladie sévit, la mortalité peut atteindre 50 p. 100 des effectifs. La morbidité et la mortalité sont étalées dans le temps, cependant les cas sont nettement plus fréquents en octobre et en novembre. Les traitements entrepris sur les individus malades en utilisant la Terramycine longue action^(R) (Pfizer) à la dose habituelle de 1 ml/10 kg de poids vif ou la Terramycine indolore^(R) à la dose de 5 mg/kg de poids vif, ont été chaque fois couronnés de succès. Les petits ruminants qui accompagnent ces bovins ne sont pas affectés. Les épizooties peuvent sévir jusqu'au mois de mars si un traitement n'est pas institué. A l'examen des animaux, on constate une forte infestation par des tiques de l'espèce *Hyalomma impeltatum* Schulze et Schlottke, 1930.

ETUDES CLINIQUES ET ANATOMOPATHOLOGIQUES

La maladie revêt essentiellement deux formes cliniques : une forme suraiguë avec mort brutale et une forme aiguë pouvant évoluer soit vers la guérison, soit vers la mort. La forme aiguë se manifeste par une hyperthermie pouvant atteindre 40,5 °C et par les expressions cliniques habituelles d'une anémie prononcée : pâleur des muqueuses, polypnée accompagnée de réels efforts d'inspiration avec plissement des naseaux : le rythme cardiaque rapide, associé à des battements sourds et un pouls jugulaire rétrograde ; amaigrissement, démarche chancelante, parésie du train postérieur. L'évolution clinique peut être favorable. Alors chez ces animaux en voie de guérison, la température redescend progressivement et les rares traces de l'infection ne sont révélées que par l'examen du sang.

Par contre, cette évolution peut avoir une issue fatale ; dans ce cas, les lésions suivantes sont alors observées :

- une suffusion sanguine au niveau du muscle peaucier au moment de dépeçage, ce qui traduit une fragilité capillaire ;
- un abondant liquide péricardique, couleur ambrée (500 ml à 1 000 ml) ;

- des pétéchies en piqûres de puces au niveau du sillon coronaire ;
- une légère splénomégalie ;
- une grosse vésicule biliaire ;
- un subictère.

Diagnostic

Au cours des deux épizooties, le diagnostic de l'anaplasmose est établi à la suite de l'observation sur des frottis de sang et des empreintes d'organes (rate, foie, cerveau), colorés au Giemsa, d'une infection pure des érythrocytes par *Anaplasma marginale*. Aucune autre espèce d'hémoparasite n'est associée à ces anaplasmes que l'on retrouve dans 20 à 30 p. 100 des érythrocytes dans les formes aiguës (photo 1). Lors de l'évolution vers la guérison, ce taux des érythrocytes infectés baisse considérablement, néanmoins les stigmates hématologiques de l'infection demeurent et se présentent sous forme d'une anémie régénérative avec : anisocytose, présence de nombreux normoblastes et normocytes à ponctuations basophiles (photo 2).

CONCLUSIONS

L'anaplasmose était considérée jusqu'à présent en Afrique Soudano-Sahélienne comme une infection fréquente mais non ou peu pathogène, tant ses expressions cliniques semblaient inexistantes et menaient rarement à son diagnostic. Cependant en Afrique toutes les grandes zones d'élevage sont infectées (2). L'introduction d'animaux a été quelquefois l'occasion de la manifestation de cette affection qui prend alors une allure grave lorsqu'elle est associée à la babésiose (1). Chez les animaux autochtones, des cas d'anaplasmose pure n'étaient presque jamais signalés, et ROUSSELOT (5) de dire « il n'existe pas en Afrique Occidentale un seul bovin qui n'héberge *Anaplasma marginale* à l'état latent. Il y a, d'un autre côté, une disproportion évidente entre le nombre des animaux infectés et la rareté de la constatation des cas aigus d'infection pure ». Cependant, ces épizooties, qui sévissent à la période post-hivernale dans

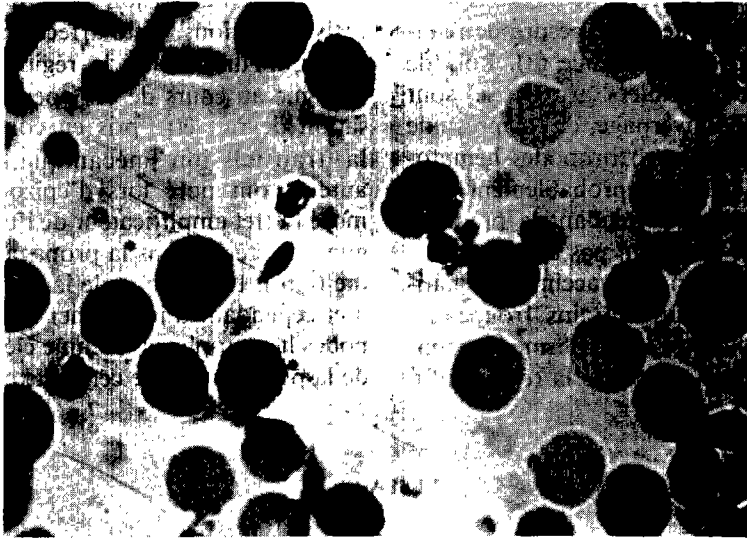


Photo 1. — Anaplasmes au cours d'une anaplasmose aiguë.



Photo 2. — Normocytes à ponctuation basophile au centre.

la région de Louga sur des zébus indigènes, confèrent à cette maladie une importance jusqu'à présent méconnue, par défaut de diagnostic de laboratoire correct.

L'épidémiologie de cette rickettsiose reste à élucider, car les tiques infestant ces bovins sont des *Hyalomma impeltatum*, espèce phléoexophile ditrope dont les adultes seuls se retrouvent sur les mammifères domestiques. Le rôle de cette espèce comme vecteur biologique est assez douteux, eu égard à sa biologie, mais le rôle des mâles en tant que vecteurs

mécaniques ne serait pas à exclure lorsqu'ils passent d'un animal infecté à un animal sain. Le rôle éventuel d'insectes hématophages, agents de transmission mécanique, mérite quelques investigations. Des études expérimentales et des observations systématiques sur le terrain dans les régions éthiopienne et néarctique ont prouvé le rôle des Tabanidés comme importants vecteurs mécaniques (3, 6) ; la pullulation de ces insectes étant suivie quelques semaines plus tard par l'apparition de cas d'anaplasmose.

Stomoxys calcitrans et plusieurs espèces de moustiques sont également en mesure de réaliser la transmission expérimentale (3). Lors de ces épizooties, les premiers foyers se sont déclarés à la fin de l'hivernage, donc après une période d'abondance des arthropodes hématophages qui interviendraient probablement dans le cycle épidémiologique. Pendant la première année, les premiers cas n'ont pas été diagnostiqués correctement, ainsi des vaccinations hâtives furent effectuées sur certains troupeaux, contre la pasteurellose et le botulisme qui sont deux maladies endémiques dans la région, afin

de juguler l'extension de l'affection. Malgré ces vaccinations, cette affection a continué son évolution dans toute la région. Le rôle de la seringue au cours de ces opérations d'immunisation devrait être pris en considération dans la transmission mécanique, déjà certains auteurs ont noté lors d'épizooties d'anaplasmose l'effet amplificateur de l'usage de la seringue non stérile dans la propagation de la maladie (4, 6). L'épizootie de la seconde année permet cependant d'incriminer *a priori* les arthropodes hématophages comme éléments essentiels de la propagation de cette rickettsiose.

RESUMEN

GUEYE (A.), LEFORBAN (Y.). — Nota sobre epizootias de anaplasmosis en cebues locales en Senegal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 433-436.

Los autores notan epizootias de anaplasmosis aguda en cebues locales (*Bos indicus*) ocurridas en zona sahariana durante dos años consecutivos.

Aparece la enfermedad al fin de la estación de las lluvias esencialmente con dos formas clinicas : una forma sobrea-

guda con muerte rápida y una forma aguda con sea curación sea merte. Es la primera vez que se observan tales casos en Senegal.

Sin embargo incertidumbres existen todavía sobre la epidemiología, particularmente sobre los vectores de dicha enfermedad.

Palabras claves : Anaplasmosis - Cebú - Sahel - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. AJAYI (S. A.), FABIYI (J. P.) et UMO (I.). Anaplasmosis et babésiose cliniques chez les bovins frisons. Foyers au Nigéria et mesures de lutte. *Revue mond. Zootech.*, 1982 (43) : 41.
2. CURASSON (G.). Anaplasmosis bovine. In : *Traité de protozoologie vétérinaire et comparée. Tome III Sporozoaires.* Paris, Vigot Frères, 1943, 493 p.
3. KRINSKY (W. L.). Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (*Diptera* : *Tabanidae*) *J. med. Ent.*, 1976, 13 (3) : 225-275.
4. MOREL (P. C.). Maladies à tiques du bétail en Afrique. In : TRONCY (P. M.), ITARD (J.), MOREL (P. C.). *Précis de parasitologie vétérinaire tropicale.* Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 1981. 717 p. (Coll. I.E.M.V.T. Manuel et Précis d'Élevage n° 10).
5. ROUSSELOT (R.). *Anaplasma marginale* Theiler, 1910. In : *Notes de parasitologie tropicale. Parasites du sang des animaux. Tome I.* Paris, Vigot Frères, 1953. 152 p.
6. WIESENHUTTER (E.). Research into the relative importance of *Tabanidae* (*Diptera*) in mechanical disease transmission. III. The epidemiology of anaplasmosis in a Dar-es-Salam dairy farm. *Trop. anim. Health Prod.*, 1975, 7 : 15-22.

Experimental aspergillosis in young chicks

by A. FADL ELMULA, AFAF I. ABU ELGASIM and A. K. EL MUBARAK

Veterinary Research Administration, P.O. Box 8067, Alamarat, Khartoum, Sudan.

RÉSUMÉ

FADL ELMULA (A.), AFAF I. ABU ELGASIM et EL MUBARAK (A. K.). — Aspergillose expérimentale chez le jeune poulet. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 437-441.

La pathogénicité d'*A. fumigatus* isolé à partir de pigeons sur de jeunes poulets a été étudiée dans les conditions du Soudan.

L'agent inoculé par voies intrapéritonéale et intratrachéale a causé une maladie aiguë avec mortalité de tous les poulets inoculés. Dans les deux voies d'introduction, on a retrouvé des lésions miliaries localisées dans les poumons. Les lésions microscopiques étaient essentiellement granulomateuses avec des cellules épithéliales géantes. Des lésions ont été également trouvées dans le foie, le cœur et les reins.

Mots clés : Aspergillose - *Aspergillus fumigatus* - Soudan.

SUMMARY

FADL ELMULA (A.), AFAF I. ABU ELGASIM and EL MUBARAK (A. K.). — Experimental aspergillosis in young chicks. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 437-441.

An experiment was designed to study the pathogenicity of *A. fumigatus* isolated from pigeons in young chicks under Sudan conditions. The organism, inoculated intraperitoneally and intratracheally, resulted in acute disease and mortality of all inoculated chicks. Military lesions were confined to the lungs and kidneys in both routes. Microscopic lesions were mostly granulomatous with epithelioid giant cells. The lesions were detected in liver, lung, heart and kidneys.

Key words : Aspergillosis - *Aspergillus fumigatus* - Sudan.

INTRODUCTION

Aspergillosis is a mycotic disease caused by various species of the genus *Aspergillus*. Fungi of this genus are ubiquitous saprophytes on dead material and exposure to the spores is very common. All domesticated, many wild mammals and birds were reported to be infected (5). Although the disease is uncommon in mammals, it is of great importance in birds, particularly young chicks. *A. fumigatus* is the most pathogenic species which cause avian aspergillosis. It causes severe losses in young chicks. Infection is generally by inhalation and the number of spores necessary to develop the disease is quite variable (1).

Chicken aspergillosis was first described in the Sudan in a domesticated fowl in 1955 (2).

In 1975, *A. fumigatus* was isolated from nodular lesions in the lungs of a fowl (4).

Experimentally one-day-old chicks were susceptible to exposure to *A. fumigatus* airborne spores which infect them acutely causing high rates of morbidity and mortality (7). In older chicks, one or two weeks old, sublethal (LD₅₀) and lethal doses inoculated in the airsacs or trachea produced chronic form of the disease. There was loss in weight gain and granulomatous nodules were detected in various organs (6).

This experiment was designed to study the pathogenicity of *A. fumigatus* isolated from pigeons to young chicks. Lack of studies of the disease under the local conditions necessitates this investigation.

MATERIALS AND METHODS

Inoculum

The strain of *A. fumigatus* used in this experiment was isolated from natural pneumomycosis in pigeons. It was subcultured onto malt extract agar slants (Oxoid) containing chloramphenicol (0.5 mg/ml) and incubated at room temperature 25 °C-30 °C), sterile phosphate buffered saline (PBS) was poured into the tubes. They were allowed to stand for a while, then shaken gently. The spore-suspension thus obtained was washed three times in sterile PBS before transferring to sterile containers. Using a hemacytometer the suspension was adjusted to contain approximately 4×10^5 spores per ml.

Animals

Fifty one chicks one-day old were obtained from Kuku poultry farm. These were of Hisex white breed that was hatched locally. They were raised in one room for 5 days. Before inoculation, the chicks were randomly divided into 3 groups of 17 chicks each; two inoculated and one control group. Each chick of group I was inoculated with 0.2 ml of the spore-suspension intraperitoneally. Group II chicks received 0.2 ml of the same suspension intra-tracheally each. The control (group III) were kept in a separate cage in a different room. All birds were reared on litter, fed commercial diets and were provided with water ad libidum. The chicks were observed for the development of clinical signs and mortality was recorded. Dead chicks were necropsied and examined for gross lesions. Slices from liver, lung, heart, kidney, proventriculus, bursa and brain were fixed in 10 p. 100 formalin, processed, sectioned and stained with hematoxylin and eosin, P.A.S. and Gridley's stains.

RESULTS

Signs

The birds in Group I and II looked dull, depressed, weak and showed respiratory distress. Chickens of the former group started to die on the third day post-inoculation and by the end of the 7th day all the 17 birds died,

while in the latter group the death started on the 4th day and continued to the 9th day.

Gross pathology

The infected birds in group I and II showed miliary whitish nodules on the lungs and kidneys. Abdominal air-sacs were cloudy. The lesions in both groups were more or less similar but in addition peritonitis and pleuritis was evident in the first group.

Histopathological lesions

Liver : showed vaculation and degeneration of hepatocytes. Aggregates of mononuclear cells, mainly lymphocytes, heterophils and fibroblasts were evident, especially around the portal triads. Proliferation of the bile ducts was clear. Multinucleated giant cells of the foreign body type were scattered throughout the liver parenchyma. The blood vessels and sinusoids were dilated and congested with red blood cells (Photo 1).

Lungs : Granulomatous nodular lesions of variable sizes were scattered throughout the lung tissue. In some cases, the lesions coalesce leading to consolidation of the lungs. The nodular lesions consisted of central zone of homogenous eosinophilic material and cellular debris, surrounded by a wide zone of epithelioid cells namely macrophages, then multinucleated giant cells and fibroblasts (Photo 2). Blood vessels were congested. Young lesions showed in their centres multinucleated giant cells and/or epithelioid cells. Fungal hyphae were detected in affected tissues stained with hematoxylin and eosin. However, septated hyphae and fungal spores could be easily demonstrated with Periodic Acid Schiff and Gridley stains. They were very prominent in the zone of multinucleated giant cells and were detected in the cytoplasm of the giant cells. (Photo 3).

Heart : Myocardium revealed degenerative changes. Foci of mononuclear cells mainly lymphocytes and macrophages and giant cells were present (Photo 4), also edema and short branching filaments were seen.

Kidneys : Tubular nephrosis was evident in affected kidneys. Aggregates of lymphoid cells were scattered throughout kidney tissues. Small fungal particles were demonstrated by the special stains.

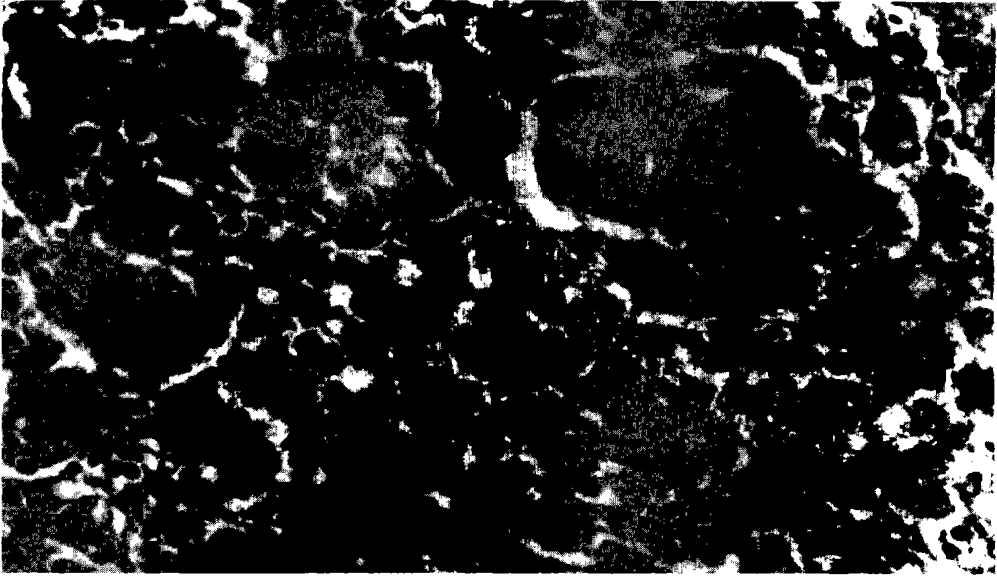


Photo 1. — Liver with scattered multinucleated giant cells, vacuolation of hepatocytes and congestion of sinusoids, of a chicken inoculated with *A. fumigatus* intraperitoneally at one week of age. H & E \times 400.

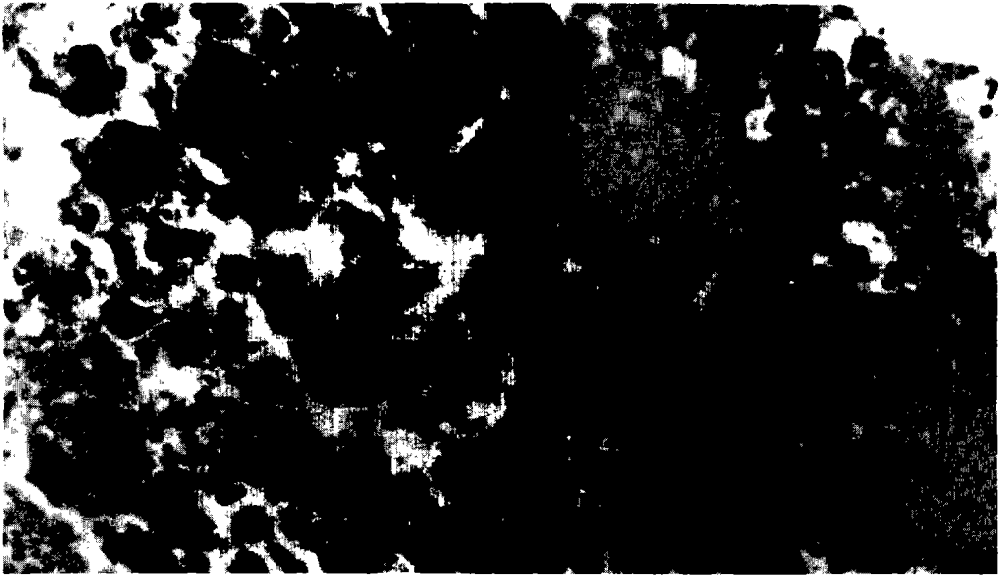


Photo 2. — Inflammatory cells including multinucleated giant cells of a lung of a chicken inoculated intratracheally. H & E \times 100.

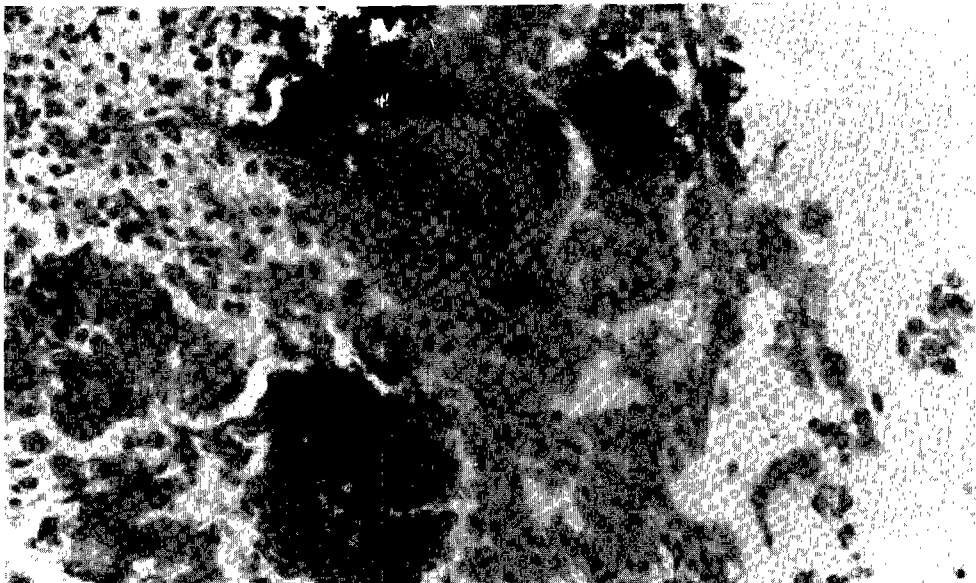


Photo 3. — Fungal hyphae in cytoplasm of multinucleated giant cells present in nodular lesions in a lung of a chicken inoculated intraperitoneally. Gridley, $\times 400$.

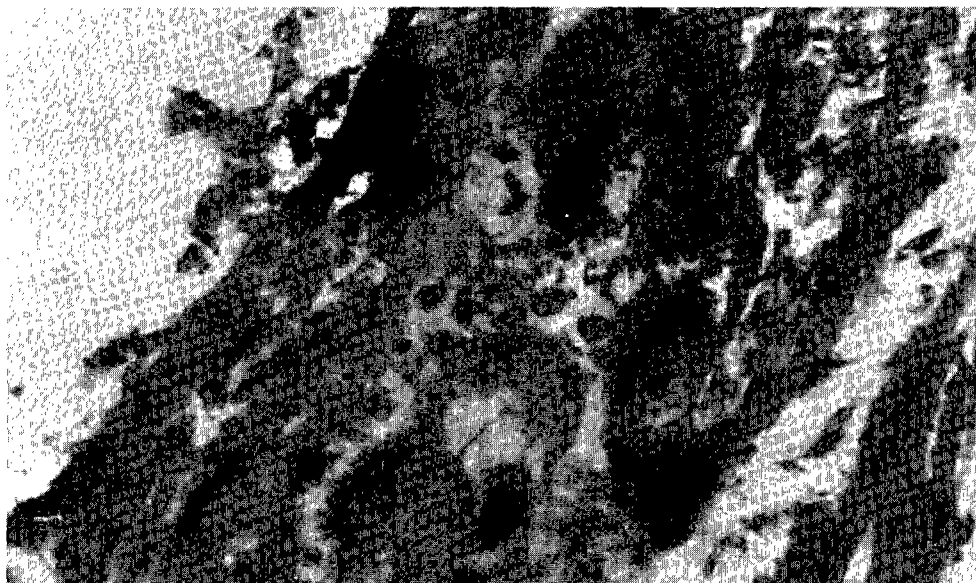


Photo 4. — Degeneration of muscle fibers, edema with few inflammatory cells and multinucleated giant cell formation in a heart of a chicken inoculated intratracheally. H & E, $\times 400$.

DISCUSSION

This experiment shows that young chicks were readily susceptible to infection with *A. fumigatus*. This finding confirms the results of other workers (1, 6, 7). It is clear that this organism which was originally obtained from severely infected pigeons is virulent to young chicks as all the inoculated birds died in the acuted stage of the disease.

It is interesting to note that both routes of inoculation produced minute miliary gross lesions in the lungs and kidneys. This suggests that these were the first organs to develop pathological changes in this infection, since microscopic lesions were detected in other organs as the heart and liver. The spread of infection seems to occur via blood stream from the inoculated site to other organs. However, the intraperitoneal route, in addition, causes lesions through the spread in internal cavities as evidenced by the presence of such lesions as pleuritis, peritonitis and air-sacculitis.

CHUTE and O'MEARA (3) suggested that

the air-sac was the most effective route of inoculation. In our experiment, both the intratracheal and intraperitoneal routes were found very effective in producing the disease. The distribution of the lesions suggests that respiratory and circulatory insufficiency were mostly responsible for the death of chickens in the two inoculated groups.

The acute disease in young chicks follows the pattern of most respiratory diseases with high mortalities and this might pose a difficulty in diagnosis and control measures.

Differential diagnosis is essential as the condition could be confused with other diseases common to this age such as those due to Salmonella infection. Diagnosis can be achieved quickly based on post-mortem findings and demonstrating fungal particles with direct microscopy.

Work is needed to study this infection in our chicken's flocks particularly at this stage where the industry is expanding fast. Assessment of the economic impact is not yet highlighted. Other aspects of the infection as toxigenicity and immunity need further studies.

RESUMEN

FADL ELMULA (A.), AFAF I. ABU ELGASIM et EL MUBARAK (A. K.). — Aspergilosis experimental en el pollito. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 437-441.

Se estudió la patogenicidad de *A. fumigatus* aislado a partir de palomos en pollitos en las condiciones del Sudán.

Inoculado por vías intraperitoneal e intratraqueal, provocó una enfermedad aguda con mortalidad de todos los

pollitos inoculados. Con las dos vías de introducción, se observaron lesiones miliarias localizadas en los pulmones.

Eran esencialmente granulomatosas con células epiteliales gigantes las lesiones microscópicas. Se encontraron también lesiones en el hígado, el corazón y los riñones.

Palabras claves : Aspergilosis - *Aspergillus fumigatus* - Sudán.

BIBLIOGRAPHIE

1. AINSWORTH (G. C.), AUSTWICK (P. K. C.). Fungal diseases of animals. Farnham Royal, Slough, England, Commonwealth Agric. Bureaux, 1973.
2. Annual Report of the Chief Vet. Research Officer, Sudan Government. 1957.
3. CHUTE (H. L.), O'MEARA (D. C.). *Avian Dis.*, 1958, 2 : 154-166.
4. KHOGALI (A. RAHMAN). The isolation of bacteria and fungus from respiratory system of the fowl in Sudan. *Bull. anim. Hlth. Prod. Afr.*, 1975, 23 (3).
5. RAPER (K. B.), FENNELL (D. I.). The genus *Aspergillus*. New York, R. E. Krieger Publ. Co, Huntington, 1973.
6. SINGH (J.), MALHOTRA (F. C.). Experimental studies on aspergillosis in chicks. *Haryana Vet.*, 1978, 17 (1) : 23-28.
7. VAN CUSTEM (J.). Antifungal activity of enilconazole on experimental aspergillosis in chickens. *Avian Dis.*, 1983, 27 (1) : 36-42.

Comparaison de l'action molluscicide d'une souche sénégalaise et égyptienne d'*Ambrosia maritima* L.

par M. Z. SIDHOM* et S. GEERTS

Institut de Médecine Tropicale, Département Vétérinaire, rue Nationale 155, B-2000 Anvers, Belgique.
* adresse actuelle : Association Chrétienne de la Haute Egypte, 85, A Avenue Ramses, Le Caire, Egypte.

RÉSUMÉ

SIDHOM (M. Z.), GEERTS (S.). — Comparaison de l'action molluscicide d'une souche sénégalaise et égyptienne d'*Ambrosia maritima* L. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1984, 37 (4) : 442-448.

L'action molluscicide de deux souches d'*Ambrosia maritima* originaires de l'Égypte et du Sénégal, a été étudiée vis-à-vis de *Biomphalaria glabrata* et *Lymnaea truncatula*. La CL₅₀ des feuilles séchées et conservées durant une année a été déterminée après une exposition des mollusques pendant 24 h. La souche sénégalaise paraissait nettement moins efficace contre les deux espèces de mollusques (CL₅₀ respectivement 929,3 et 1 203 mg/l) que la souche égyptienne (CL₅₀ resp. 86,7 et 172 mg/l).

En prolongeant la durée du contact des mollusques avec la plante, la concentration létale pouvait être diminuée de façon significative. Un contact assuré pendant une période de 4 jours à des concentrations respectives de 35 mg/l et 70 mg/l des souches égyptienne et sénégalaise tuait 100 p. 100 des mollusques testés.

Après un stockage des feuilles de la plante égyptienne pendant deux années, il y avait une perte significative de l'activité molluscicide. La CL₅₀ était passée de 86,7 jusqu'à 141 mg par litre.

En comparant l'activité molluscicide des différentes parties de la souche égyptienne, il a été constaté que les fleurs et les akènes sont plus efficaces contre *L. truncatula* que les feuilles et inversement vis-à-vis de *B. glabrata*.

Les deux souches d'*A. maritima* étaient ovicides à des concentrations plus basses que les concentrations molluscicides.

Mots clés : *Ambrosia maritima* - Molluscicide - Sénégal - Egypte.

SUMMARY

SIDHOM (M. Z.) and GEERTS (S.). — Comparison of the molluscicidal activity between a senegalese and an egyptian strain of *Ambrosia maritima* L. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1984, 37 (4) : 442-448.

The molluscicidal activity of a senegalese and an egyptian strain of *A. maritima* has been studied on *Biomphalaria glabrata* and *Lymnaea truncatula* snails. The LC₅₀ of the leaves of these plants, which had been dried and stored during one year, has been determined after exposure of the molluscs during 24 hours. The senegalese strain was significantly less effective against both species of molluscs (LC₅₀ respectively 929.3 and 1 203 mg/l) than the egyptian strain (LG₅₀ respectively 86.7 and 172 mg/l).

By extending the period of contact of the snails with the plant, however, the lethal concentration could be decreased significantly. Thirty five and 70 mg/l respectively of the egyptian and senegalese strain during a period of 4 days were sufficient to kill all the snails.

A significant loss of molluscicidal activity was noted after storage of the leaves of the egyptian plant during the second year. The LC₅₀ increased from 86.7 up to 141 mg/l.

By comparing the molluscicidal activity of the flowers and the seeds with the leaves of the egyptian strain, it has been shown that the latter were less effective against *L. truncatula* whereas they were much more active than the flowers and the seeds against *B. glabrata*.

Both strains of *A. maritima* were ovicidal at lower concentrations than those needed to kill the molluscs.

Key Words : *Ambrosia maritima* - Molluscicidal activity - Senegal - Egypt.

INTRODUCTION

L'action molluscicide d'*Ambrosia maritima* L. a été surtout étudiée en Égypte (1, 2, 3, 8, 9, 10, 11) et au Sénégal (12, 13).

Des tests réalisés à l'aide de souches provenant des deux pays ont confirmé l'efficacité de cette plante mais à des concentrations différentes. D'après VASSILIADES et DIAW (12), les causes de cette différence seraient les suivant-

tes :

a) Les mollusques utilisés au Sénégal seraient moins vulnérables que les espèces égyptiennes ;

b) La souche d'*Ambrosia* sénégalaise moins riche en principes actifs ;

c) Les deux raisons précédentes conjuguées.

Le but du présent travail était de :

1° comparer les deux souches d'*Ambrosia* dans les mêmes conditions et sur les mêmes espèces de mollusques (*Biomphalaria glabrata* et *Lymnaea truncatula*) ;

2° essayer de préciser l'effet du vieillissement sur l'activité de cette plante, compte tenu de la rareté des données relatives à ce sujet ;

3° examiner l'action ovicide et l'action molluscicide des feuilles, des fleurs et des akènes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

a. *Ambrosia maritima*

La plante sénégalaise provenait de la région de Mboro près de Thiès (± 70 km de Dakar). Elle nous avait été procurée par le Dr. VASSILIADES (date de récolte : mai 1981).

La plante égyptienne provenait de la Haute-Egypte, de Rézégat-Armant au Sud-Ouest de Louxor (date de récolte : juin 1981).

Au moment des essais les deux plantes étaient vieilles d'environ un an. Elles avaient été conservées à température ambiante (20-25 °C) sans aucune précaution spéciale.

La comparaison des deux plantes a été établie à l'aide d'une poudre des feuilles sèches. La poudre a été tamisée (mailles du tamis 250 μ) afin d'obtenir des particules de dimensions égales. Pour la souche égyptienne, une poudre a été préparée de la même façon à partir d'un mélange de fleurs et d'akènes.

b. Les mollusques

Les essais ont été réalisés d'une part à l'aide d'une souche portoricaine de *Biomphalaria glabrata*, entretenue en permanence à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers et, d'autre part, à l'aide d'une souche néerlandaise de *Lymnaea truncatula*, entretenue à l'Institut Central Vétérinaire de Lelystad. Les *Biomphalariae* ont été élevées dans l'eau déchlorinée, à la température de 25 °C avec comme nourriture principale de la salade. Les Limnées ont été maintenues dans des boîtes de Pétri sur un

sol argileux couvert d'algues (*Oscillatoria brevis*) à la température de 15 à 20 °C.

Pour assurer l'uniformité des mollusques du point de vue âge et grandeur, les *Biomphalariae* et les Limnées qui ont été utilisés dans les tests avaient un diamètre de respectivement 6 à 8 mm et de 2 à 4 mm.

c. Les tests molluscicides et ovicides

Le test d'immersion, proposé par l'OMS (7), a été utilisé pour les 2 espèces de mollusques. A chaque concentration du molluscicide, 3 lots d'au moins 10 mollusques ont été testés. Chaque lot de mollusques était immergé dans un bocal contenant un litre d'eau déionisée, et une quantité connue d'*A. maritima* mise dans un petit sachet de gaze. La période d'exposition était de 24 h à la température de 25 °C (± 1 °C) pour les *Biomphalariae* et de 18 °C (± 1 °C) pour les Limnées. Après ce délai, les mollusques étaient retirés et lavés 3 fois à l'eau déionisée. Vingt quatre heures plus tard la mortalité était notée. Un lot de 10 mollusques immergés dans l'eau déionisée sans molluscicide a servi de témoin et parfois un essai a été fait avec du sulfate de cuivre comme référence d'activité molluscicide. Après avoir testé au moins 3 concentrations différentes du molluscicide, les concentrations léthales (CL₅₀) ont été déterminées selon la méthode du « probit analysis » de FINNEY (4).

Quant aux tests ovicides, la même méthode a été suivie sauf qu'après le lavage, les œufs (± 20) fraîchement pondus ou incubés pendant plusieurs jours, ont été mis dans de l'eau déchlorinée pendant environ un mois pour évaluer l'effet sur l'éclosion.

La récolte des œufs a été faite à l'aide de plaques d'isomo placées à la surface de l'eau (*B. glabrata*) ou simplement par enlèvement manuel des amas d'œufs de *L. truncatula*.

RÉSULTATS

1. Action molluscicide des feuilles, des fleurs et des akènes d'*A. maritima*

Les tableaux 1.a et 1.b montrent clairement que les feuilles de la souche égyptienne d'*Ambrosia maritima* tuent aussi bien *B. glabrata* que *L. truncatula* à une concentration nettement plus basse que la souche sénégalaise. Le tableau II contient les valeurs des CL₅₀ des

TABL. N° I - Action molluscicide des feuilles d' *A. maritima*.

1. a. Sur <i>Biomphalaria glabrata</i> (essais d'avril-juillet 1982)				
Concentration <i>A. maritima</i> mg/l	Souche égyptienne		Souche sénégalaise	
	Nombre de mollusques testés	Pourcentage de mortalité	Nombre de mollusques testés	Pourcentage de mortalité
25	30	0		
50	30	32,6 (0)*	40	7,5
100	30	86,7 (48)	40	15
200	70	94,3 (71,8)	40	27,5
400	30	90 (75)		
800		(100)		
1 600			40	27,5
3 200			40	97,5
Témoins	70	0 (2,9)	120	0
CuSO ₄ (2mg/1)	5	100	5	100
1. b. Sur <i>Lymnaea truncatula</i> (essais de déc. 1982 - fév. 1983)				
100	40	32,5		
200	60	55		
400	40	77,5	40	15
800	60	85	60	18,3
1 600			40	85
3 200			50	82
Témoins	70	0	70	0
CuSO ₄ (2 mg/1)	10	100	10	100

* chiffres entre parenthèses : pourcentages de mortalité après stockage de la plante pendant deux années (essais de mai-juillet 1983).

TABL. N°II - Concentrations léthales (CL₅₀) de différentes parties des 2 souches
Ambrosia maritima pour *B. glabrata* et *L. truncatula*

	CL ₅₀ d' <i>A. maritima</i> (mg/l)		
	Souches égyptienne		Souche sénégalaise
	Feuilles	Fleurs et akènes	Feuilles
<i>B. glabrata</i>	86,70 (a) (73,8-101,1)*	531,8 (c) (317,1-891,7)	929,3 (a) (600,6-1 438)
<i>L. truncatula</i>	172,0 (b) (127,2-232,5)	127,9 (b) (79,7-205,2)	1 203 (b) (1 011-1 432)

* chiffres entre parenthèses : limites inférieures et supérieures, calculées à base des limites de fiabilité à 95 p.100.

(a) essais d'avril-juillet 1982 ; (b) essais de décembre 1982 - février 1983 ; (c) essais de juin-août 1983.

deux souches d'*A. maritima* pour les 2 espèces de mollusques.

La CL₅₀ des feuilles de la souche égyptienne pour *B. glabrata* est environ 10 fois plus basse que celle de la souche sénégalaise. Pour *L. truncatula* ces deux valeurs diffèrent d'un facteur 7.

L'efficacité des fleurs et des akènes de la souche égyptienne contre *L. truncatula* est légèrement supérieure à celle des feuilles. Cette différence n'est cependant pas statistiquement significative ($\chi^2 = 1,28$). En ce qui concerne *B. glabrata* par contre, les fleurs et les akènes sont nettement moins efficaces que les feuilles (Tabl. II). A défaut des fleurs et des akènes de la souche sénégalaise, leur efficacité n'a pu être comparée avec celle des feuilles.

2. Action molluscicide des feuilles d'*A. maritima* après un contact prolongé

Après un contact de 4 jours et 24 heures d'observation 100 p. 100 des *B. glabrata* sont tués à une concentration de 35 et 70 mg par litre respectivement avec les souches égyptienne et sénégalaise d'*A. maritima* (Tabl. III).

Les Lymnées ont seulement été testés avec la souche égyptienne à une concentration de 70 mg par litre. Celle-ci donnait 100 p. 100 de mortalité.

TABLEAU N°III-Action molluscicide des feuilles d'*A. maritima* après un contact prolongé (4 jours) (essais de mai-septembre 1983).

Concentration (mg/l) d' <i>A. maritima</i>	Nombre de <i>B. glabrata</i>	Pourcentage de mortalité
Souche égyptienne		
17,5	60	58,3
35	40	100
70	60	100
Souche sénégalaise		
17,5	50	30
35	50	66
70	60	100
Témoins	70	0

3. Action ovicide des feuilles d'*A. maritima*

Après avoir testé des concentrations doublées à partir de 100 mg par litre, il a été consi-

taté que les œufs de *B. glabrata* étaient tués après un contact de 24 h à une concentration de 100 mg/l de la poudre faite à base des feuilles de la souche égyptienne. Les feuilles de la souche sénégalaise ainsi que les fleurs et les akènes de la souche égyptienne n'étaient ovicides qu'à la concentration de 400 mg/l. Ces dernières cependant ne tuaient que les œufs fraîchement pondus et n'avaient aucune activité vis-à-vis des œufs, qui étaient déjà en incubation depuis plusieurs jours. Quant aux œufs de *L. truncatula*, les concentrations les plus basses, qui ont été testées et qui étaient à 100 p. 100 ovicides étaient de 100 et 200 mg/l respectivement pour les feuilles et le mélange des fleurs et des akènes de la souche égyptienne et de 400 mg/l pour les feuilles de la souche sénégalaise.

4. Effet du vieillissement d'*A. maritima*

Environ deux années après la récolte, les feuilles de la souche égyptienne d'*A. maritima* ont été retestées vis-à-vis de *B. glabrata* dans les mêmes conditions qu'auparavant. Les résultats de ces tests sont résumés dans le tableau 1.a (valeurs entre parenthèses). La CL₅₀ calculée d'après FINNEY (4) est de 141 mg par litre (limites inférieure et supérieure respectivement 115,2 et 172,6). En comparant cette valeur avec celle obtenue après une année de stockage (CL₅₀ : 86,7 mg/l), on constate une perte significative ($\chi^2 = 16,856$; $p < 0,001$) de l'efficacité intervenue pendant la deuxième année de stockage. Comme on ne disposait pas de feuilles fraîchement cueillies, l'effet du vieillissement durant la première année de conservation n'a pas pu être étudié.

DISCUSSION

Les résultats des tests molluscicides (Tabl. I et II) donnent une réponse très nette à la question, mise en avant par VASSILIADES et DIAW (12). La souche sénégalaise d'*A. maritima*, qui a été testée et qui provenait de la même localité que celle utilisée dans leurs essais est en effet significativement moins active contre les mollusques que la souche égyptienne. Cette observation corrobore les connaissances actuelles au sujet de la forte variation intraspécifique des lactones sesquiterpéniques, les principes actifs d'*Ambrosia* res-

pensables pour l'action molluscicide (6). Cette constatation ne permet pas d'affirmer que toutes les souches sénégalaises posséderaient une action molluscicide inférieure à celles de l'Égypte. Comme il a été remarqué pour *Phytolacca dodecandra* (5), dans chaque pays il existe probablement plusieurs souches d'*A. maritima* avec des degrés différents d'efficacité molluscicide.

Les chiffres obtenus dans ce travail ne peuvent pas être comparés directement avec ceux des autres auteurs parce que les plantes, qu'on a utilisées, étaient vieilles d'une année au moment des essais. Jusqu'à présent les Égyptiens et les Sénégalais ont toujours travaillé avec des plantes fraîches ou récemment séchées.

Néanmoins VASSILIADES et DIAW (12), qui ont utilisé un test molluscicide de longue durée, comparable à celui que nous avons décrit comme test de contact prolongé (Tabl. III), avaient besoin d'une concentration nettement plus élevée (375 mg/l) que la nôtre (70 mg/l) pour obtenir une mortalité de 100 p. 100 des mollusques avec la souche sénégalaise. Il faut remarquer toutefois que les espèces de mollusques utilisées dans les deux expériences étaient différentes. En outre VASSILIADES (communication personnelle) a utilisé la plante comme telle, sans la réduire en poudre, ce qui pourrait aussi influencer les résultats.

Quant on veut comparer les chiffres des auteurs égyptiens avec les nôtres, il n'y a que peu de matériel disponible. SHOEB et EL-EMAM (11) ont déterminé les valeurs CL_{50} et CL_{95} du dampsine et de l'ambrosine, les principes actifs purifiés à partir d'*A. maritima* d'origine égyptienne, selon les tests standardisés par l'O.M.S., mais cela n'a pas été fait pour la poudre de la plante comme telle. SHERIF et EL SAWY (8) ont seulement démontré qu'une concentration de 1 000 mg par litre suffisait à tuer les *Biomphalaria sp.* et *L. caillaudi* dans des conditions de laboratoire.

Les résultats de nos essais avec la souche égyptienne montrent que la CL_{50} pour *B. glabrata* était 86,7 mg/l tandis qu'il fallait 172 mg/l pour *L. truncatula*. Toutefois, en prolongeant la durée du contact des mollusques avec la poudre d'*A. maritima*, la concentration létale peut être diminuée très significativement. Trente cinq et 70 mg/l respectivement de la souche égyptienne et sénégalaise, pendant une période de 4 jours, suffisent à tuer 100 pour 100 des *Biomphalariae*. Le fait

qu'il faut environ 3 jours avant que tous les mollusques soient tués confirme les observations de SHERIF et EL-SAWY (8) que le produit actif se dissout lentement dans l'eau et qu'il y a une relation inverse entre le temps d'exposition et la concentration. Ces observations ont été faites avec une plante âgée de 2 ans et il est donc possible qu'en travaillant avec la plante fraîche les concentrations citées puissent encore être diminuées.

Le fait que les fleurs et les akènes de la souche égyptienne étaient légèrement plus efficaces contre *L. truncatula* que les feuilles tandis que l'inverse était vrai pour *B. glabrata* est difficilement explicable (Tabl. II). Les *Biomphalariae* (CL_{50} : 531,8 mg/l) ont été testés quelques mois plus tard que les Limnées (CL_{50} : 127,9 mg/l), mais une telle différence ne peut certainement pas être attribuée uniquement à un effet de vieillissement. En tous cas, du point de vue pratique, il est clair qu'il ne faudrait pas nécessairement attendre la floraison des *Ambrosia*. Les feuilles de la plante ont un effet quasi égal ou même supérieur à celui des fleurs et des akènes.

Concernant l'action ovicide nos résultats confirment ceux des autres auteurs (2, 8). Ils montrent que les œufs de *B. glabrata* aussi bien que ceux de *L. truncatula* sont sensibles aux concentrations plus basses que celles requises pour les mollusques. Du point de vue pratique, cette caractéristique est importante. Elle permet de réduire le nombre d'interventions et donc les frais de la lutte. VASSILIADES et DIAW (13) sont les seuls qui font mention de l'absence d'activité ovicide d'*A. maritima*. En appliquant une concentration de 375 à 400 mg/l de la souche sénégalaise dans un mare, ils n'ont pas réussi à tuer les œufs de *L. natalensis*.

Jusque récemment, il n'y avait pas de données précises sur l'influence du vieillissement d'*A. maritima*. Sans qu'ils donnent des chiffres exacts, SHERIF et EL-SAWY (8) mentionnent que l'activité molluscicide vis-à-vis de *Biomphalaria spp.* et *Bulinus sp.* se conserve pendant 2 années de stockage de la plante en dessous de 50 °C.

Cette affirmation doit être nuancée à la suite de nos tests avec *B. glabrata*. En effet, il y a une perte significative de l'efficacité quand on compare la CL_{50} de la plante après une conservation d'une année (86,7 mg/l) et de 2 années (141 mg/l). Cet effet, qui s'est produit donc pendant la deuxième année de stockage n'a pas

été remarqué par SHERIF et EL-SAWY (8) parce qu'ils ont utilisé des concentrations molluscicides trop élevées (1 000 mg/l).

CONCLUSIONS

En conclusion, on peut dire que nos essais ont apporté quelques données nouvelles, qui ont des conséquences sur le plan pratique :

1. Une différence très nette peut exister entre l'action molluscicide de souches d'*A. maritima* d'origine différente. Avant de commencer la culture d'une souche sauvage, il est donc conseillé de comparer plusieurs souches et de sélectionner la souche possédant une activité molluscicide meilleure ;

2. Les fleurs et les akènes d'*A. maritima* ont une activité molluscicide plus ou moins égale ou plus basse que les feuilles. Cette observation complète les informations déjà connues (8) concernant les racines et les tiges qui ne semblent pas contenir de substances actives ;

3. Jusqu'à présent, le seul chiffre connu sur l'activité ovicide d'*A. maritima*, dans des conditions de laboratoire, était celui de SHERIF et EL-SAWY (8). Ils avaient démontré l'action toxique d'une solution de 1 g/l après l'exposi-

tion des œufs pendant 48 heures. Nos expérimentations ont démontré que la plante possède une activité ovicide à des concentrations plus basses, déjà après un contact de 24 heures ;

4. En considérant l'effet du vieillissement de la plante constaté pendant les expériences menées durant la deuxième année après la récolte, nous pouvons néanmoins affirmer que, même après 2 années de conservation, la plante n'a pas perdu toute son activité. Elle garde encore une activité molluscicide appréciable.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M. F. CEULEMANS pour l'appui technique qu'il a apporté à ce travail. Nos remerciements vont aussi au Pr. P. GIGASE (I.M.T., Anvers) et au Dr. H. L. OVER (C.D.I. Lelystad) qui nous ont procuré les mollusques testés et au Dr. VASSILIADES qui nous a envoyé la souche sénégalaise d'*A. maritima*. Nous adressons aussi nos remerciements à l'ir. A. CALUS (Université de l'Etat, Gand) qui a bien voulu faire l'analyse statistique de nos données. Enfin nous remercions le Pr. J. MORTELMANS pour ses encouragements et pour les facilités qu'il nous a données pour réaliser ce travail.

RESUMEN

SIDHOM (M. Z.) y GEERTS (S.). — Comparación de la acción moluscicida de una muestra senegalesa y egipcia de *Ambrosia maritima*. *L. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 442-448.

Se estudió la acción moluscicida de dos muestras de *Ambrosia maritima* provenientes de Egipto y de Senegal sobre *Biomphalaria glabrata* y *Lymnaea truncatula*. Se determinó la CL50 (concentración letal) de las hojas secadas y conservadas durante un año después de una exposición de los moluscos durante 24 horas. La muestra senegalesa parecía de lejos menos eficaz contra ambas especies de moluscos (CL50 respectivamente 929,3 y 1 203 mg/l) que la muestra egipcia (CL50 respectivamente 86,7 y 172 mg/l).

Al prolongar la duración del contacto de los moluscos con la planta, la concentración letal podía disminuirse significativamente.

Un contacto durant 4 días con concentraciones respectivas de 35 mg/l y 70 mg/l de las muestras egipcia y senegalesa mataba 100 p. 100 de los moluscos sometidos a la prueba.

Después de un almacenamiento de las hojas de la planta egipcia durante dos años, se observaba una pérdida significativa de la actividad moluscicida.

La CL50 llegaba de 86,7 hasta 141 mg por litro.

Comparando la actividad moluscicida de las diferentes partes de la muestra egipcia, se comprobó que las flores y los aquenios son más eficaces contra *L. truncatula* que las hojas e inversamente contra *B. glabrata*. Ambas muestras de *A. maritima* eliminaban los huevos con concentraciones más bajas que las concentraciones moluscicidas.

Palabras claves : *Ambrosia maritima* - Molluscicida - Senegal - Egipto.

RÉFÉRENCES

1. EL-MAGDOUB (A. A. I.), EL-SAWY (M. F.), BASSIOUNY (H. K.), EL-SAYED (I. A.), GHALIL (R. A.), HASSAN (E. M.). An evaluation of the plant *Ambrosia maritima* as a molluscicide. *Irish vet. J.*, 1980, 34 : 157-159.
2. EL-SAWY (M. F.), BASSIOUNY (H. K.), EL-MAGDOUB (A. I.). Biological control of schistosomiasis. *Ambrosia maritima* (damsissa) for snail control. *J. egypt. Soc. Parasit.*, 1981, 11 : 99-117.
3. EL-SAWY (M. F. E.), BASSIOUNY (H. K.),

- RASHWAN (A.) and EL-MAGDOUB (A. I.). *Ambrosia maritima* (Damsissa) a safe and effective molluscicide in the field. *Bull. High. Inst. Publ. Hlth.*, Alex., 1978, 7 : 1-4.
4. FINNEY (D. J.). Probit analysis. Cambridge, University Press, 1952.
 5. LUGT (C. B.). *Phytolacca dodecandra* (endod) as a means to control schistosomiasis transmitting snails. In : LEMMA (A.), HEYNEMAN (D.) and KLOOS (H.), ed. Studies on the molluscicidal and other properties of the endod plant *Phytolacca dodecandra*. Unpublished report, San Francisco, 1979, pp. 263-265.
 6. MABRY (T. J.). Intraspecific variation of sesquiterpene lactones in *Ambrosia* (Compositae) : Applications to evolutionary problems at the populational level. In : HARBORNE (J. B.), ed. Phytochemical phylogeny. London, Academic Press, 1970. p. 85-114.
 7. O.M.S. Molluscicide screening and evaluation. *Bull. W.H.O.*, 1965, 33 : 567-581.
 8. SHERIF (A. F.), EL-SAWY (M. F.). Molluscicidal action of an egyptian herb. I. Laboratory experimentation. *Alexandria med.*, 1962, 8 : 139-148.
 9. SHERIF (A. F.), EL-SAWY (M. F.). Field trials of the molluscicidal action of *Ambrosia maritima* (damsissa). *Bull. High. Inst. Hlth. Alexandria*, 1977, 7 : 1-4.
 10. SHOEB (H. A.), EL-EMAM (M. A.). Screening of some egyptian herbs for molluscicidal activity. *Egyptian J. Bilh.*, 1975, 2 : 295-300.
 11. SHOEB (H. A.) and EL-EMAM (M. A.). The molluscicidal properties of natural products from *Ambrosia maritima*. *Egypt. J. Bilh.*, 1976, 3 : 157-167.
 12. VASSILIADES (G.) et DIAW (O. T.). Action molluscicide d'une souche sénégalaise d'*Ambrosia maritima*. I. Essais en Laboratoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 33 : 401-406.
 13. VASSILIADES (G.) et DIAW (O. T.). Action molluscicide d'*Ambrosia maritima*. II. Essais dans les conditions naturelles. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 : 179-182.

Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina Faso)

par D. CUISANCE (1), H. POLITZAR (2), P. MÉROT (2), I. TAMBOURA (3)

(1) I.E.M.V.T.-CIRAD, 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex France.

(2) C.R.T.A., B.P. 454, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

(3) Direction de l'Élevage, B.P. 7026, Ouagadougou, Burkina-Faso.

RÉSUMÉ

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MÉROT (P.), TAMBOURA (I.). — Les lâchers de mâles irradiés dans la campagne de lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Burkina-Faso). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 449-467.

Pour permettre le développement de l'élevage sur 240 000 ha de la zone pastorale de Sidéradougou, le C.R.T.A. est intervenu sur 300 000 ha. L'élimination de *G. p. gambiensis* et de *G. tachinoides* sur 600 km de galeries forestières a reposé sur l'alternance de 2 méthodes non polluantes utilisées en intégration : écrans insecticides et lâchers de mâles stériles.

Après une phase préparatoire de 2 années (ouverture de pistes, prospection, barrières, etc.), le C.R.T.A. a mis en place 7 204 écrans insecticides pendant la saison sèche 1983 suivis par les lâchers en saison des pluies, tous les 14 jours, à des points équidistants de 2 km sur le réseau hydrographique, de 379 000 mâles irradiés. En 1984, 1/3 de la surface a été retraité avec des écrans, puis 467 000 mâles irradiés ont été lâchés selon le même protocole.

Le bon comportement des mâles irradiés et leur forte domination numérique ont abouti à l'élimination des populations résiduelles, l'impact de la lutte génétique étant suivi par l'examen des images ovaro-utérines des femelles capturées.

Les facteurs favorables et défavorables au projet sont discutés, en particulier l'absence d'une législation pastorale devant l'afflux des troupeaux. Cette zone abrite actuellement entre 50 000 et 70 000 têtes de bétail.

Mots clés : *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Mâles irradiés - Lutte contre les glossines - Burkina.

SUMMARY

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MÉROT (P.), TAMBOURA (I.). — Irradiated male release for an integrated campaign against *Glossina* spp. in the Sideradougou pastoral area (Burkina). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 449-467.

In order to permit livestock development in an area of 240 000 ha of the pastoral zone of Sideradougou (Burkina), the C.R.T.A. has intervened in more than 300 000 ha.

The elimination of *G. p. gambiensis* and of *G. tachinoides* along 600 km of gallery forest has been achieved by the integration of two non polluting methods : the use of insecticide impregnated screens and the release of sterile males of these two species.

After a preparatory phase lasting two years (access roads, surveys, barriers) the C.R.T.A. placed 7 204 insecticide impregnated screens in the gallery forests during the 1983 dry season, followed by the release of sterile males throughout the rainy season. 370 000 sterile males had been released in a two weeks rythm at regular intervals of 2 km along the rivers.

In 1984, 1/3 of the area was similarly retreated with screens and the release of 467 000 sterile males, using the same release pattern.

The excellent performance of the irradiated males and their excess in numbers have induced eradication of the residual population ; the impact of this biological control operation was monitored through examination of the ovaro-uterine configuration of captured females.

Favorable and unfavorable factors are discussed, especially the lack of a legislation to control cattle movements in and out of the cleared area. Depending on seasonal changes the area hosts between 50 000 and 70 000 head of cattle.

Key words : *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Irradiated males release - Tsetse control - Burkina.

INTRODUCTION

Après une phase préparatoire de deux années, le Centre I.E.M.V.T.-G.T.Z. de

Recherches sur les Trypanosomoses animales de Bobo-Dioulasso a entrepris une campagne originale de lutte contre les glossines dans une zone pastorale de 300 000 ha. Elle repose sur

l'utilisation en alternance de deux méthodes non polluantes. La première fait appel à des écrans insecticides mis en place en saison sèche. Utilisée dès le début du siècle (écrans enduits de glu), cette méthode a été réhabilitée en Afrique Occidentale par les chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. (21, 22) qui ont accru son efficacité en imprégnant des écrans d'étoffe de couleur bleue avec de nouvelles molécules insecticides (pyréthrinoides de synthèse). 7 200 écrans ont été mis en place dans la zone pastorale, au cours de la première saison sèche d'intervention (24). Ils ont provoqué des chutes de densité importantes tant parmi les glossines riveraines (*G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*) que parmi les glossines savanicoles (*G. m. submorsitans*), présentes dans le tiers sud-est de la zone.

Des lâchers de mâles irradiés ont alors pris le relai de cette intervention. Le C.R.T.A., avait déjà expérimenté cette méthode durant 5 années sur des tronçons de galeries forestières contre *G. p. gambiensis* (13, 14, 20, 25, 26, 29). Son efficacité ayant été démontrée et le mode d'emploi défini (7, 11, 31, 32, 33), il a proposé de la rendre opérationnelle dans le cadre de la campagne de lutte en cours, ce qui impliquait la mise au point d'une méthodologie adaptée à la surface de la zone du projet.

Le déroulement de l'intervention par lâchers de mâles irradiés contre les glossines riveraines fait l'objet de cette note. D'une part, ce sont en effet ces mouches qui occupent les deux tiers de la zone : les lâchers ont donc été dirigés en priorité contre elles ; d'autre part, du fait même de leur bioécologie plus facile à étudier (biotopes linéaires, déplacements plus limités, moyens de capture plus fiables...), elles se prêtent mieux à des estimations permettant d'apprécier l'impact des lâchers de mâles irradiés.

Présentation succincte de la zone

Située au sud de Bobo-Dioulasso, la superficie de la zone pastorale est de 240 000 ha ; en raison de l'écodistribution des espèces présentes, l'intervention contre les glossines a dû dépasser ces limites et couvrir 300 000 ha. La région reçoit normalement 1 100 à 1 200 mm de pluies par an. Mais elle n'a bénéficié, ces deux dernières années, que de chutes égales ou inférieures à 1 000 mm. Elle se classe dans le domaine soudanien d'AUBREVILLE avec

2 saisons fraîches (décembre à janvier et août) et 2 saisons chaudes (mars à mai et octobre), une saison des pluies de 4 mois et une grande saison sèche (36). Le relief est peu marqué, à l'exception de la falaise de Banfora, constituée de grès précambriens qui accumulent l'eau et la restituent sous forme d'une multitude de sources entourées d'une végétation cryptique constituant de nombreux bois « sacrés ». Les galeries forestières, bordant un assez vaste réseau hydrographique, sont généralement ouvertes, peu larges mais denses. Au niveau de quelques endroits, elles peuvent s'élargir et former alors des « bois » constitués principalement de *Ficus plathyphylla* et de *Ficus congensis* caractérisés par leur riche réseau de racines aériennes parfois difficilement pénétrables, qui constituent un biotope très favorable aux glossines. Soumise à une très active colonisation agricole, cette zone est peuplée de 20 000 à 30 000 habitants (6). Le gros bétail est représenté par 8 000 taurins, 11 280 zébus sédentaires et 52 480 zébus transhumants (5, 6). La faune y est presque inexistante.

Chronologie des interventions

Celles-ci se sont déroulées, en fonction des saisons, de la façon suivante :

— saison sèche 1983 : mise en place d'écrans sur 580 km du réseau hydrographique représentant des gîtes réels ou potentiels, puis retrait en début des pluies ;

— saison des pluies 1983 : lâchers de mâles irradiés ;

— saison sèche 1984 : remise des écrans sur environ un tiers du réseau hydrographique où quelques glossines avaient été retrouvées lors des contrôles réguliers ; poursuite des lâchers ailleurs ; puis retrait des écrans avant les pluies ;

— saison des pluies 1984 : lâchers des mâles irradiés sur toute l'étendue de la zone.

Préparation de la campagne

— Une analyse de la situation (élevage et agriculture) de la zone a été conduite sur le cheptel : effectifs, typologie des élevages, système de production, santé animale etc. (5, 6), et sur les populations agricoles : recensement, mouvements pastoraux, accroissement de l'agriculture, régions conflictuelles, etc. (6).

— Un vaste réseau de pistes carrossables (606 km) a été créé avec des moyens mécani-

ques ou manuels pour permettre la prospection entomologique, la mise en place des écrans et leur retrait, les lâchers de mâles irradiés et la surveillance régulière de la zone. La création de ce réseau aurait dû être partagée avec le projet d'aménagement proprement dit (F.E.D.) car il faisait partie de la mise en valeur pastorale de la zone.

— Une prospection entomologique fine a été réalisée avec des pièges biconiques CHALLIER-LAVEISSIÈRE (4). Elle a permis de faire l'inventaire des glossines rencontrées et de présenter leur distribution et leur densité apparente sur une carte au 1/50 000^e (17).

- 11 159 *G. tachinoides* ont été capturées. Cette espèce, la mieux représentée, se retrouve sur les cours d'eau permanents et temporaires ainsi qu'au niveau des sources, avec une moyenne de 1,16 glossine/piège/jour et des pics à 65 glossines/piège/jour.

- *G. p. gambiensis* a été retrouvée sur une grande partie du réseau hydrographique mais en densité plus basse (moyenne : 0,40 gl./p./j.; maximum : 22 gl./p./j.) avec une préférence pour les bois entourant les sources (« mouche des sources ») où la densité a pu atteindre 44 gl./p./j.

- Une espèce de savane (*G. m. submorsitans*) occupe le tiers sud-est de la zone (moyenne : 2,45 gl./p./j.; maximum : 12 gl/p./j.) caractérisé par de belles savanes boisées à *Isobertia doka*.

- De plus, des estimations de la densité réelle ont été effectuées sur quelques tronçons de galeries forestières les plus représentatifs.

- Le réseau hydrographique a été bloqué de façon permanente au sud et à l'est par des barrières de pièges ou d'écrans insecticides de 7 à 10 km de long disposées sur les deux troncs de rivière drainant la totalité de la zone (12, 27, 28). En outre, un système de 800 pièges et 950 écrans disposés sur des travées en savane s'oppose à la présence et au passage de *G. m. submorsitans* (32, 33). Deux barrières secondaires au Nord-Ouest et au Nord-Est viennent renforcer ce dispositif, qui est contrôlé et entretenu en permanence.

- La surveillance entomologique est assurée par la mise en place de 2 pièges biconiques pendant 48 heures au niveau de 41 points de contrôle sélectionnés pour leur forte prédisposition à abriter des glossines (lieux de forte densité au moment de la prospection). Ce sondage, effectué régulièrement tous les 2 mois, a été complété par une prospection générale du

réseau hydrographique après chacune des années d'intervention.

- Enfin, tous ces éléments, nécessaires à la connaissance du milieu, ont permis de définir les quantités de femelles reproductrices à élever en insectarium en vue des lâchers. La mise au point de techniques de stockage, de manipulation, d'immobilisation (3), mais surtout d'alimentation à partir du sang prélevé à l'abattoir local (2, 3) a permis d'élever jusqu'à 330 000 femelles reproductrices dans 6 insectariums de conception simple et fiable : 180 000 *G. p. gambiensis*, 100 000 *G. tachinoides* et 50 000 *G. m. submorsitans* (3).

Impact des écrans insecticides sur les populations de glossines

On sait que les écrans agissent, d'une part en provoquant un remaniement de la pyramide des âges des populations de glossines à l'avantage des jeunes individus, d'autre part, en abaissant fortement les densités de ces populations (21).

Cette situation est très propice à une intervention par lâchers de mâles irradiés : ceux-ci se trouvent alors en présence de jeunes femelles en faible nombre. Au cours de la phase d'intervention générale avec des écrans (24), la densité apparente des populations riveraines, au niveau des 41 points de contrôle (82 pièges), est passée de 831 glossines avant traitement à 62 glossines après traitement, soit une chute moyenne de 92,54 p. 100 pour *G. tachinoides* (variations de 85,39 à 98,20 p. 100 suivant les secteurs géographiques).

Elle est passée de 530 glossines à 63, soit une chute moyenne de 88,11 p. 100 pour *G. p. gambiensis* (variation de 74,12 à 94,92 p. 100). Importantes sur les galeries forestières, les chutes de densités ont été médiocres voir très insuffisantes dans certaines formations boisées.

Evaluation des quantités de mâles irradiés à lâcher

Elles sont fonction, d'une part des densités résiduelles des populations sauvages après la mise en place d'écrans insecticides, et d'autre part du rapport souhaité mâles irradiés/mâles sauvages. Avant toute intervention, des estimations de densités réelles (indice de LIN-

COLN simple) ont été établies sur quelques tronçons de galeries forestières considérés comme les plus favorables aux glossines riveraines. Elles figurent dans le tableau I.

TABL. N°I—Estimation des densités réelles avant intervention (glossines/km linéaire)

	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. p. gambiensis</i>
Lafigué-Panapra (12 km)	563	31
Panapra (6 km)	98	42
Koba (10 km)	38	65

En supposant que les densités soient uniformes sur les 600 km de galeries infestées et en tablant sur des réductions de densités par les écrans de 97 p. 100 pour *G. tachinoides* et de 90 p. 100 pour *G. p. gambiensis*, il devait rester après cette intervention :

— *G. tachinoides* : 7 glossines/km, soit 3,5 mâles sauvages/km ;

— *G. p. gambiensis* : 4 glossines/km, soit 2 mâles sauvages/km.

Puisqu'il faut 10 mâles irradiés pour 1 mâle sauvage (11), il sera nécessaire de lâcher 35 mâles irradiés de *G. tachinoides* et 20 mâles irradiés de *G. p. gambiensis* par kilomètre.

La prospection a montré que les densités étaient en général très irrégulières et bien en deçà des valeurs servant à ce calcul (galeries plus étroites à végétation réduite). Par contre, l'abaissement des densités par les écrans (92 p. 100 et 88 p. 100) a été inférieur à celui escompté (97 p. 100 et 90 p. 100). Les quantités fixées devaient donc être amplement suffisantes pour que les mâles irradiés dominent numériquement la population de mâles sauvages.

Espacement et préparation des points de lâcher

Les expériences menées de 1974 à 1979 par le C.R.T.A. ont démontré qu'un espacement de 2 km des points de lâcher assurait une bonne dispersion des mâles lâchés dans ce type de galerie (25). Une expérience plus approfondie réalisée en 1980 (*) avait confirmé ces

résultats (18). Avant le retrait des écrans, le réseau hydrographique propice aux glossines (cf. prospection) a été jalonné de 207 points de repères, espacés de 2 km chacun et matérialisés par des marques en plastique colorées, clouées aux arbres, afin de visualiser pour le personnel les futurs points de lâchers des mâles irradiés (cf. Carte).

Fréquence des lâchers

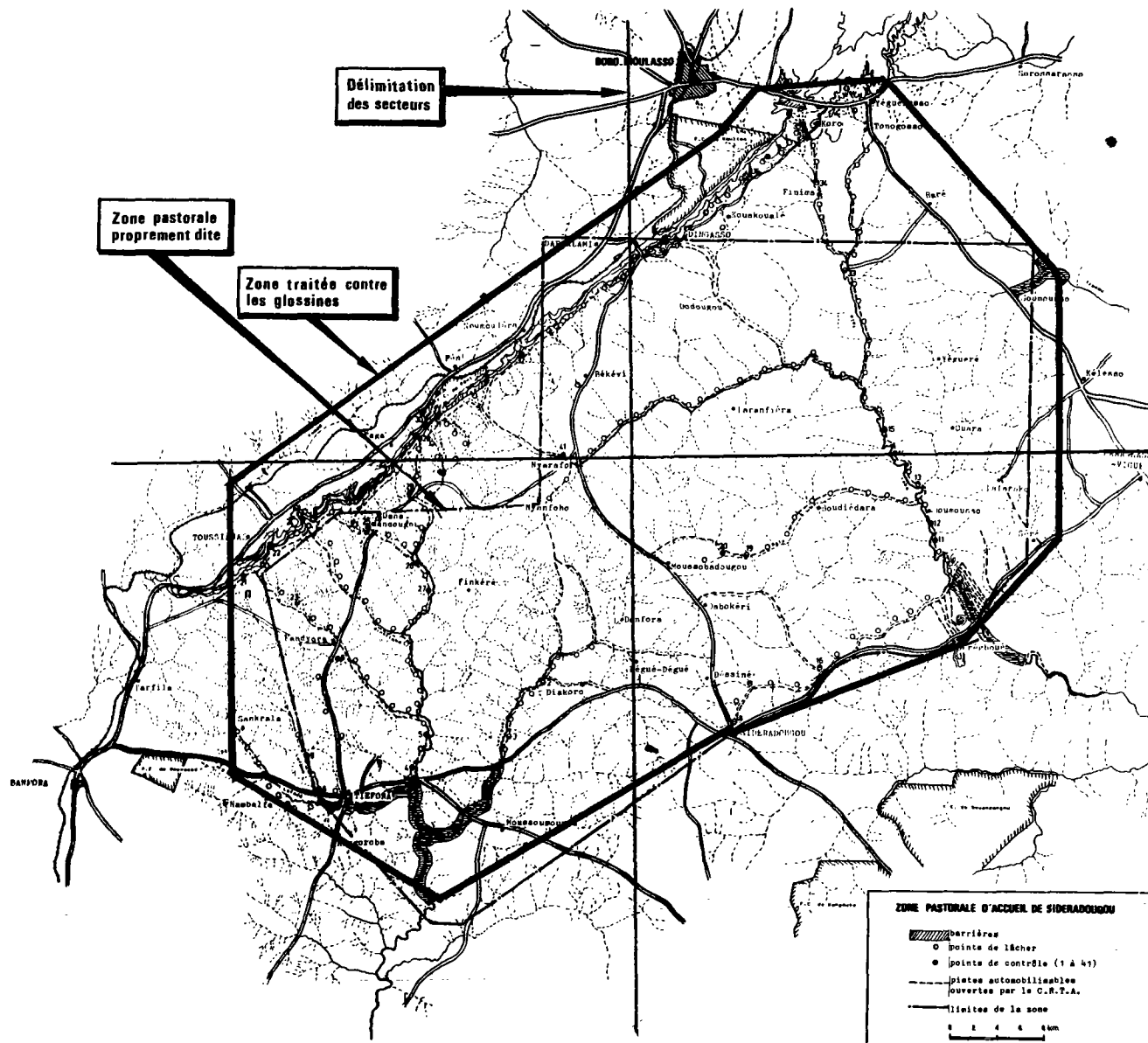
La zone pastorale a été divisée en 4 secteurs (Nord-Ouest, Nord-Est, Sud-Ouest, Sud-Est). Les lâchers ont été effectués une semaine dans deux des secteurs et la semaine suivante dans les deux autres. Il y a donc eu répétition des lâchers au niveau d'un même point tous les 14 jours, ce qui est satisfaisant compte tenu des études faites sur la longévité des insectes (25). Les quantités lâchées se sont étalées sur 3 à 5 jours suivant les semaines et les secteurs impliqués.

Etat de l'insecte lâché, doses d'irradiation, marquage

Le C.R.T.A. a continué à adopter le lâcher des glossines à l'état adulte, ce qui permet de ne stériliser que les mâles et d'épargner les femelles, d'alimenter les glossines avant les lâchers, gage d'une meilleure survie et moyen d'abaisser leur rôle vecteur éventuel.

Cette technique est simple et permet en outre un marquage à volonté des insectes. Libérés à l'état adulte, ils se dispersent rapidement, réduisant ainsi les risques de perte par prédation. Après de nombreux tests réalisés au C.R.T.A. avec un irradiateur au Césium 137 (débit de dose : 50 000 rads/heure), les doses d'irradiation ont été fixées à 10 000 rads pour *G. tachinoides* (20, 32) et 11 000 rads pour *G. p. gambiensis* (34), provoquant une stérilité de 95 p. 100 environ. Afin de pouvoir identifier les glossines lors des contrôles réguliers tous les deux mois et d'apprécier l'impact de la méthode, les mâles irradiés ont été systématiquement marqués par une tache de gouache acrylique déposée sur le thorax à la faveur d'un endormissement au froid (*G. p. gambiensis*) ou au dioxyde de carbone (*G. tachinoides*). Sept coloris ont été retenus pour leur bonne qualité. Un coloris différent est utilisé à chaque lâcher.

(*) Cette expérience a bénéficié de l'aide du Programme spécial PNUD/Banque Mondiale/OMS de recherche et de formation concernant les maladies tropicales.



Transport des mâles irradiés

Les mâles sont transportés dans des containers simples et robustes, constitués d'une armature métallique recouverte de toile de jute humidifiée. Ils peuvent contenir, selon les formats, de 1 200 à 2 700 mâles (3).

Ils sont chargés sur un véhicule léger qui a desservi ponctuellement (tous les 2 km) les galeries accessibles. Pour les parties accidentées (falaise de Banfora en particulier), ou dépourvues de pistes d'accès, ou dont les pistes sont momentanément impraticables (saison des pluies), les lâchers ont été effectués à bicyclette. La voiture a déposé le cycliste avec son lot de mouches le matin et l'a repris en fin de tournée. Le transport s'est alors fait dans des sacs doublés de toile de jute humidifiée et por-

tés en bandoulière. Ce moyen s'est avéré très fiable, très pratique et efficace.

Enfin, quelques lâchers par U.L.M. (29) ont été effectués avec succès.

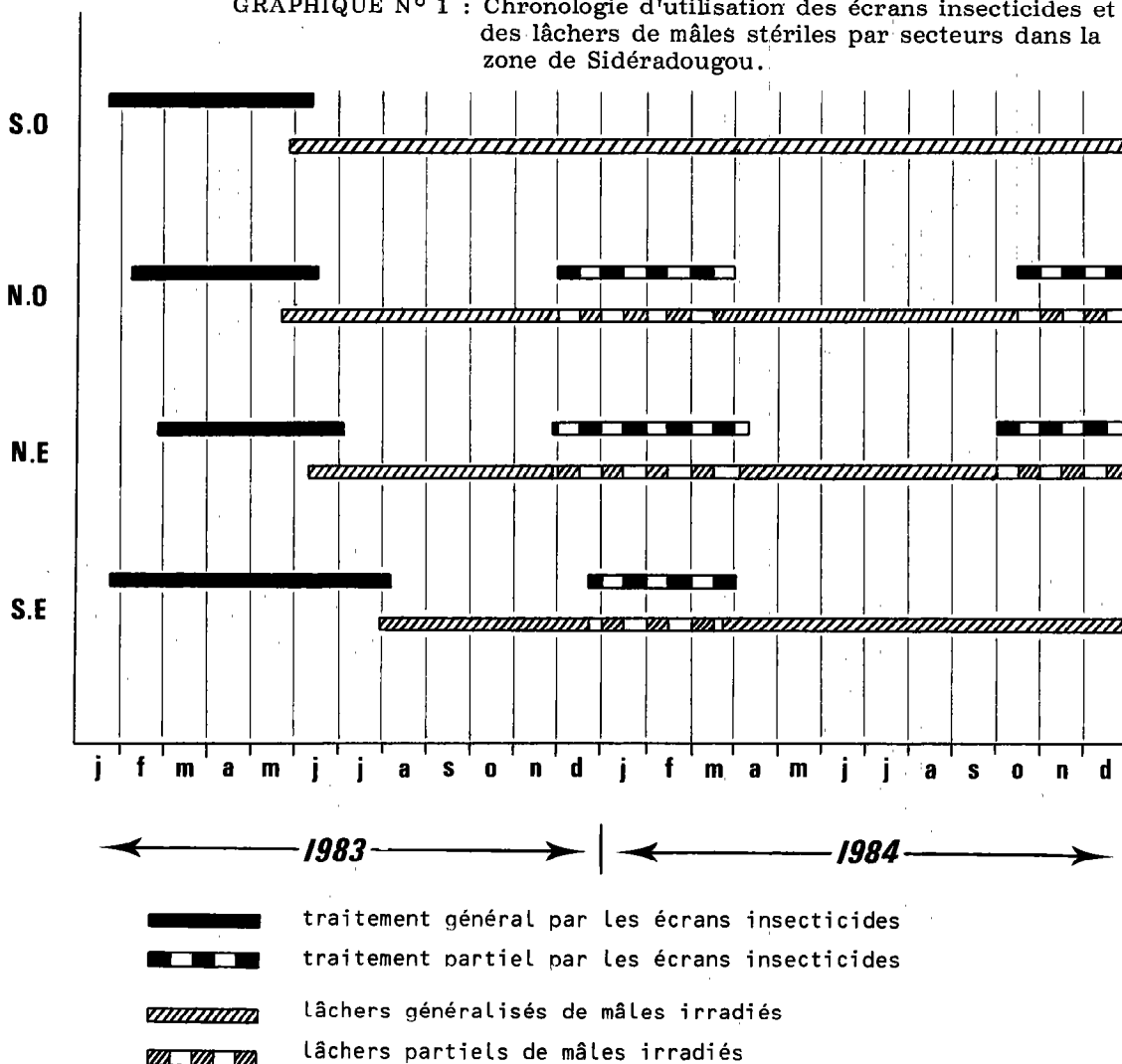
Périodes des lâchers

1^{re} année (1983)

Les lâchers ont commencé dans chaque secteur juste après le retrait des écrans, s'étendant alors progressivement secteur par secteur à toute la zone (chronologie des opérations : graphique n° 1).

Les premiers lâchers, qui coïncident avec le début des pluies, ont eu lieu, selon les secteurs, du 19 mai au 28 juillet 1983, les pluies ayant été tardives cette année-là.

GRAPHIQUE N° 1 : Chronologie d'utilisation des écrans insecticides et des lâchers de mâles stériles par secteurs dans la zone de Sideradougou.



Pour chaque secteur en effet, la pose des écrans et leur retrait ont été sensiblement différents, le début de l'intervention par les écrans ayant été étroitement lié à la progression de la prospection entomologique, elle-même variable suivant les difficultés de terrain et la densité du réseau de rivières ou de sources (falaise).

Les lâchers ont été alors ininterrompus, dans le secteur Sud-Ouest, pendant la saison des pluies et la saison sèche suivante. Dans les trois autres secteurs, les lâchers ont été continus 4 à 6 mois (saison des pluies). L'interruption n'a été que partielle en début de la nouvelle saison sèche, touchant seulement des bois denses de *Ficus sp.* sur certaines galeries et des bois « sacrés » au bas de la falaise, dans lesquels les sondages ont révélé en général la présence de quelques rares glossines. A la faveur de la saison sèche, des écrans et quelques pièges insecticides ont alors été réimplantés dans ces formations boisées. Par précaution, cette intervention a été étendue aux parties du réseau hydrographique liées à ces bois. La mise en place d'écrans a ainsi eu lieu sur un tiers du réseau hydrographique. Sur les 2/3 restant, les lâchers de mâles irradiés de *G. tachinoides* et de *G. p. gambiensis* se sont poursuivis sans interruption, tous les 2 km, dans les galeries et les bois, au rythme fixé (Graphique n° 1).

2^e année (1984)

Tous les écrans et les pièges qui avaient été remis en place pendant 2 mois environ ont été retirés à partir du mois de mars 1984. Les lâchers de mâles irradiés ont alors repris dans les formations ainsi traitées. La lutte génétique a donc à nouveau été étendue à l'ensemble de la zone, juste au début des pluies et durant toute la saison humide.

Les contrôles réguliers tous les 2 mois, ainsi que les sondages systématiques du réseau hydrographique en début de saison sèche, sont restés négatifs pendant 8 mois. Au début octobre quelques rares glossines, certainement importées par le bétail qui n'a cessé de transiter dans cette zone, ont été capturées en limite de la zone pastorale.

Une remise très partielle et très ponctuelle des écrans a été décidée sur 5 km de galeries forestières tandis que les lâchers se sont poursuivis sur la quasi-totalité de la zone. Autrement dit, après une franche alternance de la méthode des écrans (saison sèche) et de la

méthode de mâles stériles (saison des pluies) en début de campagne, les lâchers de mâles irradiés se sont substitués régulièrement et de façon croissante aux écrans pour n'être plus pratiquement que la seule méthode utilisée jusqu'en fin de campagne.

Bilan des lâchers

Après déduction des pertes, près de 379 000 mâles irradiés (82 000 *G. tachinoides* et 297 000 *G. p. gambiensis*) ont été effectivement lâchés pendant 8 mois en 1983, au cours de 152 séances de lâcher. En 1984, le total libéré a été de 467 000 : 100 000 *G. tachinoides* et 367 000 *G. p. gambiensis*, au cours de 198 séances de lâcher s'étendant sur 12 mois (Tabl. II).

A chaque séance et au niveau de chaque point de lâcher, les deux espèces de glossines ont été libérées simultanément. Les quantités lâchées ont varié d'un secteur à l'autre du fait des différences de dates au début des lâchers, mais surtout à cause des différentes longueurs de galeries à couvrir. En raison d'un déblocage tardif des crédits, la mise en route des élevages de *G. tachinoides* au laboratoire a été retardée si bien que, si les effectifs de femelles de *G. p. gambiensis* ont été largement excédentaires par rapport aux besoins théoriques, ceux de *G. tachinoides* ont été à peine suffisants. Il a été lâché environ 100 *G. p. gambiensis* par point tous les 14 jours et seulement environ 30 *G. tachinoides*. Ces quantités sont demeurées fixes dans le temps. Les pertes enregistrées systématiquement par comptage des insectes ne s'envolant pas ont été de 13,8 p. 100 pour *G. tachinoides* et de 10,7 p. 100 pour *G. p. gambiensis* en 1983. En 1984, elles ont été respectivement de 22,7 p. 100 et 6,2 p. 100.

Ceci s'explique par la grande fragilité de *G. tachinoides* aux manipulations, mais surtout par une sensibilité différente au procédé d'immobilisation : le refroidissement est mal supporté par cette espèce pour laquelle le marquage a dû être effectué sous atmosphère de dioxyde de carbone (Tabl. III).

Comportement des mâles irradiés lâchés

Ce projet de lutte n'étant plus expérimental mais opérationnel, il n'était pas question d'aborder une telle étude, du reste largement réalisée par l'I.E.M.V.T. au Tchad (8, 9, 10)

TABLE. N° II-Quantités de mâles irradiés lâchés par mois et par secteur en 1983 et 1984
(mâles ayant pris leur envol)

		1983								1984												Total	
		Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.		
Secteur Sud	<i>G. tachinoides</i>	Lâchés	1631	3574	3854	2965	3448	2521	1882	1563	4550	5561	3603	2198	2138	1383	1805	2387	1841	1594	1288	1112	50898
		Séances	3	7	6	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	2	2	2	84
Ouest	<i>G. palpalis</i>	Lâchés	6583	17938	17092	11943	9821	8963	6639	6928	9772	23768	13576	7743	7183	7355	6971	10298	6604	2302	1295	1536	184310
		Séances	3	7	6	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	3	2	2	2	83
Secteur Sud	<i>G. tachinoides</i>	Lâchés	-	-	404	3909	3252	3657	2198	2155	2200	1740	2290	2137	2766	1840	1614	1583	1074	1955	1312	950	37036
		Séances	-	-	1	7	6	7	7	7	3	2	3	7	8	6	6	5	5	2	2	2	86
Est	<i>G. palpalis</i>	Lâchés	-	-	1446	11395	8691	9481	9206	8239	7804	6128	8120	12204	10138	6572	7228	6683	7953	5567	4773	3069	134697
		Séances	-	-	1	7	6	7	7	7	3	2	3	7	8	6	6	5	5	2	2	2	86
Secteur Nord	<i>G. tachinoides</i>	Lâchés	2261	2418	3750	3770	5114	3618	2256	1576	2070	1151	2004	2474	1786	1370	2224	2567	1651	3328	3172	2397	50957
		Séances	4	6	7	5	5	4	4	4	4	2	3	4	4	4	5	5	3	4	5	4	86
Ouest	<i>G. palpalis</i>	Lâchés	12936	12835	20730	11102	12763	9257	7948	7777	8283	8251	7851	9241	7326	7875	9893	9918	4205	9550	11072	8787	197600
		Séances	4	6	7	5	5	4	4	4	4	2	3	4	4	4	5	5	3	4	5	4	86
Secteur Nord	<i>G. tachinoides</i>	Lâchés	-	1027	2107	4609	3712	3822	2306	2404	403	0	0	3378	2575	2213	1882	2527	2362	3998	2184	1843	43437
		Séances	-	2	4	8	6	7	7	7	2	0	0	7	7	7	6	6	5	6	4	3	84
Est	<i>G. palpalis</i>	Lâchés	-	5713	8916	15212	8978	9930	9589	8686	1132	0	0	8967	8982	9015	8141	7320	12809	9444	7805	6086	146725
		Séances	-	2	4	8	6	7	7	7	2	0	0	7	7	7	6	6	6	6	4	3	85
Total	<i>G. tachinoides</i>	Lâchés	3892	7019	10115	15253	15526	13618	8642	7698	9308	8452	7897	10187	9265	6806	7525	9064	6928	10875	7956	6302	182328
		Séances	7	15	18	25	21	22	22	22	14	9	11	22	24	21	22	21	16	14	13	11	350
Total	<i>G. palpalis</i>	Lâchés	19519	36486	48184	49652	40253	37631	33382	31630	26991	38147	29547	38155	33629	30817	32233	34219	31571	26863	24945	19478	663332
		Séances	7	15	18	25	21	22	22	22	14	9	10	22	24	21	22	21	17	14	13	11	350
Total général : 845660 mâles irradiés																							

TABLEAU N°III-Bilan des lâchers de mâles irradiés en 1983 (19 mai-31 décembre) et en 1984 (1er janvier - 31 décembre)

Lieux		1983						1984					
		<i>G. p. gambiensis</i>			<i>G. tachinoides</i>			<i>G. p. gambiensis</i>			<i>G. tachinoides</i>		
		Produits	Envol	Pertes	Produits	Envol	Pertes	Produits	Envol	Pertes	Produits	Envol	Pertes
Secteur Sud Ouest	Panapra-Sinazigbé	48 410	41 972	6 438	11 558	10 208	1 350	47 240	44 268	2 972	14 133	10 966	3 167
	Lafigué	24 180	21 216	2 964	5 880	5 080	800	24 600	22 924	1 676	8 339	6 572	1 767
	Laféné	9 690	8 643	1 047	2 490	2 212	278	13 130	12 309	821	5 725	4 835	890
	Lafadé	15 930	14 076	1 854	4 408	3 938	470	20 120	18 902	1 218	8 430	7 087	1 343
	Total	98 210	85 907	12 303	24 336	21 438	2 898	105 090	98 403	6 687	36 627	29 460	7 167
Secteur Sud Est	Koba	15 750	14 945	805	4 860	4 103	757	24 100	23 023	1 077	7 855	6 414	1 441
	Dala	16 110	15 181	929	6 600	5 758	842	28 300	26 601	1 699	8 028	6 284	1 744
	Baborola	19 380	18 322	1 048	6 575	5 714	861	39 600	36 615	2 985	11 468	8 763	2 705
	Total	51 240	48 458	2 782	18 035	15 575	2 460	92 000	86 239	5 761	27 351	21 461	5 890
Secteur Nord Ouest	Falaise	54 330	46 301	8 029	14 186	11 992	2 194	35 925	33 829	2 096	13 737	10 164	3 573
	Panapra-Sinazigbé												
	Tomla	31 055	28 112	2 943	7 847	6 870	977	43 280	40 950	2 330	12 650	9 486	3 164
	Djigboma-Touffing												
	Banco	23 037	20 935	2 102	7 102	5 901	1 201	29 400	27 473	1 927	8 831	6 544	2 287
Total	108 422	95 348	13 074	29 135	24 763	4 372	108 605	102 252	6 353	35 218	26 194	9 024	
Secteur Nord Est	Falaise	32 664	28 647	4 017	9 120	7 628	1 492	43 908	40 842	3 066	13 597	9 973	3 624
	Tolé	20 296	18 820	1 476	6 878	5 917	961	18 171	17 248	923	8 188	6 201	1 987
	Koba	20 009	18 129	1 880	7 231	6 289	942	23 207	21 611	1 596	9 208	7 276	1 932
	Affluent Békévi	1 560	1 428	132	182	153	29						
	Total	74 529	67 024	7 505	24 411	19 987	3 424	85 286	79 701	5 585	30 993	23 450	7 543
Total général		322 401	296 737	35 664	94 917	81 763	13 154	390 981	366 595	24 386	130 189	100 565	29 624
		Moy. 10,73p.100			Moy. 13,86p.100			Moy. 6,24p.100			Moy. 22,75p.100		

et par l'I.E.M.V.T.-G.T.Z. au Burkina Faso les années passées (7, 14, 15, 25). Toutefois, sans que ce point ait été l'objet de contrôle précis, les observations de terrain sont venues confirmer les points acquis.

1. Dispersion

Dans les galeries forestières, les mâles stériles des deux espèces se sont bien dispersés dans les jours suivants les lâchers. Les sondages effectués en fin d'année par piégeage systématique tous les 100 m, sur l'ensemble des rivières, ont montré une bonne répartition des mâles irradiés le long des galeries.

L'observation hebdomadaire des captures dans les barrières a confirmé ces données :

— 287 mâles irradiés *G. p. gambiensis* et 60 mâles irradiés *G. tachinoides* ont été capturés dans la barrière mise en place sur la rivière Panapra alors que le plus proche point de lâcher est à 1,3 km.

— 227 mâles irradiés *G. p. gambiensis* et 27 mâles irradiés *G. tachinoides* ont été repris dans la barrière sur la rivière Koba alors que le plus proche point de lâcher est à 2 km.

On a remarqué également qu'à partir de décembre, il y avait une augmentation de l'amplitude des mouvements de dispersion, ce qui confirme les observations déjà faites (15, 31).

Parmi les 89 « bois » jalonnant le bas de la falaise, on a constaté également que des mâles irradiés, en particulier *G. tachinoides*, étaient capables de passer d'un bois à un autre à travers les savanes (soit environ 1 km) en fin de saison des pluies.

Par contre, on a remarqué qu'à l'intérieur de ces formations végétales cryptiques, comme dans les quelques « bois » de *Ficus sp.* installés sur le lit de certains cours d'eau, la dispersion des glossines, tant sauvages qu'irradiées, a été très lente et de faible amplitude en relation avec ce type de biotope particulier. D'une façon générale, les aptitudes de vol des mâles irradiés ont donc été confirmées, attestant le bon développement de leur musculature alaire et leur adaptation rapide au biotope.

2. Longévité

Au cours de sondages réguliers, les mâles irradiés ont été facilement identifiés par la

tache de gouache déposée sur le thorax, signant leur date de lâcher. On a retrouvé en moyenne 2 coloris différents par secteur lors de chaque sondage pour *G. tachinoides* (parfois jusqu'à 4), et 2,5 pour *G. p. gambiensis* (parfois jusqu'à 4). Ces marquages avaient été effectués en moyenne 6, 20 et 34 jours auparavant. Quelques individus ont même été repris après 62 jours (délai maximal).

Rapport mâles irradiés/mâles sauvages

Au niveau des 41 points de contrôle, la valeur de ce rapport a été régulièrement relevée tous les deux mois (Tabl. IV).

Il est devenu rapidement difficile d'établir une valeur moyenne de ce rapport car, si les mâles irradiés capturés au cours des sondages ont été bien représentés, les mâles sauvages ont été bien représentés, les mâles sauvages ont été rares et le plus souvent absents, rendant impossible toute expression mathématique puisque le dénominateur de la fraction a été généralement nul. Globalement, il a été capturé au cours des 11 sondages 583 mâles irradiés de *G. tachinoides* pour seulement 13 mâles sauvages, et 1 544 mâles irradiés de *G. p. gambiensis* pour 36 mâles sauvages. Il y a donc eu une forte domination numérique des mâles lâchés sur les mâles sauvages dans les deux espèces.

— Dans le temps, ce rapport de domination des insectes introduits sur les insectes autochtones s'est sans cesse affirmé, en particulier pour *G. p. gambiensis*, du fait d'une production croissante au laboratoire et du fait de la disparition des glossines sauvages.

— Dans l'espace, les lâchers ont été les plus homogènes possible surtout au début de la campagne, or à ce moment les populations résiduelles de glossines sauvages ont été plus élevées dans les bois et forêts-reliques que le long des galeries, car l'impact des écrans y avait été plus faible.

11 mâles sauvages de *G. tachinoides* et 35 mâles sauvages de *G. p. gambiensis* ont été capturés dans ces bois, pour respectivement seulement 2 et 1 mâles sauvages dans les galeries forestières (Tabl. V). Il y a donc eu des insuffisances numériques ponctuelles de mâles irradiés dans les bois, d'où une élimination plus tardive de ces populations résiduelles que dans les galeries forestières. Cette observation a conduit à intensifier les lâchers au niveau des formations

TABLE. N°IV-Rapport mâles irradiés/mâles sauvages au cours des sondages de surveillance dans la zone pastorale (du 4.6.1983 au 17.11.1984)

I - *G. tachinoides*

Sondages N°	1983											1984										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Secteur Sud-Ouest	36	0	21	0	8	0	19	0	54	0	22	0	3	0	11	0	17	0	7	0	0	-
Secteur Sud-Est	-	-	10	3	12	0	3	0	3	0	7	0	-	-	25	0	20	0	-	-	-	-
Secteur Nord-Ouest	31	12	0	20	0	6	0	0	9	0	-	-	-	13	0	11	0	21	0	2	-	
Secteur Nord-Est	14	12	1	5	1	17	0	-	-	-	-	19	0	11	0	50	0	20	0	38	0	
T O T A L	81	45	1	43	4	54	0	66	0	29	0	21	0	60	0	98	0	48	0	2	0	
																					583	13

II - *G.p. gambiensis*

Sondages N°	1983											1984										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Secteur Sud-Ouest	42	17	0	42	0	54	0	119	0	53	0	3	0	42	0	55	0	20	0	0	-	
Secteur Sud-Est	-	-	48	1	29	0	20	0	20	0	4	0	-	69	0	46	0	-	-	-	-	
Secteur Nord-Ouest	11	30	0	52	7	23	1	36	0	-	-	-	104	0	76	0	73	0	0	0	-	
Secteur Nord-Est	32	45	9	28	1	30	13	-	-	-	23	0	52	0	114	0	40	0	0	0	112	
T O T A L	85	92	9	170	9	136	14	175	0	57	0	26	0	267	0	291	0	133	0	0	0	
																					1544	36

TABL. N°V- Rapport des mâles irradiés et des mâles sauvages capturés suivant les biotopes pendant 18 mois d'observation (11 sondages)

	<i>G. tachinoides</i> ♂/♂ (*)	<i>G. p. gambiensis</i> ♂/♂
Galeries forestières	323/2	777/1
Bois au bas de la falaise (sources)	211/5	665/31
Bois sur les galeries forestières	49/6	102/4
	Moy. =583/13	1544/36

(*) ♂ = mâles irradiés ; ♂ = mâles sauvages.

boisées de deux types : bois « sacrés » au bas de la falaise et bois de *Ficus sp.* sur certaines rivières.

Toutefois, d'une façon générale, les lâchers dans la zone pastorale peuvent être qualifiés d'inondatifs en raison de la forte domination numérique que les mâles irradiés ont exercée sur les glossines sauvages.

Evolution des densités de glossines sauvages

Seules les densités apparentes ont été enregistrées, les faibles effectifs de glossines sauvages ne permettant pas d'exprimer les densités réelles. Les densités apparentes représentent, pour chaque secteur, la somme des glossines récoltées par secteur en 48 heures de sondage, au niveau de 9 à 12 points représentatifs du secteur (Tabl. VI).

1^{re} année

Les lâchers ont immédiatement suivi le retrait des écrans qui avaient provoqué une chute de densité apparente de 92 p. 100 pour *G. tachinoides* et de 88 p. 100 pour *G. p. gambiensis*.

G. tachinoides

Les sondages ont montré, dans les mois suivants, que la densité apparente de *G. tachinoides* baissait pour tomber à zéro dans les deux secteurs du sud avec réapparition de quelques individus à T + 7 et T + 9 mois. Dans les deux secteurs du nord, les densités ont baissé puis se sont stabilisées à quelques rares individus.

G. p. gambiensis

On retrouve pour cette espèce une évolution très semblable à la précédente avec des niveaux de populations résiduelles un peu plus élevés en fin de première année.

Les populations de glossines riveraines ont disparu de la presque totalité du réseau hydrographique et en particulier des lieux ayant de fortes densités avant la campagne.

Les individus trouvés au cours des sondages sont tous localisés dans des formations boisées particulières qui sont : quelques bois de *Ficus sp.* sur la rivière Baborola et sur deux petits affluents du Koba, et quelques bois « sacrés » au bas de la falaise.

Dans ce type de formations boisées, de surface réduite (0,5 à 5 ha), mais à végétation très dense, dans lesquelles le manque de visibilité rend les écrans peu efficaces avec un espacement de 100 m, l'impact a été très en deçà des prévisions (réduction de densité de 46 p. 100 pour *G. tachinoides* et 14 p. 100 pour *G. p. gambiensis* dans le bois de Nyarafo par exemple). De plus, pour des raisons vraisemblables de microclimat local, la survie des mâles irradiés est bonne mais leur dispersion, de même que celle des glossines sauvages, est très réduite. Les insectes lâchés restent sur place, ce qui implique des lâchers plus rapprochés géographiquement. Il est vraisemblable également que quelques glossines sauvages ont été réintroduites à la faveur des déplacements anarchiques du bétail. Ainsi 1 *G. tachinoides* et 1 *G. p. gambiensis* sont réapparues, l'une sur une tête de galerie du Lafigué et l'autre sur une tête de galerie du Koba, après 6 mois de sondages négatifs (Graphique n° 2).

2^e année

Tandis que les lâchers ont été poursuivis sur tout le reste de la zone, des écrans insecticides ont été remis en saison sèche sur un tiers des bois et des galeries forestières attenantes. Les lâchers ont, après leur retrait, repris dans ces formations. Tant pour *G. tachinoides* que pour *G. p. gambiensis*, on a constaté alors une disparition totale des glossines sauvages sur l'ensemble des points de surveillance des 4 secteurs de la zone, les mâles irradiés continuant à être bien représentés dans les captures du fait du maintien au même niveau des quantités lâchées. Ces sondages se sont poursuivis durant 8 mois. Les résultats acquis, qui ont fait l'objet d'une mission d'évaluation (35),

TABL. N°VI-Evolution des densités apparentes durant la campagne de lutte. (Glossines capturées/secteur) (capture de 48 h par sondage)

G. tachinoïdes

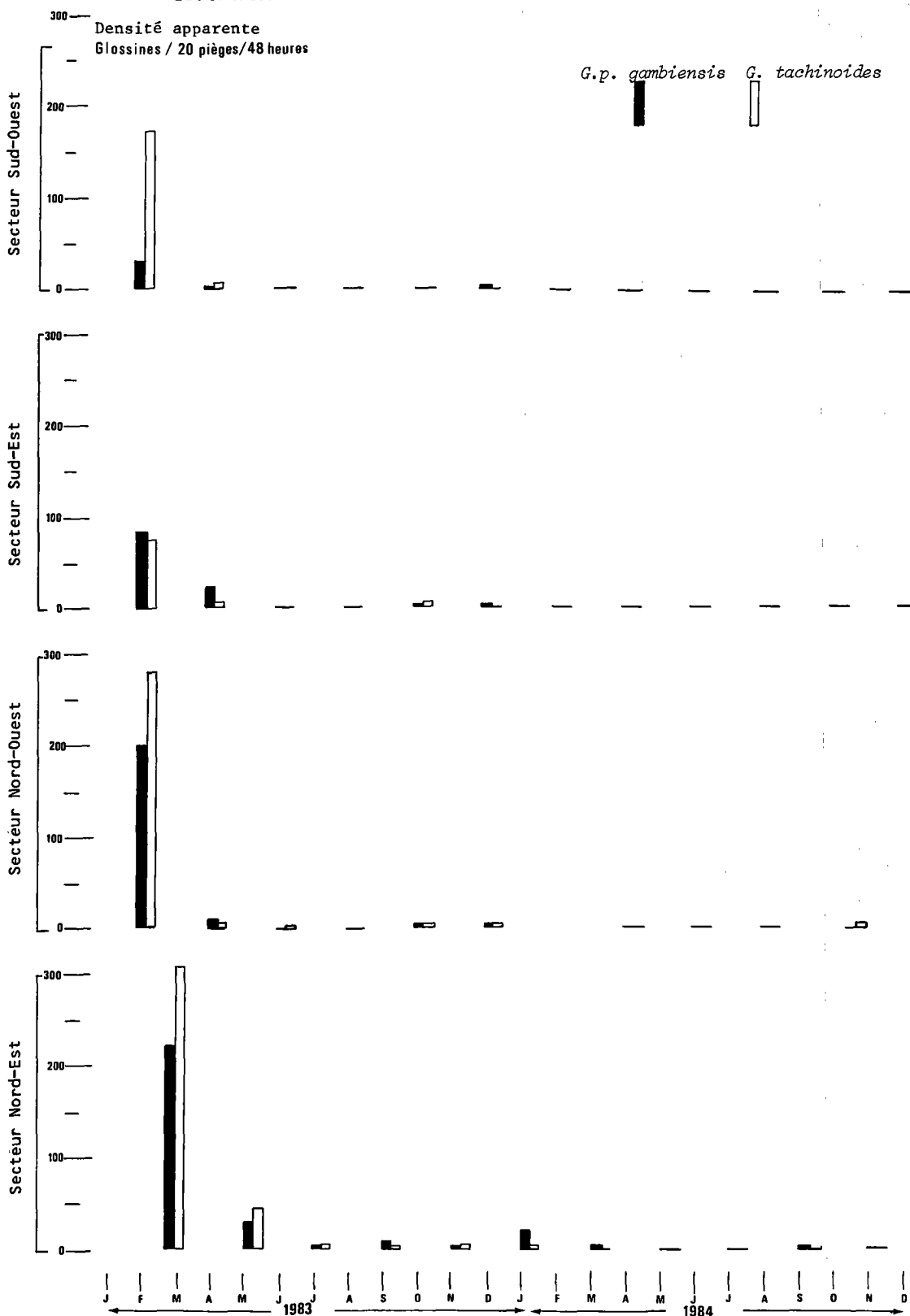
	1983						1984				
	Avant traitement (écrans)	T + 1 mois	T + 3 mois	T + 5 mois	T + 7 mois	T + 9 mois	T + 11 mois	T + 13 mois	T + 15 mois	T + 17 mois	T + 19 mois
Secteur Sud-Ouest (20 pièges)	170 (4,25)	5 (6,12)	0	0	0	1 (0,02)	0	0	0	0	0
Secteur Sud-Est (20 pièges)	75 (1,87)	7 (0,17)	0	0	7 (0,17)	0	0	0	0	0	0
Secteur Nord-Ouest (24 pièges)	278 (5,79)	5 (0,10)	3 (0,06)	0	2 (0,04)	2 (0,04)	-	0	0	0	6 (0,12)
Secteur Nord-Est (18 pièges)	308 (8,55)	45 (1,25)	4 (0,11)	2 (0,05)	3 (0,08)	3 (0,08)	0	0	0	0	0
Total (82 pièges)	831 (5,06)	62 (0,37)	7 (0,04)	2 (0,01)	12 (0,07)	6 (0,03)	0	0	0	0	0 (0,03)

G.p. gambiense

	1983										1984				
	Avant traitement (écrans)	T + 1 mois	T + 3 mois	T + 5 mois	T + 7 mois	T + 9 mois	T + 11 mois	T + 13 mois	T + 15 mois	T + 17 mois	T + 19 mois				
Secteur Sud-Ouest (20 pièges)	27 (0,67)	3 (0,07)	1 (0,02)	0	0	0	0	0	0	0	0				
Secteur Sud-Est (20 pièges)	85 (2,12)	22 (0,55)	0	0	2 (0,05)	2 (0,050)	0	0	0	0	0				
Secteur Nord-Ouest (24 pièges)	197 (4,10)	10 (0,20)	0	0	10 (0,20)	3 (0,06)	-	0	0	0	0				
Secteur Nord-Est (18 pièges)	221 (6,13)	28 (0,77)	4 (0,11)	9 (0,25)	1 (0,02)	21 (0,58)	1 (0,02)	0	0	1 (0,02)	0				
Total (82 pièges)	530 (3,23)	63 (0,38)	5 (0,03)	9 (0,05)	13 (0,07)	26 (0,15)	1 (0,006)	0	0	1 (0,006)	0				

entre parenthèses : densité apparente (gloss./piège/jour)

GRAPHIQUE N°2 : Evolution des densités apparentes des glossines riveraines sur les 4 secteurs de la zone (1983-84)



permettent d'affirmer l'efficacité des méthodes mises en œuvre.

Cinq mouches ont réapparu alors dans les deux secteurs Nord, toujours dans des bois situés en limite de la zone traitée mais en dehors de la zone pastorale.

Il y a eu en fait réintroduction, en limite de zone, d'individus à la faveur des mouvements massifs de transhumance. En effet, entre 30 000 et 50 000 têtes de gros bétail (6) ont été obligées de quitter la zone dite pastorale du fait de la carence en points d'eau et de pénétrer dans des régions infestées. Ces troupeaux sont remontés ensuite dans la zone pastorale au début ou pendant les pluies, période qui coïncide avec l'apparition de glossines erratiques lors des sondages. Une application ponctuelle et temporaire d'écrans a eu lieu sur les 5 km de galeries tandis que les lâchers ont été ininterrompus sur tout le reste de la zone où les sondages n'ont révélé aucune glossine sauvage.

Perturbations de la fertilité des femelles sauvages

L'abaissement des densités de glossines sauvages et leur chute progressive jusqu'à disparition sont le résultat de l'action conjuguée des deux méthodes. Si l'impact des 7 204 écrans insecticides est très spectaculaire et assez facilement quantifiable, celui des lâchers de mâles irradiés est plus lent, moins brutal et intervient sur des populations sauvages de faible densité, difficiles à étudier.

Toutefois, et bien qu'il ne s'agisse plus ici d'une expérimentation mais d'une opération de lutte, les femelles sauvages collectées lors des sondages pendant la campagne ont été systématiquement examinées et leur appareil génital disséqué (Tabl. VII).

Chez les femelles normales, l'utérus ne reste

vide que très peu de temps. Du fait de la brièveté du stade œuf, l'utérus renferme une larve pendant la majeure partie de la durée de gestation. Théoriquement, chez les glossines normales, on trouve 30 p. 100 d'utérus vides ou avec un œuf et 70 p. 100 d'utérus contenant une larve (38). Or, sur 145 femelles *G. p. gambiensis* récoltées durant 1 an et demi, on a trouvé 66,2 p. 100 d'utérus vides ou avec un œuf et 33,8 p. 100 seulement avec une larve. Sur 101 *G. tachinoides*, ces proportions sont respectivement de 59,4 p. 100 et 40,6 p. 100. Cette inversion des rapports est un bon indice de l'influence des mâles irradiés sur la fécondité des femelles sauvages de la zone. La présence de larves *in utero* n'implique pas en outre que celles-ci soient viables. En effet, les conséquences de la fécondation d'un ovule par du sperme irradié peuvent se traduire par des malformations touchant des stades avancés de l'embryogenèse qui n'est interrompue parfois que tardivement (23).

En raison de la durée des sondages (48 heures), beaucoup de glossines recueillies sont mortes ; la dessiccation ne permet pas alors un examen minutieux de l'état des larves. De même, l'examen de la configuration ovarienne a été impossible sur 33 p. 100 de *G. p. gambiensis* et sur 28 p. 100 de *G. tachinoides*. Sur le reste, le « nombre père » était anormal dans respectivement 20 et 25 p. 100 des cas.

Signalons que la presque totalité des femelles disséquées provenait des captures faites dans les bois, au cours de la 1^{re} année. Or c'est précisément à cette époque et dans ces lieux que l'impact des écrans et des mâles irradiés a été le moins bon, ce qui influe sur les résultats d'ensemble.

Toutefois, ils indiquent nettement que l'impact des lâchers de mâles irradiés a été certain, d'où une réduction de la fertilité des femelles sauvages, aboutissant ainsi à une extinction progressive des populations cibles.

TABLEAU N°VII—Résultats des dissections des femelles sauvages

	Nombre ♀	Spermathèques		Contenu utérin				
		Pleines	Vides	Vide	Oeuf	Larve I	Larve II	Larve III
<i>G. tachinoides</i>	101	100	1	22	38	8	26	7
				59,4 p. 100		40,6 p. 100		
<i>G. p. gambiensis</i>	145	140	5	31	65	9	33	7
				66,2 p. 100		33,8 p. 100		

DISCUSSION

Facteurs défavorables

— Si les quantités de mâles irradiés ont été suffisantes et même excédentaires pour *G. p. gambiensis*, elles ont été quelquefois en dessous des normes fixées au début des lâchers pour *G. tachinoides*. Un retard, de plus d'un an dans le déblocage des crédits s'est répercuté sur la mise en place de la colonie de *G. tachinoides*, en particulier la construction des insectariums. De plus, l'effectif de 80 000 femelles de cette espèce n'a été obtenu au C.R.T.A. qu'à partir de seulement 10 000 pupes issues de Maisons-Alfort (Dr. ITARD) et de 300 femelles sauvages récoltées sur la Komoé, sans autres aides extérieures. Un organisme fournisseur de pupes, sorte de « banque » à pupes, permettrait à de futurs projets d'être plus rapidement opérationnels.

— Si, dans la grande majorité des galeries forestières, les réductions de densité de populations par les écrans insecticides ont été celles qui étaient attendues, elles ont été médiocres, voir mauvaises, dans les formations boisées précédemment décrites. Cette constatation a incité à une plus grande vigilance par un renforcement des contrôles dans ces biotopes et a nécessité un rapprochement des écrans et des points de lâchers dans ces lieux. La falaise de Banfora, jalonnée de 89 « bois », constitue une formation géologique exceptionnelle expliquant la bioécologie particulière des glossines à ce niveau. La végétation cryptique de ce relief accidenté et tourmenté explique que ces lieux aient été libérés, plus tardivement.

— Il faut déplorer l'absence de législation ou de code pastoral concernant cette zone qui, manquant de points d'abreuvement permanents en nombre suffisant, n'est pas parvenue à avoir un effectif de bovins stable. De ce fait, elle est devenue pratiquement une zone de transit. Les allers et retours du bétail sont une cause de réinvasion des glossines qui risque de contrarier les résultats acquis.

En outre, cet effet négatif de déplacements massifs et incontrôlés s'exerce non seulement en matière de trypanosomes mais plus généralement sur l'état sanitaire de ce cheptel soumis à des brassages saisonniers sans contrôle.

— Il est à regretter également qu'un suivi des taux de parasitémie du bétail n'ait pu avoir lieu avant, pendant et après la campagne de lutte. En dehors des doses de trypanocides et

trypanopréventifs officiellement vendus par le F.E.D., il est difficile d'appréhender le niveau de « couverture » du bétail par ces produits.

Facteurs favorables

— Les quantités de mâles lâchés sont demeurées stables et n'ont pas été modulées dans le temps en fonction de la disparition des glossines sauvages. De ce fait, les taux de mâles irradiés ont été élevés pour les deux espèces, en particulier au cours de la 2^e année de lutte.

— L'information des populations locales (agriculteurs et éleveurs), tant sur les objectifs que sur les moyens mis en œuvre, a facilité le bon déroulement de la campagne. Les pertes d'écrans ont été faibles et les habitants n'ont pas été surpris par la présence de glossines portant des coloris de marquage.

— Enfin la faible pluviométrie des 3 dernières années a facilité le travail sur le terrain (ouvertures de pistes, entretien...) mais a contribué également à accentuer la baisse de densité des populations de glossines en saison sèche.

CONCLUSION

Malgré les difficultés de mise en route de techniques inhabituelles, le C.R.T.A. a appliqué, à une échelle opérationnelle, et dans les délais impartis une méthode de lutte intégrée contre les glossines basée sur des lâchers de mâles irradiés précédés par la pose d'écrans insecticides. Ceux-ci ont effectivement permis une forte chute des densités des glossines riveraines ; les lâchers ont alors pris le relais et permis de neutraliser les dernières femelles, comme l'atteste l'examen des images ovaro-utérines. Le mode d'emploi des lâchers, défini par le C.R.T.A. dans une phase expérimentale antérieure, s'est, dans cette zone climatique et pour ce type de galerie, révélé fiable. Les sondages sont devenus négatifs après 11 à 13 mois, en conformité avec les prévisions.

Ces méthodes efficaces sont de plus très sélectives et sans danger pour l'environnement comme le prouve la surveillance écologique périodiquement effectuée depuis 3 ans par l'Université de Saarebrück (R.F.A.) (37).

Du fait de la bioécologie des espèces en cause, et afin d'obtenir l'efficacité souhaitée, la lutte a concerné une surface d'environ

305 000 ha, supérieure à celle de la zone pastorale (240 000 ha). Le traitement de cette zone par près de 850 000 mâles irradiés n'a été possible que grâce aux nouvelles techniques de production en masse de ces insectes (330 000 femelles en élevage) mises en place au C.R.T.A. de Bobo-Dioulasso.

Ainsi, au cours des deux années de consolidation des résultats acquis, il faut souhaiter que la réalisation immédiate du programme d'hydraulique pastorale et la mise en œuvre

d'une législation adaptée permettent à cette zone de bénéficier d'une situation favorable à l'élevage, déjà reconnue par les éleveurs et se traduisant par un afflux de nouveaux troupeaux.

REMERCIEMENTS

(*) Nous adressons nos vifs remerciements et notre gratitude au Docteur ITARD, pour l'appui qu'il a bien voulu fournir à ce projet.

RESUMEN

CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), MÉROT (P.), TAMBOURA (I.). — Las sueltas de machos irradiados para la lucha contra las glosinas en la zona pastoral de Sideradougou (Burkina). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 449-467.

Para permitir el desarrollo de la ganadería en 240 000 ha de la zona rural de Sideradougou, el C.R.T.A. se encargó de 300 000 ha. Basó la eliminación de *Glossina palpalis gambiensis* y de *G. tachinoides* en 600 km de galerías forestales sobre la alternancia de 2 métodos no contaminantes utilizadas en integración : pantallas insecticidas y sueltas de machos esteriles.

Después de un periodo preparatorio de 2 años (apertura de pistas, prospección, barreras, etc.), el C.R.T.A. instaló 7 204 pantallas insecticidas durante la estación seca de 1983 ; luego se soltaron 379 000 machos irradiados durante la estación de las lluvias, cada 14 días, en sitios

equidistantes de 2 km en la red hidrográfica. En 1984, se trató de nuevo 1/3 de la superficie con pantallas, y luego se soltaron 467 000 machos irradiados según el mismo método.

El buen comportamiento de los machos irradiados y su importante dominación numérica provocaron la eliminación de las poblaciones residuales ; Se siguió el resultado de la lucha genética por el examen de las imágenes ovulatorias de las hembras capturadas.

Se discuten los factores favorables y desfavorables al proyecto, en particular la ausencia de una legislación rural concerniente a la afluencia de los rebaños. En dicha zona se encuentran actualmente entre 50 000 y 70 000 cabezas de ganado.

Palabras claves : *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina tachinoides* - Machos irradiados - Lucha contra las glosinas - Burkina.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAUER (B.), POLITZAR (H.). Laboratory maintenance of *Glossina palpalis gambiensis* in West Africa. Preliminary results of rearing on membranes. Sterile Insect Technique and Radiation in Insect Control. I.A.E.A., Vienna 1982. pp. 255-263.
2. BAUER (B.), FILLEDIER (J.), KABORE (I.). Large-scale rearing of tsetse flies (*Diptera, Glossinidae*) in the C.R.T.A., Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso) based on *in vitro* feeding techniques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984 (n° spécial) : 9-17.
3. BOUCHON (D.), COGNET (P.). Progrès techniques dans l'élevage en masse des glossines au Burkina-Faso. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984 (n° spécial) : 18-30.
4. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : *Diptera, Muscidae*). Description et essai sur le terrain. *Cah. ORSTOM. Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1973, 11 (4) : 251-262.
5. CHARTIER (C.). Situation de l'élevage dans la zone de Sideradougou (Haute-Volta). Rapport de mission, Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1982. 54 p.
6. CLANET (J. C.), SOME (P. H.). Réactualisation de l'étude de la zone pastorale d'accueil de Sideradougou. 1983. 43 p., cartes.
7. CLAIR (M.), CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAZE (Y.), SELLIN (E.). Opérations de lâchers de mâles stériles de *G. p. gambiensis* à Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) : efficacité de la lutte autocide. Joint
8. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles, environs de Fort-Lamy (Tchad). II. Longévité et dispersion. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 26 (2) : 169-186.
9. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Lâchers de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. dans un gîte naturel de faible densité (Bas-Logone, Cameroun). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 26 (4) : 405-422.
10. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Lutte contre *G. tachinoides* par la méthode du mâle stérile : bilan d'observations sur le terrain. Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomoses et leurs vecteurs. Paris, 12-15 mars 1974. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, supplément.
11. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), CLAIR (M.), SELLIN (E.), TAZE (Y.), BOURDOISEAU (G.), FEVRIER (J.). La lutte contre *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplanck par lâchers de mâles irradiés en Haute-Volta : étude de paramètres opérationnels. Colloque international sur l'emploi des isotopes dans l'étude et la destruction des vecteurs de maladies animales, les rapports hôtes-pathogènes et les effets des

- méthodes de lutte sur l'environnement. Vienne (Autriche), 7-11 mai 1979.
12. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.). Etude sur l'efficacité contre *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides* de barrières constituées d'écrans ou de pièges biconiques imprégnés de D.D.T., de deltaméthrine ou de dieldrine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (2) : 159-168.
 13. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), FEVRIER (J.), BOURDOISEAU (G.), SELLIN (E.). Association d'un traitement insecticide avec la méthode du mâle stérile contre *Glossina palpalis gambiensis* : intérêt de la mise en œuvre de plusieurs méthodes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 127-133.
 14. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), GIDEL (R.), CLAIR (M.). Recherche sur la lutte biologique contre les glossines par lâchers de mâles stériles. Rapport de synthèse C.R.T.A., mars 1981. 35 p.
 15. CUISANCE (D.), FEVRIER (J.), FILLEDIER (J.), DEJARDIN (J.). Etude sur le pouvoir de dispersion des glossines. Programme spécial de recherche et de formation concernant les maladies tropicales P.N.U.D./Banque mondiale/O.M.S.). Rapport I.E.M.V.T. n° 790-303, janvier 1983. 82 p.
 16. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.). Utilisation des lâchers de mâles stériles contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou (Haute-Volta). Joint Meeting of the Panel of Experts on the Ecological Technical Aspects and the Panel of Experts on the Development Aspects of the Programme for the control of Animal Trypanosomiasis, Addis-Abeba (Ethiopie), 20-24 juin 1983.
 17. CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), MEROT (P.). Répartition des glossines dans la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou (Haute-Volta). Notice explicative + 4 feuilles au 1/50 000^e, Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., juin 1984.
 18. CUISANCE (D.), FEVRIER (J.), DEJARDIN (J.), FILLEDIER (J.). Dispersion linéaire de *Glossina palpalis gambiensis* et de *Glossina tachinoides* dans une galerie forestière en zone soudano-guinéenne (Burkina Faso). (A paraître).
 19. ITARD (J.). Sterilisation by gamma irradiation of adult male *Glossina*. Low dosage irradiation (4 000 to 6 000 rads) of adult male *G. tachinoides* I.S.C.T.R., 13^e réunion, Lagos, 1971 : 321-325 (Publication n° 105).
 20. ITARD (J.), CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), BAUER (B.). Le programme de lutte intégrée contre les glossines du Centre I.E.M.V.T.-G.T.Z. de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (C.R.T.A.) Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). Réunion sur les programmes de recherches coordonnées sur le contrôle ou l'éradication de la mouche tsé-tsé par l'utilisation de la technique du mâle stérile, Vienne (Autriche), 10-14 mai 1982.
 21. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Essais de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticides. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** (4) : 271-283.
 22. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), HERVOUET (J. P.), EOUZAN (J. P.). La campagne pilote de lutte contre le foyer de maladie du sommeil de Vavoua (Côte d'Ivoire). Rapport préliminaire O.C.C.G.E. n° 1/IRTO/RAP/84, 1983, 23 p.
 23. MATOLIN (S.), SOLDAN (T.). Embryonic defects in eggs of *Glossina palpalis palpalis* (Diptera-Glossinidae) fertilized by sperm of gamma-irradiated males. *Acta ent. bohemoslov.*, 1982, **79** : 435-440.
 24. MEROT (P.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), CUISANCE (D.). Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Haute-Volta par l'emploi d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (2) : 175-184.
 25. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.), LAFAYE (A.), CLAIR (M.), TAZE (Y.), SELLIN (E.). Expérimentation sur le terrain de la lutte génétique par lâchers de mâles stériles : longévité et dispersion des mâles irradiés de *Glossina palpalis gambiensis* (Haute-Volta). *Annls. Soc. Belge Méd. trop.*, 1979, **59** : 59-78.
 26. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). S.I.T. in the control and eradication of *G. p. gambiensis*. Sterile insect technique and radiation in insect control. Proceeding of a symposium. Neuherberg, République Fédérale d'Allemagne, 29 juin-3 juillet 1981, I.A.E.A., Vienne, 1982. pp. 101-109.
 27. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). Blocking of a river system against reinvasion by a serie CHALLIER-LAVEISSIERE traps. Réunion IAEA sur les Programmes de recherches coordonnées sur le contrôle ou l'éradication de la mouche tsé-tsé par l'utilisation de la technique du mâle stérile, Vienne, Autriche, 10-14 mai 1982. 5 p.
 28. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). A trap barrier to block reinvasion of a river system by riverine tsetse species. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (4) : 364-369.
 29. POLITZAR (H.), MEROT (P.), BRANDL (F. E.). Experimental aerial release of sterile males of *Glossina palpalis gambiensis* and of *Glossina tachinoides* in a biological control operation. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984 (n° spécial) : 198-202.
 30. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). An integrated campaign against riverine tsetse *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides* by trapping, and the release of sterile males. *Insect Sci. Applic.*, 1984, **5** : 439-442.
 31. Rapport annuel d'activité du C.R.T.A., Bobo-Dioulasso, Burkina, 1981, 258 p.
 32. Rapport annuel d'activité du C.R.T.A., Bobo-Dioulasso, Burkina, 1982, 149 p.
 33. Rapport annuel d'activité du C.R.T.A., Bobo-Dioulasso, Burkina, 1983, 201 p.
 34. TAZE (Y.), CUISANCE (D.), POLITZAR (A.), CLAIR (M.), SELLIN (E.). Essais de détermination de la dose optimale d'irradiation des mâles de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en vue de la lutte biologique par lâchers de mâles stériles dans la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (3) : 269-279.
 35. TOURE (S. M.). Rapport de mission du 9 au 13 avril auprès du centre de recherches sur les trypanosomoses animales de Bobo-Dioulasso en vue d'évaluer la situation de la lutte contre les glossines dans la zone d'accueil de Sidéradougou. Rapport FAO-Projet G.C.P./RAF/191/ITA 25 avril 1984 (réf. 175/84/SMT/tm), 8 p.
 36. TOUTAIN (B.), DUMAS (R.), TACHER (G.). Zone pastorale d'accueil de Sidéradougou (Haute-Volta). Etude préliminaire I.E.M.V.T.-G.T.Z., 1978. 191 p.
 37. Universität de Saarebrück (R.F.A.). Tätigkeitsbericht Ökologische Untersuchungen zur Tsetsebekämpfung in obervolta, West Afrika, 1983.
 38. VAN DER VLOEDT (A.M.V.), TAHER (H.), ZOCK (K. H.), MALEKGHASSEMI (B.), HASELBERGER (N.). Laboratory studies on the sexual sterilization of the tsetse fly *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) by ionizing radiation. II. Ovarian configuration and uterine content of females mated by irradiated males. Joint F.A.O./I.A.E.A. Research coordination meeting on the sterile insect technique for tsetse fly eradication or control, 13-20 novembre 1976, Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). 11 p.
 39. WILLIAMSON (D. L.), DAME (D. A.), GATES (D. B.), COBB (P. E.), BAKULI (B.), WARMER (P. V.). Integration of insect sterility and insecticides for control of *Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera, Glossinidae) in Tanzania. V. The impact of sequential releases of sterilised tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 1983, **73** : 391-404.

Attraction of the tsetse fly *Glossina morsitans submorsitans* to acetone, 1-octen-3-ol, and the combination of these compounds in West Africa

par H. POLITZAR and P. MÉROT

Centre I.E.M.V.T./G.T.Z. de Recherches sur les Trypanosomoses Animales (C.R.T.A.),
B. P. 454, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

RÉSUMÉ

POLITZAR (H.), MÉROT (P.). — Pouvoir attractif pour *Glossina morsitans submorsitans* de l'acétone, du 1-octen-3-ol seuls ou associés, en Afrique occidentale. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 468-473.

Le pouvoir attractif du 1-octen-3-ol (octenol) et de l'acétone ayant été montré au Zimbabwe pour *G. pallidipes* et *G. m. morsitans*, ces deux produits ont été testés vis-à-vis de *G. m. submorsitans* au Burkina Faso. Les essais, faits successivement en saison des pluies puis en saison sèche, ont été réalisés selon le protocole des carrés latins. L'analyse des résultats obtenus en saison des pluies a mis en évidence un accroissement significatif des captures de 6,7 fois lorsque les deux produits étaient associés au piège. L'augmentation était de 5,9 fois pour les mâles et 7,5 fois pour les femelles. Les résultats de saison sèche étaient également significatifs, quoique inférieurs du fait de la plus grande attractivité visuelle du piège. Cette importante augmentation des captures de *G. m. submorsitans* par un piège lorsque des attractifs olfactifs y sont associés permet d'envisager une réduction du nombre de pièges actuellement utilisés dans les opérations de lutte au Burkina Faso de 33 à 5 ou 6/km².

Mots-clés : *Glossina morsitans submorsitans* - Acétone - 1-octen-3-ol - Pouvoir attractif.

SUMMARY

POLITZAR (H.), MÉROT (P.). — Attraction of the tsetse fly *Glossina morsitans submorsitans* to acetone, 1-octen-3-ol, and the combination of these compounds in West Africa. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 468-473.

1-octen-3-ol (= octenol) and acetone that had proved to be potent olfactory attractants in Zimbabwe for *G. pallidipes* and *G. m. morsitans* were tested against *G. m. submorsitans* in Burkina Faso. Experiments were carried out in the rainy season and in the dry season. To compare the efficacy of acetone, octenol, acetone-plus-octenol — baited and non baited traps, a series of randomised 4 × 4 latin squares was utilised. Analysis of tsetse catches in the rainy season showed a significant 6,7 fold increase of catches for the trap with acetone plus octenol in comparison to non-baited traps. Capture data for males and females separately showed a 5,9 fold increase for males and 7,5 fold for females. The latin square replicates of the dry season also showed a significant superiority of the association of acetone and octenol in comparison with single odour and non-baited traps but the relative superiority of odour baited traps was reduced. The important increase in capture of *G. m. submorsitans* per trap by the use of olfactory attractants may permit lowering the number of traps now used for control operations in Burkina Faso from 33/km² to about 5-6/km².

Key-words : *Glossina morsitans submorsitans* - Acetone - 1-octen-3-ol - Attraction.

INTRODUCTION

The use of insecticide impregnated traps and screens against riverine tsetse has been highly

successful in an area of approximately 3 500 km² in western Burkina Faso (3). A 94 p. 100 reduction of *G. tachinoides* and 88 p. 100 of *G. p. gambiensis* was followed by releases of

sterile males of these two species and subsequently eradication was achieved along more than 650 km of rivers. However a linear arrangement of traps or screens along riverine vegetation proved completely inefficient against the savannah species *G. m. submorsitans* (4). Alternating an equal number of traps and screens in a savannah area of 18 km² at a density of 0,33 traps or screens per ha, to act as a barrier against reinvasion, proved almost 100 p. 100 effective but was too expensive for a large scale control operation against this species. Since 1-octen-3-ol (= octenol) and acetone have been found to be potent attractants for *G. pallidipes* and *G. m. morsitans* in Zimbabwe (5), experiments were carried out to test their efficacy against *G. m. submorsitans* in West Africa. The aim was to reduce the number of traps and associated costs by increasing the efficacy of traps and screens using olfactory attractants. The present paper reports results obtained using acetone and octenol either separately or together compared with the use of non baited traps.

MATERIAL AND METHODS

The experimental area was situated in the flood-plain and adjacent Guinea savannah of the Comoe river valley in south-western Bur-

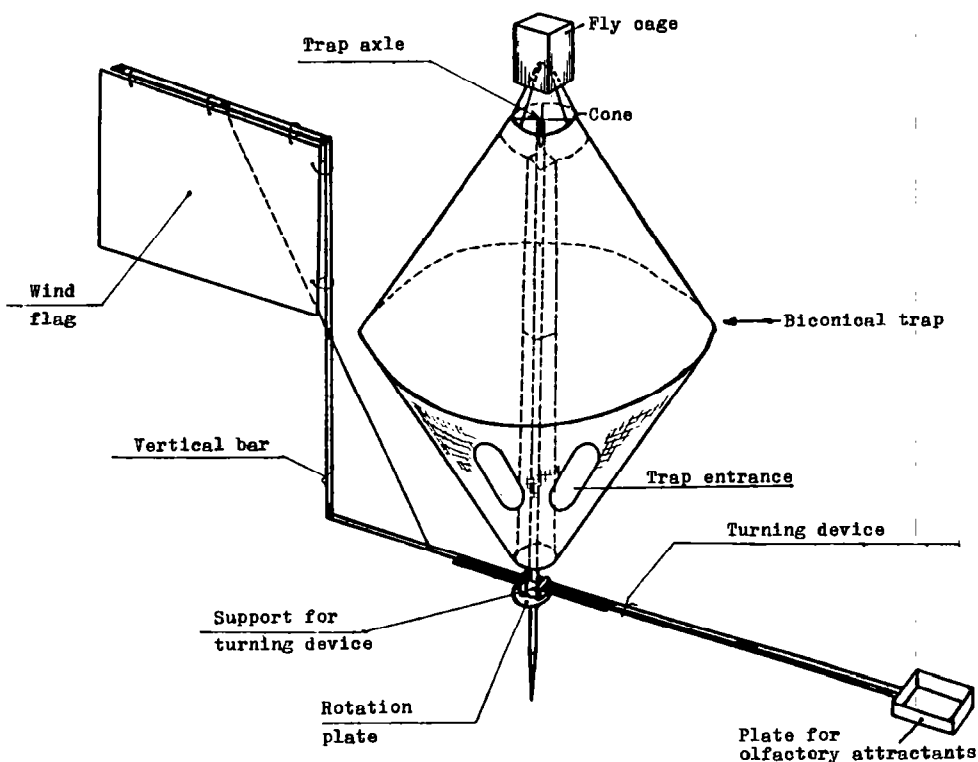
kina Faso, near the border of Ivory Coast. It is an unpopulated area which ensures minimum disturbance for experiments with olfactory stimulants. Game is abundant and sustains a sufficiently high fly density throughout the whole year.

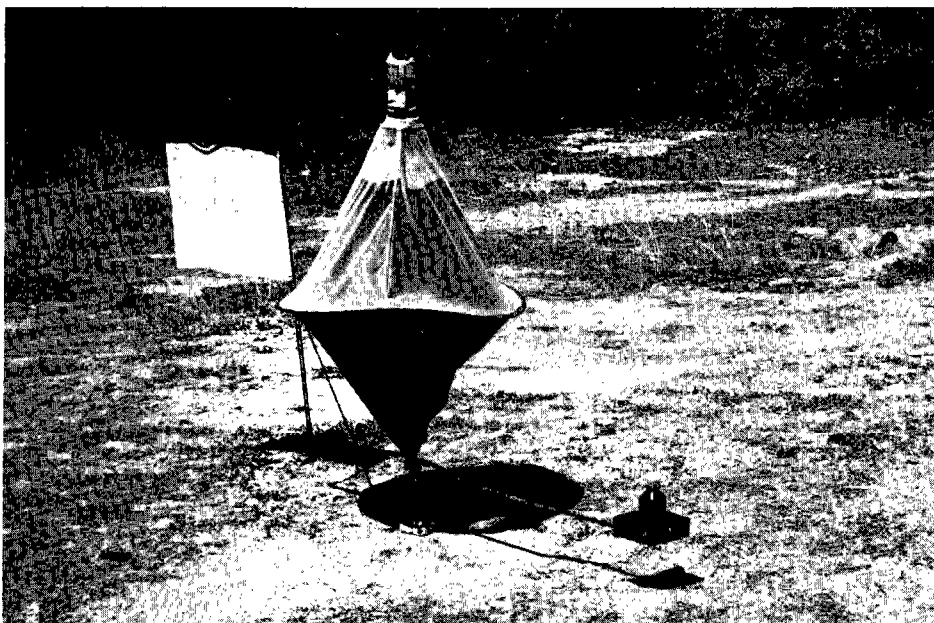
Experiments were carried out in the rainy season when trap visibility was very restricted and in the dry season, when olfactory and visual stimulants can compete.

The traps were biconical traps with blue lower cones (1) and were equipped with a turning device consisting of a flag on one side and the attractants on the other (Fig. and photo) to orientate these constantly one meter upwind of the traps.

To avoid any interaction of odour plumes traps were spaced at intervals of 500 m along a small road in a north-south direction because prevailing winds in the rainy season are from the south-west and in the dry season from the north-east.

In the rainy season targets were placed at the end of 50 m zig-zag paths cut into the long grass, to assure they presented no visual stimulants at a distance and that only olfactory attraction would be operative. A cleared area of 4 m diameter was created around each trap to allow free movement of the turning device.





Experiments were carried out at the same places during the dry season after grass fires had passed through the area rendering the traps totally visible for 200-300 m.

Traps with the attractants were installed immediately after dawn between 6 and 6³⁰. During the day, all unnecessary activity near the sites was avoided. Catches were counted between 5 and 5³⁰ in the evening at which time traps and attractants were removed. To compare the efficacy of traps baited with the two odours separately and together with the control trap, a series of randomised 4 × 4 latin squares was utilised. One trap with acetone (up to 1 200 mg/h), one with octenol (0,5 mg/h) and one with acetone and octenol (same dosages) combined were compared to one non baited trap.

During the wet season four replicates of each latin square were carried out. However during the dry season due to the constantly declining fly density 6 replicates had to be performed to achieve a sufficiently high capture.

Octenol dispensers were glass vials (40 × 17 mm) received from VALE and corresponding exactly to the description of dispenser (1) in his paper (5). Acetone was evaporated from 500 ml glass bottles with perforated

rubber tops. A wick consisting of a 3 mm diameter string projected 1 cm from a hole in the top and reached the acetone in the bottle.

RESULTS

Evaporation rates of acetone varied from 400 to 1 200 mg/h depending upon temperature, humidity and windspeed, while octenol evaporation was more constant, being approximately 0,5 mg/h. Catches of tsetse flies were separately registered according to species and sex. No substantial changes in the sex ratio were observed during the experiments and catches were pooled for statistical analysis.

Analysis of the total tsetse catches of Table I (log transformed) of each latin square in the rainy season showed a significant difference between the trap with acetone plus octenol and the other three arrangements. A mean 6.7 fold increase in catch with acetone and octenol baited traps was achieved in comparison to non baited traps (Table II, III). Additionally an overall analysis of these four latin squares showed a significant difference between the catches of the traps baited with acetone and the unbaited control trap. The trap with octenol alone showed no significant

difference in capture efficiency compared with the control trap or the one with acetone alone. Analysis of the capture data for males and females separately showed a 5,9 fold increase for males and 7,5 fold for females when acetone and octenol were used together as baits.

The six latin square replicates of the dry season showed considerable variation in

captures because of alternating cloudy days or harmattan. Nevertheless a global analysis showed a significant superiority of the association of acetone and octenol in comparison with the three other traps (Table IV). Differences between the traps were not significant in each latin square because the daily capture figures were too small at that time

TABLE N°I-Total tsetse catches in the rainy season in attractant baited traps and non baited traps

Latin square n°	Acetone			1-octen-3-ol			Acetone + 1-octen-3-ol			non baited		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
1	53	135	188	52	136	188	276	510	786	31	88	119
2	68	124	192	28	81	109	105	310	415	26	26	52
3	37	82	119	31	50	81	122	194	316	23	29	52
4	30	88	118	22	58	80	78	208	286	18	28	46
Total	188	429	617	133	325	458	581	1222	1803	98	171	269

TABLE N°II-Efficacy of traps by use of different attractants in the rainy season

Latin square n°	Acetone	1-octen-3-ol	Acetone + 1-octen-3-ol
1	x 1,58	x 1,58	x 6,70
2	x 3,69	x 2,10	x 7,98
3	x 2,29	x 1,56	x 6,08
4	x 2,57	x 1,87	x 6,22
Mean value	x 2,29 (a) ²	x 1,72 (a) ²	x 6,70 (b) ²

1. Numbers in the body of the table are multiplication factors, i.e. number of flies captured in baited traps divided by the numbers captured in the non baited traps.

TABLE N° III-Analysis of variance for comparison of the performance of traps baited with acetone, 1-octen-3-ol and the two compounds combined. in the rainy season

Source of variations	S S	d f	M S	F	Significance
Between days	2,80	12	0,23	1,92	N. S.
Between sites	3,69	12	0,31	2,98	p < 0,05
Between traps	31,09	3	0,36	86,33	p < 0,001
Between squares	5,95	3	1,98	16,50	p < 0,001
Residual	4,05	33	0,12		

TABLE N°IV-Total tsetse catches in the dry season

Latin square n°	Acetone			1-Octen-3-ol			Acetone + 1-Octen-3-ol			Non baited trap		
	o	♀	Total	o	♀	Total	o	♀	Total	o	♀	Total
1	30	62	92	48	93	141	51	146	197	21	31	52
2	24	34	58	26	24	50	43	57	100	30	25	55
3	24	28	52	19	15	34	32	39	61	20	10	30
4	47	28	75	38	17	55	58	31	89	8	4	12
5	48	34	82	34	17	51	43	60	103	20	22	42
6	37	19	56	39	24	63	61	49	110	34	12	46
Total	210	205	415	204	190	394	288	372	660	133	104	237

TABLE N°V-Efficacy of traps by use of different attractants in the dry season

Attractant	Acetone	1-Octen-3-ol	Acetone + 1-Octen-3-ol
Latin square n°			
1	x 1,77	x 2,71	x 3,79
2	x 1,05	x 0,94	x 1,82
3	x 1,73	x 1,13	x 2,03
4	x 6,25	x 4,58	x 7,42
5	x 1,95	x 1,21	x 2,45
6	x 1,22	x 1,37	x 2,39
Mean value	x 1,75	x 1,66	x 2,78

1. Numbers in the body of the table are multiplication factors, i.e. number of flies captured in baited traps divided by the numbers captured in the non baited traps.

TABLE N°VI-Analysis of variance for comparison of the performance of traps baited with acetone, 1-Octen-3-ol and the two compounds combined, in the dry season

Source of variations	S S	d f	M S	F	Significance
Between days	8,12	18	0,45	1,61	p < 0,05
Between sites	22,76	18	1,26	4,50	p < 0,001
Between traps	12,62	3	4,21	15,03	p < 0,001
Between squares	4,77	3	1,59	5,68	p < 0,001
Residual	14,42	51	0,28		

of the year. The relative superiority of odour baited traps over unbaited traps was reduced in the dry season owing to the visual attractiveness of the traps which was not an important factor in the rainy season.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Results demonstrate that acetone and octenol are efficient olfactory attractants for the West African subspecies *G. m. submor-*

sitans. They also show clearly the superiority of the combination of these two chemicals compared with the use of the compounds separately or of non baited traps. During the rainy season when the visual attraction of a trap in the high grass in practically nil the combination of these two products is synergistic. The efficacy is even higher than that stated by VALE for *G. m. morsitans* (pers. comm.) but still lower than the increase reached in Zimbabwe for the main target species *G. pallidipes*. Their use can maintain the efficacy of control operations during an important period where non-baited insecticide impregnated targets lose most of their efficacy due to reduced visibility. Capture figures were too small and variances too great in daily captures for the apparent increase in the percentage of females caught to be demonstrated statistically. The same applies to the olfactory effect of octenol

whose superiority could not be demonstrated alone but only in combination with acetone.

The important increase in capture of *G. m. submorsitans* per trap by the use of olfactory attractants may permit lowering the number of traps used for control operations in Burkina faso from 33/km² to about 5-6/km². This should decrease the costs of campaigns against this species to an economically acceptable level and will be tested in the near future in several large scale control operations in Burkina Faso.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are greatly indebted to Dr. G. A. VALE (Zimbabwe, Tsetse and Trypanosomiasis Control Branch) for demonstrations, advice and encouragement in this new field of control techniques for West Africa.

RESUMEN

POLITZAR (H.), MÉROT (P.). — Poder atractivo para *Glossina morsitans submorsitans* de la acetona, del 1-octen-3-ol utilizados solos o asociados, en África occidental. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (4) : 468-473.

Siendo demostrado el poder atractivo del 1-octen-3-ol (octanol) y de la acetona para *G. pallidipes* y *G. m. morsitans* en Zimbabwe, se experimentaron dichos dos productos para con *G. m. submorsitans* en Burkina Faso. Se realizaron los ensayos según el sistema de los cuadrados latinos. El análisis de los resultados obtenidos durante la estación de las lluvias evidenció un incremento

significativo de 6,7 veces de las capturas con trampa y ambos productos. El aumento era de 5,9 veces para los machos y 7,5 veces para las hembras.

Los resultados durante la estación seca eran también significativos aunque inferiores a causa del mayor poder atractivo visual de la trampa. Este importante aumento de las capturas de *G. m. submorsitans* por una trampa cuando asociada con productos atractivos olfativos permite disminuir el número de trampas actualmente utilizado para operaciones de lucha de 33 a 5 o 6/km².

Palabras claves : *Glossina morsitans submorsitans* - Acetona - 1-octen-3-ol - Poder atractivo.

REFERENCES

1. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIÈRE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** (3) : 283-286.
2. HAU (D. R.), BEEVOR (P. S.), NESBITT (BRENDA F.), VALE (G. A.). 1-octen-3-ol a potent olfactory stimulant and attractant for tsetse isolated from cattle odours. *Insect. Sci. Applic.*, 1984, **5** (5) : 335-339.
3. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). An integrated campaign against riverine tsetse, *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides*, by trapping, and the release of sterile males. *Insect. Sci. Applic.*, 1984, **5** : 439-442.
4. POLITZAR (H.), CUISANCE (D.). A trap-barrier to block reinvasion of a river system by riverine tsetse species. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (4) : 364-370.
5. VALE (G. A.), HALL (D. R.). The use of 1-octen-3-ol, acetone and carbon dioxide to improve baits for tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera : *Glossinidae*) (in prep.).

Etude de paramètres hématologiques de bovins en ranching. Cas de la pastorale du Haut-Lomami (Shaba) Zaïre

par M. BAKIMA, A. HUART, L. ESSELEN, K. J. DE WIT, L. LAGRANGE

Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, Service de Pratique Professionnelle,
B. P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

RÉSUMÉ

BAKIMA (M.), HUART (A.), ESSELEN (L.), DE WIT (K. J.), LAGRANGE (L.). — Etude de paramètres hématologiques de bovins en ranching. Cas de la pastorale du Haut-Lomami (Shaba), Zaïre. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 474-476.

Des prises de sang ont été effectuées sur 160 bovins de différentes catégories dans un ranch du Shaba (Zaïre).

Sept paramètres hématologiques ont été analysés.

Il en ressort que les bovins de ranching du Shaba ont des normes hématologiques se situant à la limite inférieure de celles généralement admises pour les bovins vivant en régions tempérées.

Ce fait est sans doute dû aux conditions climatiques et d'exploitation différentes et aux problèmes sanitaires spécifiques aux régions tropicales.

Mots-clés : Paramètres hématologiques - Bovins - Zaïre.

SUMMARY

BAKIMA (M.), HUART (A.), ESSELEN (L.), DE WIT (K. J.), LAGRANGE (L.). — Study of cattle hematologic parameters in ranching. Case of the High-Lomami Pastoral (Shaba), Zaïre. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 474-476.

One hundred and sixty blood samples are taken in different bovine categories of an zaïrean ranch. Seven hematologic parameters are studied. This study shows that the sanguine data of ranching cattle of Shaba are in the lower limits of those generally accepted for cattle living in temperate countries. This is probably due to the different climatic and breeding conditions and to the fact that there are specific sanitary problems in the tropics.

Key words : Hematologic parameters - Cattle - Zaïre.

INTRODUCTION

Les informations sur les paramètres hématologiques des bovins élevés sous les tropiques sont rares.

Les quelques études menées ci et là en Afrique tropicale ont donné des résultats qui ne sont pas aussi vulgarisés ni connus que ceux concernant les bovins des régions tempérées.

Les données sur les bovins de ranching au Zaïre sont quasi inexistantes. Pourtant il y existe de grandes unités d'exploitation de bétail variant de 10 à 50 mille têtes, exploitées dans des conditions particulières, suivant une tech-

nologie établie et suivie depuis longtemps (déparasitage interne trimestriel, trypanoprévention, bains détiqueurs hebdomadaires...).

En effet les verminoses, la trypanosomose et les maladies transmises par les tiques ont une grande incidence économique ; par exemple l'anaplasmose à *Anaplasma marginale* existe à l'état enzootique dans ces élevages.

Tous ces facteurs doivent interférer sur les normes hématologiques des animaux. C'est l'une des raisons de cette étude. L'autre est de voir comment ces animaux, importés jadis d'Afrique Australe, se sont adaptés, notamment aux conditions du milieu.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été effectuée au ranch de la Pastorale du Haut-Lomami, région du Shaba (Zaïre).

La superficie est de 216 000 hectares, l'effectif de 20 000 têtes de bovins, de race Afrikaner, croisés Afrikaner-Brahman et Brahman. Le climat est de type AW₅ selon la classification de KÖPPEN ; la température moyenne annuelle est de 22 °C, la pluviosité annuelle de 1 300 mm. Du point de vue de la végétation, le ranch est à cheval sur une savane guinéenne et une savane soudano-zambézienne.

L'élevage est de type extensif, avec « kraaling » (les animaux sont conduits au pâturage la journée et sont enfermés la nuit dans des enclos : kraals de nuit).

Les pâturages sont naturels, exploités en rotation avec le brûlage. A part le sel et les minéraux, les animaux ne reçoivent aucun complément. Les 160 prises de sang ont été effectuées sur des animaux de différentes catégories, au mois d'avril (début de saison sèche), à la veine coccygienne médiane inférieure. 5 ml de sang ont été prélevés à chaque fois dans des tubes contenant de l'EDTA cristallisé comme anticoagulant. A titre de comparaison, pour évaluer l'effet du stress sur les données sanguines, nous avons prélevé 10 échantillons au

niveau de la veine jugulaire chez des sevrans de un an.

Le volume globulaire total (hématocrite) a été déterminé par la méthode de la centrifugeuse à microhématocrite (8 000 tours par mn, pendant 5 mn). L'hémoglobine (Hb) a été déterminée par la méthode de Sahli. Les cellules sanguines ont été comptées avec l'hématimètre de Bürker, après dilution au 1/200 dans l'eau salée physiologique pour les globules rouges (GR) et au 1/20^e dans l'acide chlorhydrique 0,1 N pour les globules blancs (GB).

Les indices érythrocytaires ont également été calculés (1, 2, 3). Les analyses ont été effectuées le jour même des prélèvements.

RÉSULTATS

Le tableau I indique les valeurs hématologiques obtenues pour les différentes catégories.

DISCUSSION

Les résultats obtenus se situent parfaitement dans les normes généralement décrites pour les bovins, mais près des limites inférieures des valeurs données dans la littérature concernant les animaux vivant en régions tempérées (1, 2, 3).

TABL. N°I-Paramètres hématologiques, par catégories, de bétail de ranching au Zaïre

Catégories	Nombre d'animaux	Age	V.G.T. p.100	Hb g p.100	G.R. 10 ⁶ /mm ³	VGM μ ³	T.G.M.H. pg	CGMH p.100	GB 10 ³ /mm ³
Veaux	10	2-4 mois	30,00 + 5,25	9,38 + 1,28	11,15 + 2,87	26,90 + 1,82	8,42 + 0,44	31,30 + 4,10	8,67 + 3,87
Sevrans	40	1 an	26,22 + 6,05	8,50 + 1,50	7,87 + 1,58	33,31 + 3,82	10,80 + 0,95	32,40 + 2,48	6,19 + 2,13
Genisses	14	3 ans	30,71 + 4,68	10,17 + 0,93	8,40 + 1,68	36,56 + 2,78	12,11 + 0,35	33,12 + 1,98	8,20 + 3,00
Bouvillons	25	3 ans	34,48 + 4,67	10,57 + 0,96	7,93 + 1,34	43,48 + 3,48	13,32 + 0,71	30,66 + 2,05	6,36 + 2,02
Boeufs	23	4 ans	30,78 + 4,12	9,97 + 1,00	7,19 + 0,89	42,80 + 5,02	13,87 + 1,12	32,39 + 2,43	6,17 + 1,61
Vaches	38	5-10 ans	28,79 + 5,42	8,71 + 1,40	6,21 + 0,88	46,36 + 6,15	14,02 + 1,59	30,25 + 2,58	5,05 + 1,61
Sevrans (jugulaires)	10	1 an	36,78 + 4,94	11,06 + 0,74	10,16 + 2,53	36,20 + 1,95	10,89 + 2,92	30,07 + 1,49	8,29 + 1,54

+ : intervalle de confiance. VGT : Volume globulaire total ; (hématocrite) ; Hb : Hémoglobine ; GR : Globules rouges ; GB : Globules blancs ; VGM : Volume globulaire moyen ; TGMH : Teneur globulaire moyenne en hémoglobine ; CGMH : Concentration globulaire moyenne en hémoglobine.

On peut observer que les valeurs sont les plus élevées, pour les bouvillons puis par ordre décroissant pour les génisses et les bœufs, ensuite pour les vaches et les veaux. Les sevrans viennent en dernière position. Ces résultats correspondent d'ailleurs bien à l'état de santé différent de ces diverses catégories d'animaux.

On remarque aussi le nombre élevé de GR chez les veaux par rapport aux adultes, avec un hémocrite comparable.

En ce qui concerne les 10 sevrans dont les prises de sang avaient été effectuées à la veine jugulaire, on constate une très nette différence (valeurs supérieures) avec les animaux dont les prises de sang ont été faites à la veine coccygienne médiane.

La prise de sang est plus difficile à effectuer, la contention intervient pour beaucoup, les animaux sont apeurés, stressés.

CONCLUSION

Les données hématologiques de bovins de ranching au Zaïre se situent dans les limites

inférieures des normes généralement admises pour les bovins vivant en régions tempérées.

Ce fait est sans doute expliqué d'une part par les conditions climatiques et d'exploitation différentes, plus exigeantes, et d'autre part par les problèmes sanitaires spécifiques aux régions tropicales. Ces animaux sont acclimatés à un biotope et à un mode d'exploitation bien précis et les normes des régions tempérées leur sont donc peu applicables.

Il serait intéressant de pouvoir faire d'autres études complémentaires afin de déterminer les données sanguines types des bovins de ranching en pays tropicaux.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les responsables de la Pastorale du Haut-Lomami qui nous ont permis de réaliser cette étude ; nos remerciements vont aussi à la Coopération Technique Universitaire Belge, de même qu'à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Lubumbashi.

RESUMEN

BAKIMA (M.), HUART (A.), ESSELEN (L.), DE WIT (K. J.), LAGRANGE (L.). — Estudio de parámetros hematológicos de bovinos en rancho. Caso de la *Pastorale* del Alto-Lomami (Shaba) Zaïre. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 474-476.

Se efectuaron tomas de sangre en 160 bovinos de diferentes categorías en un rancho de Shaba (Zaïre). Se analizaron 7 parámetros hematológicos.

De esto resulta que los bovinos de rancho de Shaba

tienen normas hematológicas cercanas al límite inferior de las generalmente admitidas en los bovinos viviendo en regiones templadas.

Sin duda las condiciones climáticas y de ganadería diferentes y los problemas sanitarios específicos de las regiones tropicales son causa de esto.

Palabras claves : Parámetros hematológicos - Bovinos - Zaïre.

BIBLIOGRAPHIE

1. COLES (E. H.). Le laboratoire en médecine vétérinaire. 2^e éd., Paris, Vigot Frères, 1979.
2. KOLB (E.). Physiologie des animaux domestiques. Paris, Vigot Frères, 1975.
3. SCHALM (O. W.), JAIN (N. C.), CAROLL (E. J.). Veterinary hematology. 3^e ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1975.

Influence of age and pregnancy on serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity in red Sokoto goats

by A. KUMARESAN and Daniel NDZINGU AWA

Faculty of Veterinary Medicine, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

RÉSUMÉ

KUMARESAN (A.), NDZINGU AWA (D.). — Influence de l'âge et de la gestation sur l'activité de la phosphatase alcaline, le phosphore inorganique et le calcium du sérum chez la chèvre rousse Sokoto. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 477-481.

Cinquante-sept chèvres rousses Sokoto apparemment en bonne santé ont été divisées en 3 groupes suivant leur âge : groupe I moins de 1 an, groupe II de 1 à 2 ans, groupe III plus de 2 ans. L'estimation de l'activité de la phosphatase alcaline, du phosphore inorganique et du calcium a été faite à partir de prélèvements de sérums.

Les chèvres des groupes I, II et III avaient respectivement des teneurs en calcium de $11,43 \pm 0,58$; $11,38 \pm 0,47$ et $10,13 \pm 0,58$ mg/ml et des concentrations en phosphore inorganique de $6,93 \pm 0,40$; $7,40 \pm 0,39$ et $5,68 \pm 0,29$ mg/100 ml. Il n'y avait pas de différences significatives entre les 3 groupes pour les taux de phosphore et de calcium du sérum. L'activité moyenne de la phosphatase alcaline était respectivement de $25,42 \pm 3,86$; $54,64 \pm 14,77$ et $25,85 \pm 4,46$ unités de King et Armstrong.

L'activité enzymatique était significativement plus élevée chez le groupe II comparée à celle des deux autres groupes.

Le niveau enzymatique élevé peut être dû au plus grand nombre d'animaux en gestation présents dans le groupe II. La raison de ce taux élevé chez les chèvres gestantes n'est pas bien établi.

Mots-clés : Phosphatase alcaline - Phosphore inorganique - Calcium - Sérum - Age - Gestation - Chèvre rousse Sokoto - Nigeria.

SUMMARY

KUMARESAN (A.) and NDZINGU AWA (D.). — Influence of age and pregnancy on serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity in red Sokoto goats. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 477-481.

Apparently healthy red Sokoto goats with a total of 57 were divided into three groups as below one year, one to two years and above two years according to their age (groups I, II and III). Estimation of calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity were carried out on serum samples.

Goats in groups I, II and III showed calcium values as $11,43 \pm 0,58$, $11,38 \pm 0,47$ and $10,13 \pm 0,58$ mg per 100 ml respectively. Inorganic phosphorus concentrations were $6,93 \pm 0,40$, $7,40 \pm 0,39$ and $5,68 \pm 0,29$ mg per 100 ml in groups I, II and III respectively. There were no significant differences between three age groups on serum calcium and phosphorus levels. Mean alkaline phosphatase activity in groups I, II and III were $25,42 \pm 3,86$, $54,64 \pm 14,77$ and $25,85 \pm 4,46$ King-Armstrong units respectively. The enzyme activity was higher in group II which was significant when compared with other two age groups. High enzyme level may be due to more number of pregnant animals in group II. The reason for this enzyme rise in pregnant animals is not well established.

Key words : Alkaline phosphatase - Inorganic phosphorus - Calcium - Serum - Age - Pregnancy - Red Sokoto - Nigeria.

INTRODUCTION

Calcium and phosphorus are the two most important macroelements necessary for bone growth and its maintenance. Apart from bone

growth, calcium also functions in osmoregulation, muscle contraction, blood clotting and other vital processes in the animal body. Phosphorus occupies essential role in various aspects of absorption and energy metabolism

in addition to its contribution to the skeletal tissues (2, 6).

Alkaline phosphatase is present in nearly all tissues of mammalian body. Reasonably high enzyme concentrations are found in bone, especially in ossifying cartilage (4). This might have been derived from bone; therefore it is believed that the enzyme is associated with bone formation.

It is clear that calcium, phosphorus and alkaline phosphatase are interrelated, owing their function in bone formation. Young animals normally show higher osteoblastic activity because of their growth. Under normal circumstances one would expect higher concentrations of these substances in young animals than adults. Though there are basic reports on blood calcium, phosphorus and alkaline phosphatase levels of red Sokoto goats, they were not related to age and pregnancy. Therefore the present study was undertaken to correlate these three parameters according to their age and physiological status like pregnancy in red Sokoto goats.

MATERIALS AND METHODS

Apparently healthy red Sokoto goats with a total of 57 were divided according to their age as below one year, one to two years and above two years. Here after this will be referred as group I, II and III respectively. They were allowed to go out and graze on their own from 8 a.m. to 5 p.m. every day and housed at night. No feed supplements were given to these animals to imitate the natural condition. Blood samples were collected from jugular vein.

Sampling was done in February which is a dry season in Northern Nigeria. Serum was obtained from these samples after clotting and centrifugation at 3 500 rpm for 5 minutes. The supernatant (serum) was aspirated into plastic stoppered sample bottles and stored at -20°C until analysis.

Analytical procedure

Calcium was estimated in a flame photometer (GALLENKAMP) using the appropriate filter. Inorganic phosphorus was determined by the method of TAUSKY and SHORR (12). Measurement of alkaline phosphatase was carried out by a modified King-Armstrong method. The principle involved is the liberation of phenol from disodium phenyl phosphate through the catalysis of alkaline phosphatase. Thus the phenol evolved acts with a phenol substrate, 4-aminophenazone to give a coloured compound. The intensity of colour is proportional to the enzyme activity and measured photometrically using spectronic-20 (BAUSCH and LOMB). Statistical analysis was carried out by t-test according to the method shown in SNEDECOR and COCHRAN (11).

RESULTS

Mean values of serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase are presented in Table I. Goats in groups I, II and III showed mean calcium concentrations as 11.43 ± 0.58 , 11.38 ± 0.47 and 10.13 ± 0.58 mg per 100 ml respectively.

TABLE N°I-Serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase levels in different age groups of Red Sokoto goats
Mean \pm SE

Parameters	Age groups		
	Below one year (Group I)	One to two years (Group II)	Above two years (Group III)
Calcium mg/100 ml	11.43 ± 0.58 (n = 16)	11.38 ± 0.47 (n = 14)	10.13 ± 0.58 (n = 27)
Inorganic Phosphorus (mg/100 ml)	6.93 ± 0.40 (n = 16)	7.40 ± 0.39 (n = 14)	5.68 ± 0.29 (n = 27)
Alkaline Phosphatase (King-Armstrong Units)	25.42 ± 3.86 (n = 16)	54.64 ± 14.77 (n = 12)	25.85 ± 4.46 (n = 26)

n = Number of animals used.

TABLE N°II-Levels of significance of serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase concentrations among different age groups of Red Sokoto goats

Parameters	Below one year vs One to two years	Below one year vs Above two years	One to two years vs Above two years
Calcium	NS	NS	NS
Inorganic Phosphorus	NS	S*	S**
Alkaline Phosphatase	S*	NS	S*

NS = Not Significant ; S* = Significant (P < 0,05) ; S** = Highly significant (P < 0,01).

There was no significant differences between the three age groups. Inorganic phosphorus levels were 6.93 ± 0.40 , 7.40 ± 0.39 and 5.68 ± 0.29 mg per 100 ml in groups I, II and III respectively. Higher amounts of phosphorus were observed in group II than other two age groups. Therefore the values of group II was significantly different from other two age groups (Table II).

Regarding serum alkaline phosphatase activity, there was wide range in their levels in all the age groups. Mean values were recorded as 25.42 ± 3.86 , 54.64 ± 14.77 and 25.85 ± 4.46 King-Armstrong units in groups I, II and III respectively. Significant differences in the mean values occurred between groups I and II and also groups II and III (Table II). When the levels of calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase were compared between pregnant and non-pregnant goats, there was no significant difference (Table III).

DISCUSSION

Normally the concentrations of serum minerals would be higher in young than mature animals. This is mainly due to better absorption of minerals present in the diet. The absorption capacity decreases with age increase (1). In addition young animals need more minerals per unit of body weight than adults because of their growing stage. Higher levels of serum calcium and phosphorus were noticed in groups I and II than III (Tables I and II). MOLOKWU (9) showed the mean serum calcium and inorganic phosphorus values as 9.41 ± 2.20 and 6.39 ± 1.82 mg per 100 ml respectively in red Sokoto goats. Using the same breed, KUMARESAN *et al.* (8) observed normal amounts of calcium and phosphorus as 11.22 ± 0.74 and 7.48 ± 0.48 mg per 100 ml respectively. Our calcium values coincided with COLES (3) and KUMARESAN *et al.* (8)

TABLE N°III-Serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase levels of pregnant and non-pregnant Red Sokoto goats

Mean \pm SE

Parameters	Pregnant	Non-pregnant
Calcium mg/100 ml	$10,67 \pm 0,41$ (n = 30)	$10,13 \pm 0,87$ (n = 10)
Inorganic Phosphorus mg/100 ml	$6,28 \pm 0,30$ (n = 30)	$6,44 \pm 0,66$ (n = 10)
Alkaline Phosphatase (King-Armstrong Unit)	$35,93 \pm 6,62$ (n = 30)	$21,59 \pm 9,18$ (n = 9)

n = Number of animals used.

and was slightly higher than the values of MOLOKWU (9). Serum inorganic phosphorus levels were lower than those of COLES (3) and coincided with the values of KUMARESAN *et al.* (8) and fell in the range given by MOLOKWU (9). However, these values were higher than the values given by MOLOKWU *et al.* (10) for the same breed of goats.

GALATOV (5) indicated that the serum calcium and inorganic phosphorus levels dropped with increasing age in Merino ewes. Similar trend was seen in the present study too, but the differences were not significant. It should be emphasized that serum calcium and inorganic phosphorus levels vary with the type of feeding, stress connected with growth and complex biochemical processes taking place in the body (7).

Proper interaction is achieved between calcium and phosphorus in the body through the maintenance of an approximately constant ratio. When calcium/phosphorus ratio was calculated, the mean value was 1.66, which coincided with the ratio given by KUMARE-

SAN *et al.* (8), but higher than the values of MOLOKWU (9).

According to KUMARESAN *et al.* (8) alkaline phosphatase activity range was 0.78-14.04 with the mean of 3.91 Bessy Lowry Units [One Bessy Lowry Unit is approximately equal to 7 King-Armstrong units (3)]. When these values were converted to King-Armstrong units, they were lower than the ones obtained in the present study. Serum calcium, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase activity were higher in group II, where more than 80 p. 100 of the animals were pregnant. This rise may be associated with foetal osteoblastic activity. Therefore it is necessary to study the changes in detail at different stages of pregnancy. Although there is some indication that serum alkaline phosphatase level increase with advancing pregnancy, this is not well established. There has been a lot of variation in methods, techniques, substrates and units in determination of enzyme activity. This has given rise to a wide variation of results and the comparison becomes difficult.

RESUMEN

KUMARESAN (A.), NDZINGU AWA (D.). — Influencia de la edad y de la gestación sobre la actividad de la fosfatasa alcalina, el fósforo inorgánico y el calcio del suero en la cabra roja Sokoto. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 477-481.

Se dividieron 57 cabras rojas Sokoto aparentemente en buena salud entre 3 grupos según la edad : grupo I menos de 1 año, grupo II de 1 a 2 años, grupo III más de 2 años. Se hizo la estimación de la actividad de la fosfatasa alcalina, del fósforo inorgánico y del calcio a partir de muestras de sueros.

Las cabras de los grupos I, II y III tenían respectivamente contenidos en calcio de $11,43 \pm 0,58$; $11,38 \pm 0,47$ y $10,13 \pm 0,58$ mg/ml y concentraciones de fósforo inorgánico de $6,93 \pm 0,40$; $7,40 \pm 0,39$ y $5,68 \pm 0,29$ mg/100 ml.

No había diferencias significativas entre los 3 grupos para los contenidos de fósforo y de calcio del suero. Era respectivamente de $25,42 \pm 3,86$; $54,64 \pm 14,77$; $25,85 \pm 4,46$ unidades de King et Armstrong.

La actividad enzimática era significativamente más elevada en el grupo II en comparación con la de otros grupos.

El nivel enzimático puede ser causado por el mayor número de animales en gestación presentes en el grupo II.

No se establece bien la causa de este nivel elevado en las cabras en gestación.

Palabras claves : Fosfatasa alcalina - Fósforo inorgánico - Calcio - Suero - Edad - Gestación - Cabra roja Sokoto - Nigeria.

REFERENCES

1. BRAITHWAITE (C. D.). Studies on the absorption and retention of calcium and phosphorus by young and mature calcium-deficient sheep. *Brit. J. Nutr.*, 1975, 34 (2) : 311-324.
2. CHURCH (D. C.). Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 2. Corvallis, Oregon, U.S.A., O.S.U. Book Stores Inc., 1971.
3. COLES (E. H.). Veterinary clinical pathology. 2nd Ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1974.
4. FERNLEY (H. N.). The enzymes. Mammalian alkaline phosphatase. Vol. IV. New York and London, Academic Press, 1971.
5. GALATOV (A. N.). Age-related and breed characteristics of phosphorus and calcium metabolism in sheep of the wool and meat and fine woolled breeds. *Referativnyi Zhurnal.*, 1980, 58 (12) : 148-154.
6. HAFEZ (E. S. E.), DYER (I. A.). Animal growth and nutrition. Philadelphia, Lea and Febiger, 1969.
7. KORIKOV (P. N.). Age related changes in blood serum calcium and inorganic phosphorus of healthy lambs. *Referativnyi Zhurnal.*, 1980, 58 (12) : 119-124.

8. KUMARESAN (A.), IGONO (M. O.), ALIU (Y. O.). Serum minerals and alkaline phosphatase status of indigenous sheep and goats in Northern Nigeria. *Malays. Appl. biol.*, 1982, **11** (2) : 151-155.
9. MOLOKWU (E. C. I.). Seasonal changes in bovine and caprine blood chemistry and hepatic vitamin A in savanna zone of Nigeria. *Brit. vet. J.*, 1978, **134** : 493-500.
10. MOLOKWU (E. C. I.), UMUNNA (N. N.), DENNIS (S. M.). Effect of phosphorus and vitamin A on reproduction in the brown goats of Nigeria savanna zone. *Niger J. agric. Sci.*, 1979, **1** (2) : 107-112.
11. SNEDECOR (G. W.), COCHRAN (W. G.). Statistical methods. 6th ed. Ames. U.S.A. Iowa State University Press, 1967.
12. TAUSKY (H. H.), SHORR (E.). A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus. *J. biol. Chem.*, 1953, **202** : 675-685.

Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali).

I. Incidence de l'utilisation d'un taureau boute-en-train sur le taux de détection des chaleurs

par A. TRAORE (1) et G. BAKO

avec la collaboration technique de M. SIDIBE et T. KEITA

Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba, B.P. 262, Bamako, Mali.

(1) Adresse actuelle : CIPEA/MALI, B.P. 60, Bamako, Mali.

RÉSUMÉ

TRAORE (A.), BAKO (G.). — Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali). I. Incidence de l'utilisation d'un taureau boute-en-train sur le taux de détection des chaleurs. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 482-484.

L'utilisation d'un taureau boute-en-train au niveau d'un petit troupeau de reproductrices N'Dama a permis une amélioration de l'ordre de 20 p. 100 du taux de détection des chaleurs par le dépistage des femelles à chaleurs silencieuses. Mais le comportement quelquefois sélectif du taureau envers des femelles en chaleurs en limite l'efficacité en cas d'utilisation d'un programme de synchronisation des chaleurs.

Mots-clés : Taureau boute-en-train - Détection des chaleurs - Bovin N'Dama - Mali.

SUMMARY

TRAORE (A.), BAKO (G.). — The sexual cycle in N'Dama cows and heifers at the National Livestock Research Center Sotuba : Effect of the use of a teaser bull for the detection of oestrus in a herd. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 482-484.

The use of a teaser bull in a small herd of N'Dama cows enabled the total number of females detected as in heat to be increased by 20 p. 100. Selective behaviour of the bull towards particular cows would, however, limit the usefulness of this technique if oestrus were to be synchronized.

Kew words : Teaser bull - Oestrus detection - N'Dama cattle - Mali.

INTRODUCTION

L'introduction de l'insémination artificielle comme méthode biotechnique de reproduction au niveau des bovins de races locales se heurte très souvent à la contrainte de la détection des chaleurs (1, 2, 4). Certains auteurs préconisent

à cet effet l'utilisation de taureau boute-en-train vasectomisé ou à pénis devié (2, 3).

L'objet de cette étude était donc d'apprécier les possibilités et limites de l'utilisation d'un taureau boute-en-train pour des fins d'étude du cycle sexuel et d'évaluer l'incidence d'une telle utilisation sur les taux de détection des chaleurs au niveau du troupeau.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude a porté sur un troupeau d'environ 60 têtes de reproductrices N'Dama auxquelles fut ajouté pour des fins de détection des chaleurs un taureau boute-en-train âgé de 3 ans et demi, rendu inapte au coït par déviation chirurgicale du pénis selon la méthode de Rommel. Le mode d'élevage est de type semi-intensif avec conduite aux pâturages et supplémentation alimentaire aux étables.

Pour la confirmation aussi bien des résultats de la détection des chaleurs par inspection externe que ceux de la détection par le taureau, l'examen au speculum et la fouille rectale furent utilisés. Les taux de détection mensuelle et globale des chaleurs avec ou sans aide du taureau furent calculés et les pourcentages d'erreur de détection appréciés.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'ensemble des résultats est résumé dans le tableau I.

A en juger par ces résultats, le taureau boute-en-train est un moyen sûr de détection des chaleurs. Par son utilisation 20 p. 100 environ de chaleurs supplémentaires ont pu être détectées avec un seul cas d'erreur. C'est surtout pendant la saison sèche, période de prédominance des chaleurs silencieuses que sa

contribution est appréciable (plus de 35 p. 100 de chaleurs supplémentaires détectées en mai).

Le taux relativement bon de détection des chaleurs même sans taureau boute-en-train résulte non seulement de l'application des détecteurs (bergers, inséminateurs) mais aussi des conditions assez favorables de l'élevage en système semi-intensif. Une des limites de l'utilisation du taureau boute-en-train au CRZ de Sotuba, où les femelles sont souvent synchronisées, est le comportement quelquefois sélectif de celui-ci envers les femelles en chaleurs, certaines sont suivies de façon assidue durant toute la durée de l'œstrus et d'autres négligées. Mais, à notre avis, ceci pourrait être compensé par une augmentation du nombre de taureaux. Après deux ans d'utilisation au CRZ de Sotuba de taureaux boute-en-train, il n'a été constaté ni baisse de libido, ni saillie indésirée.

CONCLUSION

Le taureau boute-en-train constitue un moyen sûr de détection de chaleurs. Utilisé au niveau d'un troupeau, il améliore le taux de détection et permet le dépistage de femelles souffrant de chaleurs silencieuses.

Mais au CRZ de Sotuba, où les inséminations sont souvent précédées de synchronisation des chaleurs, son utilisation est quelque peu problématique du fait de son comportement quelquefois sélectif envers les femelles en chaleurs.

TABLEAU N°1 - Taux de détection des chaleurs avec ou sans taureau boute-en-train

Mois	Détection sans taureau			Détection supplémentaire à l'aide du taureau			Nombre réel chaleurs détectées	Taux de détection sans taureau p.100
	Nombre	Confirmé speculum	Erreur n p.100	Nombre	Confirmé speculum	Erreur n p.100		
Mai	12	12	0 0	7	7	0 0	19	63,15
Juin	22	19	3 13,63	6	5	1 16,66	24	79,16
Juillet	28	26	2 7,14	4	4	0 0	30	86,67
Août	33	32	1 3,03	2	2	0 0	34	94,11
Septembre	33	30	3 9,09	8	8	0 0	38	78,94
Total	128	119	9 7,03	27	26	1 3,70	145	82,06

RESUMEN

TRAORE (A.), BAKO (G.). — Estudio del ciclo sexual en las vacas y becerras N'Dama criadas en el Centro de Investigaciones zootécnicas de Sotuba, Mali. I. Incidencia de la utilización de un toro recelador sobre la tasa de detección del celo. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 482-484.

rebaño de reproductoras N'Dama permitió aumentar de 20 p. 100 la tasa de detección del celo al evidenciar las hembras con celos no aparentes. Pero el comportamiento a veces selectivo del toro para con las hembras en celo limita la eficacia cuando se utiliza el técnico de sincronización del celo.

Palabras claves : Toro recelador - Detección del celo - Bovino N'Dama - Mali.

La utilización de un toro recelador en un pequeño

BIBLIOGRAPHIE

1. BANE (A.), HULTNES (C. A.). Insémination artificielle des bovins dans les pays en voie de développement. *Revue mond. Zootech.*, 1974 (9) : 24-29.
2. PAGOT (J. R.). Quelques observations sur la physiologie sexuelle des zébus en zone tropicale. Note technique, Bamako, 20 mai 1952.
3. RALAMBOFIRINGA (A.). Note sur les manifestations du cycle et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1978, **31** (1) : 91-94.
4. TRAORE (A.). Le point des expériences du CNRZ de Sotuba en matière d'insémination artificielle des bovins de races locales. Conférence-débat au CRZ de Sotuba, mai 1982.

Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali)

II. Caractéristiques du cycle œstral et de l'œstrus

par TRAORE (1) et G. BAKO

avec la collaboration technique de M. SIDIBE et T. KEITA

Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba, B.P. 262, Bamako, Mali.

(1) Adresse actuelle : CIPEA/MALI, B.P. 60, Bamako, Mali.

RÉSUMÉ

TRAORE (A.), BAKO (G.). — Etude du cycle sexuel chez les vaches et génisses N'Dama élevées au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba (Mali). II. Caractéristiques du cycle œstral et de l'œstrus. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 485-487.

L'étude du cycle sexuel chez la N'Dama a été entreprise sur un petit troupeau de reproductrices élevées au CRZ de Sotuba.

Il a été constaté une durée de l'inter-œstrus d'environ 20 à 21 jours chez les génisses et les vaches ainsi qu'une durée moyenne de l'œstrus de $9,38 \pm 1,51$ heures. Les chaleurs sont dans plus de 60 p. 100 des cas d'intensité faible. Toutefois une nette amélioration de la situation des chaleurs est constatée en saison des pluies.

Mots-clés : Cycle sexuel - N'Dama - Bovin - Mali.

SUMMARY

TRAORE (A.), BAKO (G.). — The sexual cycle in N'Dama cows and heifers at the National Livestock Research Center Sotuba (Mali). II. Characteristics of oestrus cycle and oestrus. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 485-487.

A study of oestrus in a small herd of N'Dama at the National Livestock Research Station at Sotuba (Mali) showed a cycle of 20-21 days and a duration of 9.38 ± 1.51 hours for both cows and heifers. More than 60 p. 100 of heats were of low intensity. External signs of oestrus were more evident during the rainy season and a higher percentage of cows came into heat.

Key words : Sexual cycle - N'Dama cattle - Mali.

INTRODUCTION

Plusieurs auteurs s'accordent pour reconnaître que les signes de chaleurs sont en général discrets chez les bovins tropicaux (4, 7, 2). Bien que l'espèce Zébu ait généralement le plus attiré l'attention des auteurs, à en juger par l'abondance relative des publications (4, 1, 5, 3), la N'Dama semble encore plus problématique en ce qui concerne la discrétion des signes de chaleurs (6).

Cet article rapporte les résultats de nos observations au sujet de la durée du cycle

sexuel, de la durée et de l'intensité des signes de chaleurs et de l'évolution saisonnière des chaleurs au niveau d'un troupeau de reproductrices N'Dama.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude a porté sur 50 génisses et 11 vaches de race N'Dama âgées de 3 à 7 ans et élevées au CRZ de Sotuba pour des fins de croisement. Le mode d'élevage est de type semi-

intensif (pâturage, supplémentation, couverture sanitaire).

Pour la détection des chaleurs outre l'inspection externe, au taureau bote-en-train à pénis dévié a été utilisé et le diagnostic confirmé par l'examen au speculum et la fouille rectale.

L'appréciation de l'intensité des chaleurs est faite sur la base d'une notation allant de 1/4 de point à 1 point selon les signes de chaleurs. Partant de cette notation, les chaleurs sont classées comme faibles (0-1 point), moyennes (1-2 points) ou fortes (2-3 points).

Pour l'analyse statistique, les valeurs moyennes des principaux paramètres et leur fréquence de distribution ont été calculées.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Durée du cycle œstral

Avec une durée de $21,38 \pm 1,50$ et $20,23 \pm 1,13$ jours respectivement chez les vaches et les génisses après chaleurs naturelles, nos données sont peu différentes de celles citées dans la littérature. Après des chaleurs induites, nous observons un léger raccourcissement du cycle œstral aussi bien chez les vaches que chez les génisses ($20,50 \pm 0,24$ et $19,66 \pm 1,84$ jours).

Durée des chaleurs

Quant à la durée des chaleurs ($9,38 \pm 1,51$ h), on constate une très nette brièveté, comparée à celles des races bovines élevées en zone tempérée. Nos résultats sont très proches de ceux trouvés par RALAMBOFIRINGA (6)

chez des vaches et génisses N'Dama au CRZ de Minankro. La fréquence de répartition de la durée des chaleurs montre que celles-ci pour la plupart durent de 8 à 12 heures (76,92 p. 100 des cas).

Intensité des chaleurs

Les chaleurs chez les N'Dama observés sont également de faible intensité (62,09 p. 100 des cas). Seulement 5,22 p. 100 des chaleurs sont de forte intensité, c'est-à-dire qu'elles ne seraient pas passées inaperçues.

Incidence de la saison sur l'activité ovarienne

L'analyse mensuelle de nos observations dénote une évolution favorable de la situation des chaleurs. En effet, on constate, à côté d'une augmentation progressive du nombre des chaleurs, une diminution des chaleurs de faible intensité au profit des chaleurs de moyenne et forte intensité. Cette situation reflète très certainement l'incidence des ressources alimentaires améliorées de la saison des pluies (fourrage vert).

CONCLUSION

Chez la N'Dama les signes de chaleurs sont discrets, en particulier l'écoulement de muco-sité.

L'œtrus dure moins longtemps que chez d'autres races bovines. De la période de saison sèche à la période de saison des pluies, on constate au niveau du troupeau une amélioration de la situation des chaleurs (fréquence et intensité) consécutive à l'amélioration du niveau nutritionnel.

RESUMEN

TRAORE (A.), BAKO (G.). — Estudio del ciclo sexual en las vacas y becerras N'Dama criadas en el Centro de Investigaciones zootécnicas de Sotuba, Mali. II. Características del ciclo oestral y del celo. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 485-487.

Se estudió el ciclo oestral en un pequeño rebaño de vacas reproductoras N'Dama criadas en el Centro de Investigaciones zootécnicas de Sotuba.

Era de unos 20 a 21 días la duración del inter-celo en las becerras y las vacas y de $9,38 \pm 1,51$ horas la duración media del celo. Más de 60 p. 100 de los celos tenían una intensidad reducida. Sin embargo, las manifestaciones externas del celo eran más evidentes durante la estación de las lluvias y el porcentaje de vacas en celo aumentaba.

Palabras claves : Cyclo sexual - Bovino N'Dama - Mali.

BIBLIOGRAPHIE

1. AGBA (K. Ch.). Particularités anatomiques et fonctionnelles des organes génitaux de la femelle zébu. Thèse Doctorat vét. E.I.S.M.V., Dakar, 1975.
2. BANE (A.) et HULTNES (C. A.). Insémination artificielle des bovins dans les pays en voie de développement. *Rev. mond. Zootech.*, 1974, (9) : 24-29.

3. JOCHLE (W.). Seasonal fluctuations of reproductive functions in zebu cattle. *Int. J. Biometeor.*, 1972, **16** (2) : 131-144.
4. PAGOT (J. R.). Quelques observations sur la physiologie sexuelle des zébus en zone tropicale. Note technique - Bamako 20 mai 1952.
5. PLASSE (D.) *et al.* Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrus cycle, duration of oestrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. anim. Sci.*, 1970, **30** (1) : 63-72.
6. RALAMBOFIRINGA (A.). Note sur les manifestations du cycle et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1978, **31** (1) : 91-94.
7. ROLLINSON (D. H. L.). Physiologie de la reproduction chez les animaux domestiques avec considérations spéciales pour les conditions existant en Afrique. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1962 : 137-160.

Amélioration génétique des bovins N'Dama

Etudes en milieu extensif au Mali

I. Caractéristiques du bétail N'Dama au ranch de Madina-Diassa

par D. PLANCHENAULT (1), S. H. TALL (2) et M. T. TRAORE (2)

(1) Service de Zootechnie, I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94704 Maisons Alfort Cedex, France.
(2) Projet ONDY, Ranch de Madina-Diassa, B. P. 117, Bamako, Mali.

RÉSUMÉ

PLANCHENAULT (D.), TALL (S. H.), TRAORE (M. T.). — Amélioration génétique des bovins N'Dama. Etudes en milieu extensif au Mali. I. Caractéristiques du bétail N'Dama au ranch de Madina-Diassa. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 488-495.

Créé en 1975 dans le cadre du Projet « Opération N'Dama Yanfolila », le ranch de Madina-Diassa a pour but de sélectionner le bétail N'Dama dans un système d'élevage aussi proche que possible du traditionnel. Des mesures effectuées sur près de 800 têtes, il ressort que les veaux mâles et femelles ont des relevés similaires.

Au stade « dents de lait » les femelles sont significativement les plus lourdes et les mâles sont plus compacts. Pendant une période comprise entre l'âge de deux dents et celui de quatre dents, le standard des mâles et celui des femelles sont sensiblement identiques. Par la suite, il apparaît que la croissance des femelles atteint un plateau vers l'âge de 4 ans, tandis que celle des mâles se poursuit au delà de la 5^e année. La différence de format entre les deux sexes est établie à partir du stade « huit dents d'adulte ».

Les auteurs décrivent l'établissement d'une formule barymétrique simple, donnant une estimation du poids vif de l'animal en fonction du périmètre thoracique, qui permet d'entrevoir la possibilité d'enregistrer les performances pondérales des animaux dans le milieu paysan.

Mots-clés : Elevage extensif - Age - Croissance - Barymétrie - Bovin N'Dama - Mali.

SUMMARY

PLANCHENAULT (D.), TALL (S. H.), TRAORE (M. T.). — Genetic improvement on N'Dama cattle. Studies on extensive breeding system with N'Dama Livestock in Mali. I. Characteristics on N'Dama cattle at Madina-Diassa Ranch. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 488-495.

Created since 1975, in the « Operation N'Dama Yanfolila », the Madina-Diassa ranch means to select N'Dama cattle in a breeding system as close as possible of the traditional one. From measures performed on almost 800 heads it comes out that male and female calves have similar standards and data.

At the « milk teeth » age, females are significantly heavier but males are more compact. During the period lasting from two to four teeth of age, the standards of males and females are almost identical. Then, females growth reaches a flat curve about the age of four, while the males continue after the fifth year. Size difference between the two sexes is permanently established beginning the eight adult's teeth stage.

The authors describes a simple relationship between live weight and different body measurements, more particularly heart girth, which gives way to the possibility of registering weight performances in rural areas.

Key words : Extensive breeding - Age - Growth - Thoracic girth circumference - N'Dama cattle - Mali.

INTRODUCTION

L'objectif principal du ranch de Madina-Diassa est de produire des animaux améliorateurs de la race N'Dama qui seront exportés ou utilisés sur le marché intérieur. Son

objectif secondaire est de diffuser, après castration, les mâles non retenus pour la reproduction, dans les opérations de culture attelée. Une direction primordiale a été prise dès l'initialisation du programme en 1975. En effet, il s'agit d'améliorer le N'Dama dans son

milieu naturel. Cela signifie qu'il faut conserver un animal valorisant au mieux le pâturage naturel et résistant à la trypanosomose.

Le troupeau a été constitué entre 1975 et 1981 par des achats d'animaux provenant de diverses régions du Mali. Il a été créé, de ce fait, une véritable « souche Madina » de N'Dama. Le but du présent travail est de donner les principales caractéristiques de ce troupeau et d'établir l'image moyenne du N'Dama de Madina-Diassa qui servira de base de référence à la sélection en cours. Une formule barymétrique sera étudiée afin de permettre une évaluation simple du poids vif nécessaire au suivi des performances en milieu paysannal. D'autres articles traiteront de la croissance et de l'évaluation des paramètres génétiques de ce troupeau.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Le ranch

Situé à l'extrême sud du Mali, à 65 km de Yanfolila, le ranch de Madina-Diassa couvre une superficie de 19 000 ha. Il est délimité au nord par une clôture longue de 45 km ; au sud le fleuve Baoulé lui sert de limite naturelle. Le relief est plat et peu accidenté. Exception faite du lit majeur du Baoulé, les vallées sinueuses sont généralement encaissées. Le fleuve forme avec les cours d'eau intermittents (Saouraka, Koba, Samamouroula, Samayorola) un important réseau hydrographique capable de subvenir en toute saison aux besoins en eau du cheptel.

Le climat est du type soudano-guinéen. On y reconnaît 6 à 7 mois de pluie (avril-octobre). La valeur moyenne de la pluviométrie observée au ranch sur la période allant de 1972 à 1978 est de 1 130 mm. La température moyenne annuelle est de 36° 1 pour les maximums et de 15° 9 pour les minimums.

La végétation est du type sud-soudanien ; elle peut être divisée en deux sous-types principaux : la forêt claire avec un tapis graminéen assez bien fourni et la savanne herbeuse (3 000 ha) à très faible densité de ligneux dans le lit majeur des principaux cours d'eau. En dépit de leur productivité élevée, la valeur des pâturages de savane herbeuse est finalement très réduite du fait de leur inaccessibilité en période de pluies et de la lignification rapide des espèces présentes. Leur exploitation n'est

possible que sur fond de repousse après feu. Durant l'hivernage, les pâturages de forêt claire subviennent de façon remarquable aux besoins du troupeau malgré un rétrécissement de l'espace exploitable dû à la pression des glossines. La situation se renverse rapidement en saison sèche avec le dessèchement de la végétation herbeuse ; le déficit protéinique qui en résulte est à peine amélioré par les repousses des zones dépressionnaires (1, 2, 9).

La faune du ranch est riche. On y rencontre une faune reptilienne et mammalienne variée (simiens, bovidés, suidés, hippopotamidés). La faune entomologique, elle aussi, est abondante et très variée. Trois espèces de glossines sont présentes sur le ranch (*G. morsitans submorsitans*, *G. palpalis gambiensis* et *G. tachinoides*) et jouent un rôle non négligeable dans l'exploitation des pâturages. Les simulies (*S. damnosum*) sont en voie de disparition grâce à l'action de l'Organisation Mondiale de la Santé contre l'onchocercose (5).

2. Les animaux

Les animaux, au nombre de 2 200 à la date de décembre 1984, correspondent parfaitement à la description du type classique de la race N'Dama faite par DOUTRESSOULLE en 1948 (6) et reprise par COULOMB en 1976 (3). A la suite de l'élimination des animaux tachetés, un troupeau homogène sur le plan phénotypique a été constitué. La couleur dominante de la robe est uniformément fauve et sans taches ; on la rencontre chez 82 p. 100 des sujets dont environ 6 p. 100 sont plus ou moins charbonnés au niveau de la tête et de l'avant-main. La couleur « froment ordinaire » représente 16 p. 100 de la population (11).

Les muqueuses sont roses chez 75 p. 100 des animaux ; aucune corrélation de la couleur des muqueuses n'a pu être établie avec la distribution des couleurs de robe (11).

Les cornes chez les animaux du ranch sont de taille moyenne ; elles dépassent rarement 30 cm chez les mâles mais atteignent, par contre, chez les femelles un développement parfois important. Le cornage est varié ; on compte 55 p. 100 de formes en croissant, 28 p. 100 en coupe et 15 p. 100 en lyre.

3. Méthode

Dans le but de préciser le standard actuel des animaux, l'étude des pesées et des mensu-

rations a été effectuée sur 773 bovins pris au hasard dans les différents groupes d'âge considérés. Les mensurations ont été confiées à une équipe restreinte de techniciens. Les pesées ont été effectuées au kilogramme près à l'aide d'une bascule pèse-bétail pour les adultes et d'un peson Salter équipé d'un berceau pour les veaux. La taille et la largeur de la croupe ont été prises avec une canne toise en bois au centimètre près. Les autres mesures ont été effectuées avec un mètre ruban, toutes au centimètre près.

Aucune correspondance n'ayant encore été établie entre l'éruption des dents d'adulte et l'âge en mois des animaux du ranch, la classification des animaux employée ne prend en compte que le stade dentaire. Un âge approximatif peut cependant être obtenu en consultant les relations établies par COULOMB en 1976 sur un troupeau N'Dama de Côte d'Ivoire (3).

RÉSULTATS

1. Etude des diverses mesures

L'ensemble des résultats des divers relevés baryométriques est rassemblé au tableau I. Dans les sept cas considérés et pour chacune des mesures effectuées, une comparaison des moyennes obtenues chez les mâles et chez les femelles est réalisée à l'aide d'un test ϵ si les deux effectifs mâles et femelles sont supérieurs à 30 ; dans le cas contraire, le test de Student est employé.

A la naissance, aucune différence significative n'est évidente entre les mâles et les femelles. Pour les animaux classés dans la catégorie « dents de lait », une différence significative ($\epsilon = 2,3$) est mise en évidence entre le poids des femelles ($131,17 \pm 4,46$ kg) et celui des mâles ($123,85 \pm 4,43$ kg). Cette différence disparaît au seuil de signification de 1 p. 100. De plus, il apparaît une différence significative entre les deux sexes pour toutes les autres mesures sauf la hauteur au garrot.

Pour les animaux de deux dents d'adulte, une différence significative existe entre les mâles et les femelles pour le poids et la hauteur au garrot, avec respectivement $\epsilon = 2$ et $\epsilon = 2,36$. Cette différence disparaît au seuil de signification de 1 p. 100. Pour les animaux de quatre dents d'adulte, aucune différence significative n'est mise en évidence entre les deux sexes.

Dans l'étude de animaux de six dents d'adulte, la comparaison des deux groupes ne montre pas de différence significative, hormis la hauteur au garrot qui est de $100,54 \pm 1,31$ cm chez les mâles et $97,75 \pm 0,79$ cm chez les femelles ($\epsilon = 3,64$). A partir du stade huit dents d'adulte, les mâles ont de façon constante des mesures significativement supérieures à celles enregistrées chez les femelles.

2. Recherche d'une relation entre le poids et les autres mesures

Le tableau II résume l'ensemble des calculs réalisés pour déterminer une équation permettant de donner une relation simple entre le poids et le périmètre thoracique, la hauteur au garrot ou la longueur scapulo-ischiale. Il apparaît qu'il existe de façon constante une liaison entre le poids et l'une de ces mesures (test de t toujours significatif à 5 p, 100). Cela est observé quel que soit le stade dentaire et le sexe considérés. Il apparaît que la meilleure estimation indirecte du poids vif des animaux est obtenue par la mesure du périmètre thoracique. Une bonne estimation est aussi obtenue par la mesure de la hauteur au garrot. Toutefois, le coefficient de corrélation obtenu est généralement inférieur à celui provenant de la relation poids/périmètre thoracique.

Il est apparu judicieux de comparer du point de vue de leur précision la droite de régression linéaire simple obtenue entre le poids et le périmètre thoracique avec la régression curvilinéaire suivant une fonction puissance du poids sur le périmètre thoracique et avec la régression linéaire multiple du poids sur le périmètre thoracique et la hauteur au garrot. Les résultats sont donnés au tableau III.

DISCUSSION

Les résultats obtenus revêtent une double importance. Ils permettent non seulement de comparer les performances de la souche de Madina-Diassa à celles généralement admises pour la race N'Dama (afin de marquer une situation de référence pour l'évaluation objective des améliorations en cours dans le troupeau), mais aussi de donner des solutions acceptables capables de simplifier le travail routinier mais indispensable du suivi des performances dans le ranch et hors du ranch.

A la naissance, il n'existe pas de différence

TABL. N°I-Comparaisons entre les mâles et les femelles
par les diverses mesures réalisées

Mesures	MALE			FEMELLE			test	
	Effectifs	Moyenne	Ecart type	Effectifs	Moyenne	Ecart type		
NAISSANCE	Poids	18	15,39	1,76	23	14,80	2,23	0,91
	Hauteur au garrot	14	55,50	2,37	7	54,29	2,43	1,09
	Périmètre thoracique	14	59,86	4,10	7	58,57	3,09	0,73
	Longueur scapulo-ischiiale	14	53,50	3,34	7	51,86	4,59	0,93
DENTS DE LAIT	Poids		123,85	22,91		131,17	20,80	2,32**
	Hauteur au garrot		90,5	2,89		91,00	4,61	0,28
	Périmètre thoracique	107	120,7	7,81	87	123,36	7,50	2,41**
	Longueur scapulo-ischiiale		98,99	7,18		102,74	6,99	3,67***
	Largeur de la croupe		25,07	2,53		26,17	2,09	3,31***
DEUX DENTS D'ADULTE	Poids		174,38	18,78		165,57	24,13	2,00
	Hauteur au garrot		96,62	3,55		95,02	3,01	2,36
	Périmètre thoracique	45	134,67	6,67	51	134,29	7,42	0,26
	Longueur scapulo-ischiiale		111,87	6,47		111,75	7,39	0,08
	Largeur de la croupe		29,71	2,21		29,27	3,57	0,73
QUATRE DENTS D'ADULTE	Poids		192,09	22,92		194,40	21,94	0,49
	Hauteur au garrot		96,80	3,85		95,65	3,19	1,58
	Périmètre thoracique	54	133,46	6,09	40	139,35	6,19	0,08
	Longueur scapulo-ischiiale		115,89	6,20		116,50	6,38	0,46
	Largeur de la croupe		32,31	2,46		32,50	2,34	0,38
SIX DENTS D'ADULTE	Poids		223,05	27,75		215,01	26,82	1,56
	Hauteur au garrot		100,54	4,09		97,75	4,06	3,64***
	Périmètre thoracique	39	146,46	7,34	106	144,20	6,89	1,67
	Longueur scapulo-ischiiale		123,00	8,14		120,68	6,64	1,59
	Largeur de la croupe		34,36	2,77		33,99	2,67	0,72
HUIT DENTS D'ADULTE	Poids		251,88	38,23		212,74	26,45	4,82***
	Hauteur au garrot		102,04	4,40		97,68	3,75	4,47***
	Périmètre thoracique	24	150,75	7,98	100	142,95	6,95	4,40***
	Longueur scapulo-ischiiale		131,50	8,69		121,79	5,55	5,22***
	Largeur de la croupe		36,58	2,30		33,66	2,2	5,63***
TABLES USEES	Poids		301,71	36,79		220,61	23,30	8,60***
	Hauteur au garrot		106,88	3,27		99,76	3,81	7,60***
	Périmètre thoracique	17	160,62	8,01	62	145,06	5,78	7,40***
	Longueur scapulo-ischiiale		130,76	6,01		123,87	6,37	4,10***
	Largeur de la croupe		36,12	2,06		34,21	2,08	3,37***

** Différence significative à 5 p.100, non significative à 1 p.100.

*** Différence significative à 1 p.100.

entre les veaux mâles et femelles. Les principales mensurations corporelles. Etant poids relevés sont identiques (poids moyen = 15,0 ± 0,6 kg). Il en est de même pour les données que ces paramètres sont soumis pour une large part à l'influence des facteurs mater-

TABL. N° II-Etude des corrélations : Régressions linéaires simples du poids (P) sur le périmètre thoracique (PT), la taille (HG) et la longueur scapulo-ischiale (LSI) chez les mâles et les femelles.

Stade	Sexe	Effectif	Equations de régression	r
Dents de lait	M	107	$P = -196,22 + 2,65 PT$ $P = -197,49 + 3,58 HG$ $P = -111,86 + 2,38 LSI$	0,90** 0,84** 0,75**
	F	87	$P = -141,64 + 221 PT$ $P = -162,04 + 3,22 HG$ $P = -106,76 + 2,32 LSI$	0,80** 0,72** 0,78**
2 dents	M	45	$P = -133,21 + 2,28 PT$ $P = -176,94 + 3,64 HG$ $P = -24,80 + 1,78 LSI$	0,82** 0,69** 0,62**
	F	51	$P = -231,23 + 2,95 PT$ $P = -266,91 + 4,55 HG$ $P = -72,14 + 2,13 LSI$	0,87** 0,75** 0,65**
4 dents	M	54	$P = -247,99 + 3,16 PT$ $P = -162,73 + 3,67 HG$ $P = -47,63 + 1,25 LSI$	0,84** 0,62** 0,56**
	F	40	$P = -221,89 + 2,99 PT$ $P = -59,09 + 2,64 HG$ $P = -7,46 + 1,73 LSI$	0,84** 0,38** 0,50**
6 dents	M	39	$P = -200,89 + 2,89 PT$ $P = -372,05 + 6,11 HG$ $P = -22,41 + 2,00 LSI$	0,76** 0,77** 0,59**
	F	106	$P = -226,33 + 3,06 PT$ $P = -142,27 + 3,66 HG$ $P = -76,39 + 2,41 LSI$	0,79** 0,55** 0,60**
8 dents	M	24	$P = -327,54 + 3,84 PT$ $P = -372,05 + 6,11 HG$ $P = -81,15 + 2,53 LSI$	0,80** 0,71** 0,58
	F	100	$P = -201,06 + 2,89 PT$ $P = -140,74 + 3,61 HG$ $P = -148,99 + 2,97 LSI$	0,76 0,52 0,63
Tables usées	M	17	$P = -378,43 + 4,23 PT$ $P = -576,56 + 8,22 HG$ $P = -118,88 + 1,40 LSI$	0,92** 0,73** 0,23
	F	62	$P = -159,50 + 2,62 PT$ $P = -100,09 + 3,21 HG$ $P = -26,68 + 2,00 LSI$	0,65 0,53 0,54

** Test de signification à 5 p.100

nels, il est remarquable de noter cette homogénéité des veaux issus de mères provenant initialement de diverses régions. Il faut signaler tout

de suite que les animaux de Madina-Diassa ont un format et un poids inférieurs à ceux établis en 1959 au CRZ de Sotuba (Mali) (8), en 1961

TABL. N° III-Etude des corrélations : Comparaison de trois types d'ajustement chez les animaux du ranch.

Age	Sexe	Effectif	Equations de régression	r
DENTS DE LAIT	F	87	$x = 2,21 y - 141,64$ $x = 0,01 y^{2,05}$ $x = 0,71 y - 0,10 z + 53,13$	0,80 0,64 0,20
	M	107	$x = 2,65 y - 196,22$ $x = 0,000427 y^{2,62}$ $x = 2,54 y + 0,63 z - 239,75$	0,90 0,82 0,88
DEUX DENTS D'ADULTE	F	51	$x = 2,95 y - 231,23$ $x = 0,00076 y^{2,51}$ $x = 2,94 y - 2,54 10^{-3} z - 228,34$	0,87 0,77 0,77
	M	45	$x = 2,28 y - 133,21$ $x = 0,03 y^{1,77}$ $x = -2,41 10^{-3} y + 1,81 z + 0,32$	0,81 0,67 0,99
QUATRE DENTS D'ADULTE	F	40	$x = 2,99 y - 221,89$ $x = 2,8 10^{-3} y^{2,26}$ $x = 2,97 y + 0,81 z - 297,19$	0,84 0,72 0,75
	M	54	$x = 3,16 y - 247,99$ $x = 1,62 10^3 y^{2,36}$ $x = -0,003 y + 1,99 z + 0,35$	0,84 0,71 0,99
SIX DENTS D'ADULTE	F	106	$x = 3,06 y - 226,33$ $x = 0,01 y^{1,95}$ $x = -0,01 y + 3,71 z - 147,16$	0,79 0,58 0,31
	M	39	$x = 2,89 y - 200,89$ $x = 0,01 y^{1,94}$ $x = -0,002 y + 2,23 z + 0,23$	0,76 0,57 0,99
HUIT DENTS D'ADULTE	F	100	$x = 2,89 y - 201,06$ $x = 0,01 y^{2,02}$ $x = -2,69 y + 5,12 z + 114,36$	0,76 0,55 0,01
	M	24	$x = 3,84 y - 327,54$ $x = 8,10^{-4} y^{2,52}$ $x = 2,99 y + 2,03 z - 407,48$	0,80 0,60 0,67
TABLES USEES	F	62	$x = 2,62 y - 159,50$ $x = 0,05 y^{1,68}$ $x = 2,09 y + 1,61 z - 243,67$	0,65 0,41 0,48
	M	17	$x = 4,23 y - 378,43$ $x = 2,23 10^{-3} y^{2,32}$ $x = 3,59 y + 2,32 z - 522,63$	0,92 0,85 0,88

x = poids en kg
y = périmètre thoracique en cm
z = hauteur au garrot en cm

au CRA de Bambey (Sénégal) (7), en 1967 à la station de Musaia en Sierra Leone (10) et en 1976 au CRZ de Minankro-Bouaké (Côte d'Ivoire) (3). Tout au long de leur carrière, les animaux mâles et femelles seront d'un format plus petit que celui couramment décrit. Cela est peut-être dû aux conditions particulières existant au ranch (alimentation soumise aux aléas saisonniers, pression glossinienne importante).

Au stade dit « dents de lait » il apparaît des différences entre les deux sexes pour les divers paramètres relevés. La femelle est significativement plus lourde. Cette différence est transitoire et peu marquée (différence non significative à 1 p. 100). Elle disparaît totalement au stade quatre dents d'adulte. En considérant un périmètre thoracique, une longueur scapulo-ischiale et une largeur de la croupe plus faibles pour une hauteur au garrot identique, le mâle apparaît plus compact, à ce stade, que la femelle.

Les stades deux, quatre et six dents d'adulte sont véritablement des stades transitoires où peu de différences sont mises en évidence entre les deux sexes. Il y a cependant une tendance des mâles à devenir plus grands que les femelles. La différence de format est vraiment établie au stade huit dents d'adulte où le mâle pèse près de 40 kg de plus que la femelle. Cette différence sera doublée au stade « tables usées ». A ce même stade, les mâles auront une hauteur au garrot de $106 \pm 1,6$ cm soit 7 cm de plus en moyenne que les femelles. Cette mesure est cependant inférieure de près de 10 cm à celle donnée par COULOMB pour le N'Dama de Minankro (3). Des remarques semblables peuvent être faites pour les autres mesures.

Le but du ranch est aussi de s'ouvrir vers le milieu paysannal malien. Pour cela et pour pouvoir enregistrer les principales mesures de croissance en dehors des structures matérielles du ranch, il est nécessaire d'établir une formule barymétrique pour l'estimation indirecte du poids. La mesure la plus usitée pour cette estimation est celle du périmètre thoracique (3, 4). Notre étude confirme cette pratique quel que soit le stade dentaire considéré et le sexe de l'animal. Dans cette opération de sélection, les principaux enregistrements des performances ont lieu avant l'âge de 18 mois. Cela correspond dans cette étude au stade « dents de lait ». Pour l'estimation du poids (P) en kg à partir du périmètre thoracique (PT) en cm,

on peut retenir les formules suivantes :

$$P = 2,65 \text{ PT} - 196,22 \text{ pour les mâles}$$

et

$$P = 2,21 \text{ PT} - 141,64 \text{ pour les femelles.}$$

Toutefois, des études complémentaires devront être entreprises sur les animaux en sélection, dont on connaît parfaitement l'âge, afin d'établir avec précision les dates de variation de cette formule barymétrique.

Il n'apparaît pas souhaitable d'apporter une deuxième mesure dans l'estimation du poids vif de l'animal, bien que la hauteur au garrot puisse être une variable donnant une bonne estimation du poids. En considérant les coefficients de corrélation obtenus, la régression linéaire multiple du poids à la fois sur le périmètre thoracique et la hauteur au garrot ne peut être actuellement retenue dans la pratique courante d'autant plus que la mesure de la hauteur au garrot nécessite non seulement une bonne contention de l'animal mais aussi l'existence d'une surface plane sur laquelle il se situera d'aplomb. Ces contraintes sont des obstacles évidents au suivi des animaux dans le milieu traditionnel.

De même, la régression curvilinéaire suivant une fonction « puissance » du poids sur le périmètre thoracique n'apporte pas une amélioration notable. Il apparaît judicieux de préconiser l'estimation du poids vif de l'animal à partir de la mesure du périmètre thoracique.

CONCLUSION

Au ranch de Madina-Diassa, les relevés effectués sur près de 800 têtes, indiquent une assez grande homogénéité du troupeau N'Dama initial. Le standard donné montre que la souche de Madina est d'un format petit à l'intérieur de la race. Le format adulte est atteint dès l'âge de « 6 dents » (environ 4 ans) chez la femelle alors qu'il n'est établi qu'au-delà du stade « 8 dents » chez le mâle (environ 5 ans).

La recherche d'une formule barymétrique simple permet d'établir qu'il est possible d'effectuer les opérations de contrôle des animaux en croissance, directement dans le milieu paysannal, à partir d'une régression linéaire simple donnant le poids vif en fonction du périmètre thoracique. Ces suivis seront nécessaires lorsque le ranch commencera à diffuser ces géniteurs.

RESUMEN

PLANCHENAU (D.), TALL (S. H.) et TRAORE (M. T.). — Mejoría genética de bovinos N'Dama. Estudios en medio extensivo en Mali I. Características del ganado N'Dama en el rancho de Madina Diassa. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 488-495.

Creado en 1975 en el ámbito del proyecto « N'Dama Yanfolila », el rancho de Yanfolila tiene por objeto la selección del ganado N'Dama en un sistema de ganadería próximo dentro de lo posible del tradicional. Según las medidas efectuadas en unas 800 cabezas, resulta que los terneros machos y hembras tienen datos similares.

A la edad « dientes de leche », las hembras son significativamente más pesadas y los machos más compactos. Durante un período entre la edad de « dos

dientes » y la de « cuatro dientes », el standard de los machos y el de las hembras son casi idénticos. Luego, el crecimiento de las hembras llega a una estabilidad hacia 4 años de edad, mientras que el de los machos sigue más allá del 5º año.

La diferencia de tamaño entre los dos sexos aparece a partir de la edad « ocho dientes de adultos ».

Los autores describen una fórmula barométrica sencilla de estimación del peso vivo del animal en función del perímetro torácico que permitiría de anotar los aumentos de peso de los animales en medio rural.

Palabras claves : Ganadería extensiva - Edad - Crecimiento - barimetría - Bovino N'Dama - Mali.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDRU (J.), LEBRUN (J.-P.). Propositions pour l'aménagement de la station destinée à l'installation du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila. Maisons-d'Alfort, I.E.M.V.T., 1975. 133 p.
2. BOUDET (G.), ELLENBERGER (J. F.). Etude agrostologique du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1971. 174 p.
3. COULOMB (J.). La race N'Dama. Quelques caractéristiques zootechniques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1976, 29 (4) : 367-380.
4. DELAGE (J.), POLY (J.), VISSAC (B.). Etude de l'efficacité relative des diverses formules de barymétrie applicables aux bovins. *Annals Zootech.*, 1955, 4 : 219-231.
5. DIALLO (A.). *Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1910 (*Diptera-Glossinidae*) : son écologie et son rôle dans les trypanosomoses animales en zone de savane soudano-guinéenne du Mali (Ranch de Madina-Diassa). Thèse Doct. Etat Sci. Nat., Faculté Sci. Techn. Saint-Jérôme, Aix Marseille III, 1985, 103 p.
6. DOUTRESSOULLE (G.). L'élevage des taurins au Soudan français. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1948, 2 (1) : 31-43.
7. GAUDEFFROY-DEMOBYNES (Ph.). Croissance et lactation des bovins N'Dama au CRA de Bambey. *Agron. trop.*, 1961, 16 (4) : 410-432.
8. PAGOT (J.), DELAINE (R.). Etude biométrique de la croissance des taurins N'Dama. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1959, 12 (4) : 405-416.
9. TACHER (G.), PLANCHENAU (D.). Le ranch de sélection de Madina-Diassa. Evaluation *ex-post* et perspectives d'avenir. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T. 1981. 299 p.
10. TOUCHBERRY (R. W.). A study of N'Dama cattle at the Musaiia Animal Husbandry Station in Sierra Leone. University of Illinois (USA), 1967, Bull. n° 724, 40 p.
11. TRAORE (M. T.). Sélection de la Race N'Dama au Ranch de Madina-Diassa. Mémoire de DESS, Prod. anim. Tech. agro-alim. Paris XII, I.E.M.V.T., 1983. 102 p.

Amélioration de la production laitière à Juba, Sud-Soudan

par P. MARCHOT

Projet Mri/79/002, Food and Agriculture Organization,
AGAP, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

RÉSUMÉ

MARCHOT (P.). — Note sur l'amélioration de la production laitière à Juba, Sud-Soudan. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 496-499.

La demande de produits laitiers s'est accrue autour de la capitale du Sud-Soudan. Pour répondre à cette demande, différentes solutions sont envisagées :

- Installation de stations laitières de moyenne importance ;
- Petites unités laitières si possible groupées, afin de permettre des actions de types coopératifs ;
- Amélioration de la production des campements de transhumance bovine.

Mots clés : Production laitière - Bovin laitier - Soudan.

SUMMARY

MARCHOT (P.). — Improving milk production in Juba, Southern-Sudan. *Note. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 496-499.

The demand for milk has increased around the capital of the Southern-Sudan. Various solutions are discussed in order to meet this new demand :

- Medium sized dairy farms ;
- Smallholder dairy farming and smallholder settlement to develop cooperative actions ;
- Improvement of milk production within the transhumant cattle camps.

Key words : Milk production - Dairy cattle - Sudan.

Le Sud-Soudan est une entité géographique et politique d'une superficie de 650 000 km² qui occupe la partie méridionale de la République Démocratique du Soudan.

L'accroissement rapide de la population de la capitale, Juba (100 000 habitants), entraîne une forte augmentation de la demande en produits laitiers, traditionnellement très appréciés. La faible productivité du bétail nilotique et son mode d'élevage extensif ne permettent pas de produire suffisamment de lait pour satisfaire cette demande.

Etant donné cette situation, un programme pour le développement de la production laitière a été entrepris. Le Ministère Régional de l'Agriculture et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture ont été chargés de son exécution ; le Programme

des Nations Unies pour le Développement a assuré son financement.

Cette opération a comporté 3 volets :

1. La création de Mafao farm, station laitière expérimentale qui a permis des essais d'amélioration génétique et un enseignement pratique de la santé et de la production animale ;
2. La création de petites unités laitières (smallholder dairy farms) avec du bétail amélioré, à proximité de Juba ;
3. L'étude du cheptel nilotique afin d'en améliorer la productivité.

A. MAFAO

La ferme de Mafao s'étend sur 300 ha de pâturages à 15 km de Juba.

En 1976, des taureaux sahiwal, frisons et 40 génisses possédant un pourcentage variable de sang frison y ont été introduits.

Les génisses phénotypiquement frisonnes ont été conduites au taureau sahiwal, celles phénotypiquement sahiwal au taureau frison. Ce fut le point de départ d'un programme de criss-crossing.

En 1977, 52 génisses d'origine nilotique ont

augmenté le stock de femelles et à maturité ont été conduites au taureau frison. En 1980, deux taureaux (jersey et sahiwal) ont été importés du Kenya et l'insémination artificielle a été commencée avec de la semence de zébu laitier australien mais les femelles issues de ces nouveaux croisements ne sont pas encore en lactation. Les performances réalisées par le cheptel de Mafao sont reprises dans le tableau suivant :

	Age au 1er vêlage (mois)	Durée lactation (j)	Durée gestation (j)	Prod. /lact. (kg)	Intervalle vêlage (j)
-Importées de phéno. Frison (n = 24)	33,7	262	278	2047	342
-Importée de phéno. Sahiwal (n = 34)	38,4	273	278	2211	355
-Nées à Mafao de phéno. Frison (n = 16)	27,5	264	280,6	1684	343
-Nées à Mafao de phéno. Sahiwal (n = 12)	30,0	275	283	1944	331
-Nilotique x Frisonne (n = 8)	28,0	263	282	1204	345
-Nilotique (n = 48)	40,5	242	291,7	222,8	391

Ces expériences d'amélioration génétique et les stages pratiques de formation organisés à la ferme tant pour les éleveurs que pour les étudiants des écoles d'agronomie ont été très fructueux.

Mafao doit continuer à jouer le même rôle que par le passé sans pour autant servir de modèle pour la création d'autres fermes laitières du même type.

En effet, l'exploitation intensive de bétail tel qu'il y est pratiqué n'est pas rentable à cause des contraintes économiques telles que le prix du carburant et le coût de remplacement des équipements (tracteurs, matériel de laiterie...).

Par conséquent, d'autres techniques ont été envisagées afin de promouvoir la production laitière et parmi celles-ci la création de petites unités laitières.

B. PETITES UNITÉS LAITIÈRES

Depuis 1981, du bétail élevé à Mafao a été confié à des paysans sédentaires établis aux

environs de la ferme. Les candidats désireux de devenir fermiers devaient remplir certaines conditions : disposer d'un pâturage, d'un accès à un point d'eau, suivre un stage de formation à la ferme de Mafao, construire abri et couloir de contention à partir de matériaux locaux, ensiler du fourrage pour les bovins durant la saison sèche. Une fois ces conditions remplies, 1 taureau et 2 vaches en début de seconde lactation, étaient vendus à crédit aux candidats.

Le suivi sanitaire des animaux est assuré par le personnel vétérinaire de Mafao (vaccination, pulvérisation, administration préventive de trypanocide...).

La production laitière des vaches, 5 kg par jour en moyenne dans ces petites unités, est très encourageante et la régularité des profits de la vente journalière du lait sur le marché a rendu le programme très populaire.

Ce type de projet présente des avantages certains : développement de la production laitière par le secteur privé, investissements très modestes, application de technologies appro-

priées et action de type coopératif, fonctionnement sans machines agricoles ni carburant.

Cependant, si la production laitière s'accroît, elle reste quantitativement marginale par rapport à l'importante demande.

Une condition essentielle à la réussite du programme est le binôme « candidat fermier motivé/pâturage disponible et adéquat ». Pour remplir cette condition, la seconde phase du programme a débuté en 1982 et a consisté en l'installation de groupes de petites fermes.

C. ÉTABLISSEMENT D'EXPLOITATIONS FAMILIALES

La première expérience fut réalisée sur les bords du Nil sur des terres mises à la disposition du projet par la communauté Bari.

La vocation première des exploitations est laitière mais élevage avicole et production maraîchère y ont été associés pour assurer au nouveau fermier une source de revenus durant le lancement de l'opération et pour obtenir une meilleure utilisation des ressources humaines.

D'autre part, cette diversification minimise les risques associés au développement de la production laitière dans une zone particulièrement hostile (présence abondante de glossines, longues saisons sèches...).

Parmi les avantages de ce programme, on peut citer un meilleur suivi de la production et de la santé des animaux par le personnel de Mafao, l'utilisation sur base coopérative de pompes pour l'irrigation des jardins, d'une paire de boeufs pour la traction animale et la culture attelée, la commercialisation en commun des produits agricoles.

D. CAMPEMENTS TRANSHUMANTS

La communauté Dinka possède la plupart des 6 600 000 têtes de bétail que compte le Sud-Soudan.

Ce bétail de type nilotique occupe une très grande place dans la vie économique, sociale, politique et spirituelle des éleveurs. Les conditions climatiques déterminent la transhumance des troupeaux. Pendant la saison sèche (janvier à mai), les éleveurs s'établissent dans les plaines riveraines du Nil, « the toich ». A cette époque de l'année elles constituent les derniers pâturages. Les pluies débutent en avril et durent de 6 à 7 mois. « The toich » avec son

sol plat et imperméable est inondée et envahie par les insectes hématophages et les transhumants gagnent les plateaux.

En octobre, ils commencent à redescendre vers les rives du Nil qui en janvier, après les feux de brousse, sont redevenus des pâturages idéaux.

Dans la région de Juba, un troupeau compte de 220 à 1 200 têtes, pour la plupart des femelles, et 60 des vaches seulement sont en lactation. Ceci montre l'importance accordée par les Dinka au lait et à la possession d'un grand troupeau même peu productif.

Les vaches Dinka ont une production journalière de 0,7 kg en moyenne, la durée de la lactation est de 7 à 8 mois, l'intervalle entre deux vêlages est de 13,5 à 15,5 mois, l'âge au premier vêlage de 4 ans et le poids des veaux à la naissance varie de 16 à 18 kg. On peut augmenter les performances de ce bétail de 2 manières :

- l'introduction de reproducteurs améliorés (issus de Mafao, par exemple) ;

- la sélection parmi les Dinka des reproducteurs les plus performants (les 7 meilleures vaches Dinka des 48 que compte Mafao ont atteint une moyenne de 445,5 kg en première lactation ; cela donne une idée du gain réalisable par sélection et amélioration du milieu).

Cette seconde solution est peu appréciée par les autorités locales car son application est longue et difficile et les résultats graduellement obtenus ne sont évidents qu'à très long terme. Elle est cependant à nos yeux la mieux adaptée, d'autant plus que l'abondance des tiques et des trypanosomes engendre des problèmes de santé non négligeables.

Au fil des ans, un équilibre s'est installé entre les troupeaux transhumants (taille, structure, résistance aux maladies) et le milieu.

En raison des contraintes économiques, l'élevage intensif de vaches laitières ne paraît pas adapté aux conditions que l'on rencontre au Sud-Soudan.

L'installation de petites unités laitières fait appel à des sédentaires. Ceux-ci ne possèdent pas d'expérience en matière d'élevage, mais deviennent dans 30 p. 100 des cas d'excellents fermiers.

Malheureusement, Mafao ne fournit des bovins que pour l'installation de 6 à 8 petites fermes par an.

Améliorer la production des vaches Dinka des campements de transhumance pourrait résoudre bien des problèmes mais cette solu-

tion n'est envisageable qu'à long terme, car il est trop tôt pour introduire du sang exotique dans les troupeaux nilotiques. Dans un premier

temps, on doit envisager des techniques simples telles que vaccinations, complémentation minérale, plantation de *Leucaena*.

RESUMEN

MARCHOT (P.). — Mejoría de la producción lechera en Juba, sur del Sudán. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 496-499.

La demanda de productos lecheros ha aumentado alrededor de la capital del Sur del Sudán. Por eso se planean diferentes soluciones :

— Instalación de explotaciones lecheras de media importancia ;

— Granjas lecheras agrupadas si posible, para permitir acciones de tipo cooperativo ;

— Mejoría de la producción de la ganadería bovina trashumante.

Palabras claves : Producción lechera - Bovino lechero - Sudán.

Quel avenir pour l'élevage au Sahel ?

par B. PEYRE DE FABREGUES

IEMVT-CIRAD, 10, rue Pierre Curie ; 94704 Maisons-Alfort Cedex, France

RÉSUMÉ

PEYRE DE FABREGUES (B.). — Quel avenir pour l'élevage au Sahel ? *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 500-508.

A travers une brève description des traits essentiels des facteurs pastoraux, animaux et humains, l'auteur examine la nouvelle situation de l'élevage dans le contexte de la sécheresse actuelle au Sahel.

A partir de ce constat, particulièrement dramatique à cause de l'extrême rigueur du déficit pluviométrique et alimentaire de 1984, des éléments de stratégie de redressement de la situation sont énoncés. Ces propositions tiennent principalement compte de la nécessité de trouver un moyen d'adapter les effectifs et les modes d'élevage à la production fourragère si on veut éviter la disparition de la production animale sahélienne et, avec elle, l'élimination des pasteurs de la zone.

Mots-clés : Elevage - Sécheresse - Sahel.

Avec l'essor démographique résultant de l'amélioration des conditions générales d'existence et de l'action des équipes médicales (initiée depuis près d'un siècle), les bouches à nourrir se sont multipliées au Sahel, mais les ressources n'ont pas suivi le même rythme, tant s'en faut.

Cette croissance, parfois exponentielle, surtout visible dans l'expansion des villes, n'a pas non plus épargné les sociétés pastorales où le fragile équilibre naturel était déjà solidement ébranlé par la remontée des cultures avant d'être rompu par 16 années de sécheresse. Cependant il n'y a pas de fatalité cosmique, mais, en l'absence de stratégie anti-sécheresse par archaïsme des structures, ignorance et immobilisme des mentalités, des désordres graves, durables et profonds sont apparus. Faut-il baisser les bras ou au contraire lutter ? Vers quels objectifs et avec quels

SUMMARY

PEYRE DE FABREGUES (B.). — What future for the sahelian animal production ? *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 500-508.

Through a short description of the essential lines of grazing, animal and human factors, the author describes the new situation of animal production under the present drought context in the Sahel.

From these findings, especially dramatic with regard to the excessive harshness of the rain and nutritional deficiency during 1984, strategic data for mastering the situation are suggested.

These proposals take in due consideration the necessity of finding a way to adapt livestock and the grazing productions, to avoid the disappearance of the sahelian animal production and consequently, the elimination of the herders from the area.

Key words : Animal production - Drought - Sahel.

moyens ? Tel est le but de cette note qui fait essentiellement référence au contexte qui prévaut en avril 1985 au Niger.

1. LA SITUATION ACTUELLE

Sans sous-estimer l'importance déterminante du facteur « population » dans l'élevage sahélien, voyons quelles sont les données nouvelles et les perspectives en ce qui concerne les trois éléments de l'élevage : le pâturage, l'animal et l'homme.

1.1. Le pâturage

Les observations sur le terrain, les nombreux comptes rendus scientifiques et les multiples articles de presse qui abordent l'état de la végétation sahélienne, convergent tous pour

constater qu'une *modification radicale du milieu, dans le sens d'une aridité accrue, se manifeste actuellement.*

Pour nombre d'auteurs, il s'agirait d'une catastrophe écologique. Mais la controverse n'est pas close quant à la définition de ce nouveau « faciès ». Les mots « désertification, avance du désert » ne sont pas unanimement reconnus comme représentatifs et encore moins comme définitifs par les chercheurs.

La végétation nord-sahélienne est aujourd'hui tellement dégradée qu'il n'est plus guère possible de la qualifier de « pastorale ». Le fait que cette zone soit presque entièrement vidée de troupeaux suffirait, si nécessaire, à apporter la preuve de l'extrême aridité des parcours. Même les animaux les plus rustiques, tels le dromadaire et la chèvre, n'y peuvent plus vivre en permanence, ce qui, de mémoire d'homme ne s'était jamais vu.

Pour les pasteurs, cette situation est dramatique. Certains, comme les Peul, ont conservé d'exceptionnelles capacités de déplacement parce qu'ils ne sont pas attachés à une région précise et ont ainsi pu s'éloigner à temps des zones sinistrées. D'autres, par contre, liés à leur terroir par la tradition et l'histoire n'ont pu faire de même. Par exemple, les Touareg du Niger ont montré, depuis 1968 (début de la période sèche) qu'en toutes circonstances, ils s'efforçaient d'organiser leur survie sans quitter tout à fait leur habitat traditionnel. Or, la nouvelle sécheresse exceptionnelle de 1984 les a contraints à fuir..., preuve que leur situation est particulièrement grave car ils n'ont guère de lieu de repli où leur accueil soit accepté ou même toléré et encore moins organisé.

Du reste tous n'ont pas pu abandonner la zone pastorale ; les camps de réfugiés rassemblant des populations chaque jour plus nombreuses et plus démunies à la lisière nord de la zone sédentaire du département de Tahoua, n'en témoignent que trop.

Pour ceux qui ont pu partir, ces déplacé-

ments de « fuite » se veulent provisoires et la situation des pasteurs déplacés ne peut plus durer. La question qui se pose en permanence est donc la suivante :

« *Quelle capacité de reconstitution la végétation pastorale pourra-t-elle montrer avec la prochaine saison des pluies et, avec elle, quelles possibilités de retour et de survie s'offriront à la population et à son cheptel ?* »

En avril 1985, aucune réponse certaine ne peut encore être donnée à cette question.

Le *facteur déterminant* de la pousse du tapis végétal est la *pluviométrie*. Or aucune prévision sérieuse sur l'efficacité des prochaines pluies ne peut être avancée. Il faudrait, en effet, non seulement que la quantité totale des précipitations soit convenable, mais que leur répartition le soit aussi pour que les besoins d'une végétation « normale » soient satisfaits.

Par ailleurs, le *déficit hydrique cumulé de la pluviométrie des 16 dernières années* atteint, à ce jour, un total si important qu'il est exclu qu'il puisse être comblé en une ou deux saisons, fussent-elles exceptionnelles.

Comparé à la pluviométrie « normale » (pour le calcul de laquelle, la période 1941-1970 a été choisie car elle est proche et n'intègre que 2 années de l'actuelle période sèche), le tableau n° 1 montre que le déficit cumulé des 16 dernières années (1969-1984) correspond au Niger à :

- l'équivalent de 6,8 années normales à Agadez,
- l'équivalent de 3,9 années normales à Tahoua,
- l'équivalent de 2,6 années normales à Niamey.

Sur le terrain, ce déficit se traduit par un abaissement généralisé, et parfois considérable des nappes phréatiques (quand ce n'est pas leur tarissement) qui entraîne, comme nombre d'observations l'ont confirmé, une disparition catastrophique des plantes ligneuses. Pratique-

TABLEAU N° I

Station	Normale 1941-70 mm	Moyenne 1969-84 mm	Déficit 1969-84 mm	Equivalent du déficit en années normales
Agadez	166,72	95,7	1 136	6,8
Tahoua	433,91	327,9	1 696	3,9
Niamey	592,17	494,9	1 557	2,6

ment, tant que leurs racines exploitaient des terrains conservant des traces d'humidité, de nombreux arbustes avaient résisté à la sécheresse. Pour certaines espèces, ce processus a duré plusieurs années. Mais leur condamnation était inscrite et inéluctable dans l'accumulation de ces déficits successifs. Leur disparition progressive — les plus fragiles d'abord (par ex. *Commiphora*, puis *Acacia*), les plus résistantes ensuite (par ex. *Balanites*, au double et puissant enracinement) — a conduit aux paysages actuels abusivement qualifiés de « désert » par les profanes et la presse internationale avide de sensation.

Et le phénomène ne peut que se poursuivre. La disparition des ligneux, en conduisant à une plus grande dessiccation et érodibilité des sols, aggrave le ruissellement, s'il y en a, diminue encore les possibilités de recharge des nappes et affaiblit la capacité de récupération du milieu.

Il faudrait maintenant un *renversement de tendance important et prolongé* c'est-à-dire des pluviométries largement supérieures à la normale (de 30 à 50 p. 100) durant plusieurs années *successives*, pour modifier le sens de l'évolution actuelle. On ne peut donc qu'être pessimiste en ce qui concerne la capacité de *restauration rapide et spontanée* du milieu végétal sahélien dans son ensemble.

Cependant, selon qu'il s'agira des plantes annuelles ou des vivaces, herbacées ou ligneuses, la repousse sera bien différente.

En effet, en raison des caractéristiques de dormance des graines des plantes sahéliennes (annuelles ou non), il est possible qu'en cas de « bonne pluviométrie », le tapis herbacé qui est le constituant essentiel du pâturage pour les « *paisseurs* » (bovins et ovins) puisse repousser avec assez de vigueur et de densité pour permettre d'une part, la constitution d'un stock fourrager acceptable pour 1985-1986 et, d'autre part, le renouvellement de la réserve de graines dans le sol à un niveau plus sécurisant pour l'avenir.

Pour les plantes pérennes, arbustes surtout, une seule année favorable n'aura aucun effet si elle n'est pas suivie d'autres années aux conditions pluviométriques assez bonnes pour assurer la survie et le développement des jeunes sujets éventuellement apparus ; ce qui est défavorable à l'élevage des camelins et, à un moindre degré, des caprins, qui sont des « *brou-teurs* » de feuillages autant que des *paisseurs* d'herbe.

1.2. Les animaux

1.2.1. Fuite du bétail

Les informations concernant les rares effectifs du bétail nigérien encore présents à l'intérieur des frontières nationales en janvier 1985, convergent pour constater que la plupart des animaux se sont expatriés, en général vers le Sud et dans les pays voisins. Les mêmes informations signalent, aussi, que compte tenu de la précocité de la constatation de l'insuffisance des pâturages en 1984, les mortalités d'animaux ont été bien moins nombreuses que lors des précédentes années les plus sèches. En effet, en 1984, les troupeaux n'ont pas été aussi nombreux à se trouver « piégés » dans les régions sinistrées du nord, car ils ne les avaient pas rejointes, comme d'habitude, au début de la saison des pluies.

Toujours au Niger, on a pu constater en août-septembre 1984 (milieu de saison des pluies) que les pasteurs qui auraient dû mener leurs troupeaux dans les pâturages d'hivernage septentrionaux avaient déjà, sauf rares exceptions, reflué vers le sud à la recherche d'eau et de ressources fourragères moins rares.

Confirmant ce mouvement, une observation faite en décembre 1984, dans le centre-sud du Nigéria avait permis de voir d'immenses troupeaux de zébus en transhumance de saison sèche dans les savanes herbeuses de la région du confluent Niger-Anambra, c'est-à-dire au contact de la zone forestière.

Sur les effectifs actuels restés au Sahel, aucune évaluation, même approchée, ne peut être citée. Mais, pour les bovins par exemple, le Service de l'Élevage du Niger estimait, en janvier 1985, que moins d'un million de têtes, sur une évaluation totale de plus de trois millions un an plus tôt, restaient alors dans le pays, sans connaître la part des troupeaux issus de la zone pastorale dans ce chiffre.

1.2.2. Le retour

Selon l'évolution, au cours des prochains mois, de l'environnement écologique (pluviométrie) et surtout pathologiques, le retour pourrait se faire de façons très différentes.

Ni préparés, ni protégés contre les facteurs agressifs propres aux régions où ils ont migré, les animaux sahéliens et singulièrement les bovins vont se trouver dans un milieu à haut risque. On peut même craindre, après quelques mois de répit, que les manifestations patholo-

riques se déclarent de façon explosive. En particulier, les risques de trypanosomose, de peste, de charbons et de péripleurésie sont très importants et poseront de graves problèmes aux pays d'accueil comme au pays d'origine.

Conscients de ces dangers, les pasteurs vont probablement réagir en reprenant le chemin du nord, malgré le déficit fourrager qui les attend. Mais comment choisir entre deux maux, mortels l'un et l'autre, sinon en allant vers l'échéance la plus lointaine avec une part de chance (ou de fatalité) en faveur de la pluie plutôt que du parasitisme et des maladies contagieuses qui pardonnent d'autant moins qu'elles frappent un cheptel carencé, dénutri, et non protégé.

Concrètement, la saison des pluies va provoquer le retour des animaux pour deux raisons. En premier lieu, l'arrivée des pluies dans les régions refuges du sud va accroître les risques sanitaires (surtout le parasitisme) et la pression des paysans pour écarter les troupeaux des terres agricoles. En second lieu, ce sera l'espoir de la pousse, imminente, des formations végétales pâturables du Nord, qui hâtera le retour des troupeaux.

Face à une telle situation, plus que proba-

ble, c'est en juillet que l'on saura si cet espoir sera ou non déçu, et quelles en seront les conséquences. En même temps, on pourra évaluer le bétail de retour.

1.2.3. Reconstitution du cheptel

Compte tenu des pertes et des cessions durant le séjour hors de la région d'origine, ce troupeau de retour ne peut qu'être inférieur à l'effectif expatrié, la proportion variant avec l'espèce et le pays d'où il revient.

Si la production de saison des pluies est convenable pour un développement suffisant de la végétation, on reviendra au point de départ, c'est-à-dire au stade où se trouvait l'élevage dans les années 1970, quand faisant le bilan de la situation, les autorités nigériennes constataient l'importance des pertes et décidaient de mettre en œuvre un programme de « reconstitution du cheptel ».

Bénéficiant d'appuis techniques et financiers importants, cette entreprise a été une incontestable réussite. Le troupeau a été, rapidement, ramené (sauf pour les bovins), aux effectifs antérieurs, comme le montre le tableau suivant.

TABLEAU N° II-Niger - Reconstitution du cheptel de 1968 à 1982

Espèce	Effectifs en 1968**	Effectifs en 1982**	Pourcentage de reconstitution
Bovins	4 450 000	3 472 000	78,02
Ovins	2 800 000	3 315 000	118,39
Caprins	6 430 000	7 260 000	112,91
Camelins	360 000	407 000	113,05
Total du bétail en UBT*	4 620 000	4 068 000	88

* 1 UBT = 1 camelin = 0,75 bovin = 0,1 ovine ou caprine ; ** Source : Rapport annuel 1982 DSEIA - Niamey.

Le tableau n° II montre qu'en 1982, la reconstitution du cheptel n'est pas loin d'être accomplie, mais, à travers une orientation nouvelle au détriment des bovins. Les effectifs des deux espèces les mieux adaptées à une aggravation de l'aridité (caprins et camelins) ont beaucoup progressé ; ce qui dénote le désir d'adapter les spéculations aux conditions nouvelles de l'environnement. L'augmentation des ovins correspond, elle, certainement à une substitution de la production de viande de qualité en compensation des bovins, avec de moindres risques pour le producteur en raison du cycle beaucoup plus court de cette espèce et de sa moindre valeur unitaire.

Convertis en U.B.T., les effectifs montrent qu'il y a eu aussi une adaptation à la régression du potentiel fourrager global puisque « la pression pastorale » de 1968 n'est atteinte qu'à 88 p. 100 du fait de la plus forte croissance numérique du petit bétail par rapport aux bovins.

1.3. L'homme

Pour le *pasteur sahélien*, la production du troupeau se mesure avant tout en lait. La viande est en quelque sorte un sous-produit assurant des revenus monétaires plus ou moins réguliers et la satisfaction de l'autoconsomma-

tion lors de certaines circonstances traditionnelles.

Le *lait* est le constituant essentiel de la ration quotidienne, quasi exclusif pour certaines couches de la population (bébés, très jeunes enfants, bergers (et parfois leur famille) à certaines périodes de la transhumance).

Un contrôle de la consommation familiale (I.E.M.V.T./MDR-Niamey, 1975) effectué en saison sèche chez un pasteur peul, avait donné les informations suivantes :

— composition de la famille : 13 personnes (père, mère, 2 femmes et 9 enfants),

— consommation journalière : 20,6 litres de lait (18 litres de lait frais, 2,6 litres de lait caillé), soit 1,3 litre par personne (4 litres à 0,7 litre).

— quantité de lait trait par vache : 0,75 litre. Il fallait donc 28 vaches en lactation pour approvisionner le groupe.

Ces chiffres montrent l'importance de la compétition lactée entre l'homme et le veau, la nécessité d'un nombre suffisant de femelles laitières et pourquoi *l'absence de lait peut déterminer des situations dramatiques*. Ceci particulièrement chez des éleveurs qui, du fait de l'insuffisance des pâturages, ont vu leurs vaches tarir, entraînant l'élimination des veaux d'abord et l'anéantissement de leurs ressources, y compris celles d'auto-consommation, ensuite.

Ainsi, au cours du deuxième semestre 1984, dans la population des Kel Taborak réfugiés près de la ville de Gao (Mali) et qui ont perdu la presque totalité de leur animaux, la totalité des bébés et plus de la moitié des jeunes enfants sont décédés par suite du tarissement du lait de leurs mères, elles-mêmes sous-alimentées, et de l'absence de lait de substitution d'origine animale.

L'éventualité de la disparition de l'élevage signifierait donc, à court terme, la disparition de l'économie pastorale et du statut d'éleveur sahélien, du moins dans leur forme traditionnelle. Alors que, paradoxalement, la population humaine a beaucoup augmenté au Sahel depuis que l'amélioration des conditions d'abreuvement et de santé avait permis l'augmentation du cheptel et, parmi d'autres facteurs, l'amélioration du niveau de vie des pasteurs.

N'est-ce pas là une des raisons, mais non la seule comme on l'a écrit trop vite et trop souvent, de l'aggravation dramatique pour les populations des effets de la sécheresse qui a déclenché la généralisation des processus de dégradation du milieu naturel sahélien.

2. ÉLÉMENTS DE STRATÉGIE DE REDRESSEMENT DE LA SITUATION

Après les années sèches 1972-1973, la reconstitution du cheptel, qu'elle ait été organisée ou spontanée, s'est, en règle générale, effectuée avec des résultats positifs. Mais le nécessaire développement concomitant des ressources fourragères, beaucoup plus difficile à mettre en œuvre, n'a pas été pris en compte. On comptait trop sur la nature, en oubliant l'aléa dominant.

Le résultat, mis en évidence par les années sèches suivantes, a montré que les animaux, à nouveau nombreux et sous-alimentés sont devenus à la fois plus fragiles et moins productifs. Pour les éleveurs, cela représente un accroissement considérable des risques de pertes, qui s'est, du reste, brutalement manifesté en 1984. Un grand nombre d'entre eux, qui ont tout perdu, se retrouvent désormais bien au-dessous du *seuil de pauvreté*.

La stratégie qu'il faut élaborer si l'on veut éviter de retomber dans les mêmes erreurs et les mêmes difficultés que dans le passé récent devra traiter *simultanément* les problèmes de ressources fourragères, celui de l'eau et ceux des effectifs mininaux et de structure convenable pour assurer aux pasteurs la satisfaction de leurs besoins fondamentaux en même temps qu'un niveau de sécurité acceptable.

A priori, il s'agit là d'un problème théorique sans solution apparente si l'on reste enfermé d'une part dans le cadre étroit de la zone pastorale et de ses ressources fourragères naturelles, et d'autre part dans les limites techniquement dépassées des méthodes de l'élevage traditionnel (cf. BRÉMAN et UITHOL « Production Primaire au Sahel (PPS), sommaire et données générales »). La complémentarité des zones écologiques des pays sahéliens doit être davantage utilisée, en particulier en développant les activités complémentaires Nord-Sud. Par ailleurs, la modernisation des modes de production et des structures socio-économiques doit

être accélérée et d'importants changements (*) seront encore probablement nécessaires si l'on ne veut pas s'acheminer, à nouveau, vers une impasse.

Jusqu'à ce jour, l'élaboration empirique des systèmes pastoraux de production logiquement fondée sur le scénario le plus pessimiste (concernant la pluviométrie et les ressources végétales) ne prenait jamais en compte un fort accroissement de la population, tel que celui qui s'observe depuis plus de quarante ans. Un tel phénomène n'était pas imaginable pour les sociétés traditionnelles qui avaient, au contraire, du mal à assurer leur descendance. Rien ne les avait préparées aux problèmes qui, actuellement, résultent de la croissance démographique et auxquels l'altération climatique est venue donner une intensité dramatique.

2.1. Les données du problème

Désormais, dans le cadre du Sahel, les prémisses du raisonnement peuvent être résumées de la façon suivante :

a) *La pluviométrie*, très variable d'une année à l'autre n'est pas prévisible. Or, *elle est le facteur déterminant du niveau des ressources en eau et en pâturages*, qui, par conséquent, peuvent aussi varier dans de fortes et imprévisibles proportions. Toute estimation de la capacité de charge moyenne des pâturages naturels sahéliens devra donc être basée sur des hypothèses pessimistes pour tenir compte du faible potentiel des années déficitaires inévitables.

Sauf à mettre en place des systèmes de « stockage-déstockage » des animaux, difficilement compatibles avec les caractéristiques socio-économiques actuelles (à la fois individualistes et responsables) des pasteurs sahéliens — et qui restent à imaginer en totalité — il n'est pas possible d'adapter rapidement l'effectif du bétail affouragé aux variations brutales des ressources naturelles.

b) *La population des éleveurs*, dont la densité varie de 0,5 à 2 habitants par km² dans la zone pastorale, a besoin, pour parvenir à un niveau de vie acceptable, d'un nombre minimal d'animaux. Cela détermine ex ante les besoins en eau et en fourrages. Ces derniers, en l'état actuel du peuplement humain, excéderont, à coup sûr, la production spontanée

durant des périodes plus ou moins fréquentes et durables, surtout si l'exploitation fourragère continue à se faire essentiellement par les méthodes traditionnelles. Quant à l'eau profonde, elle reste encore abordable, malgré son prix d'exhaure, pour la survie humaine et animale.

Il y a donc beaucoup d'éléments à changer dans le monde sahélien si l'on veut à la fois assurer sa pérennité, procurer aux éleveurs des ressources suffisantes et stopper les processus de dégradation du milieu. En fait, l'extrême complexité des problèmes de gestion de l'ensemble des ressources de cette zone nécessitera une stratégie multisectorielle et l'approche simultanée d'un grand nombre de facteurs de décision.

2.2. Quelques propositions

En se limitant artificiellement aux problèmes liés à la *production animale au Sahel*, car cette spéculation ne peut pas être séparée des autres activités, les orientations nouvelles pour tenter d'améliorer la situation, pourront être les suivantes, inter alia :

— concernant la production fourragère :

- évaluation (urgente) du *potentiel de récupération de la végétation*, en conditions spontanées ou assistées (semis, façons, introductions etc...) et formulation de recommandations devant déterminer la rationalisation de l'exploitation des pâturages à partir de septembre 1985 (capacité de charge, utilisation contrôlée, constitution de réserves...),

- essais et mises en place de *cultures fourragères irriguées* avec évaluation de leur rapport coût/profit principalement dans un but de réserves de secours, chaque fois que des disponibilités d'eau d'irrigation seront trouvées,

- mise en chantier, en collaboration avec des représentants des éleveurs et des autorités locales, d'un *code pastoral* définissant les droits, les devoirs et les responsabilités des éleveurs et de l'administration nationale ou régionale vis-à-vis des terrains de parcours et les moyens réciproques de contrôle et de respect des règles énoncées. Ce code sera élaboré dans un esprit de réhabilitation du niveau de vie des populations et de protection-restauration du milieu naturel, singulièrement végétal et animal.

— concernant le troupeau :

- évaluation, en étroite collaboration avec les éleveurs, de l'effectif du cheptel indispensable

(*) Pour ne pas dire mutations irréversibles.

ble pour assurer aux groupes exclusivement éleveurs la satisfaction de leurs besoins fondamentaux, au moins en année moyenne,

- élaboration, avec les éleveurs, d'un règlement qu'ils devront s'engager à respecter, portant sur le contrôle des effectifs du bétail compatibles avec leurs besoins et la production fourragère disponible. En même temps, toute l'aide nécessaire sera donnée pour qu'ils puissent rechercher leur sécurité suivant un autre critère que le nombre d'animaux,

- sensibilisation et assistance des éleveurs pour les inciter au remplacement progressif des animaux les moins productifs par d'autres plus performants et donc moins nombreux, tout en restant suffisamment rustiques pour supporter la rigueur du climat et une nécessaire transhumance. Ce point de très longue haleine exigera des recherches génétiques très poussées (mais des races comme l'Azawak, dont le potentiel est déjà bien connu, doivent apporter la réponse à cette question), parallèlement à la mise en place en zone pastorale de circuits de commercialisation de compléments fourragers garantis,

- aide à l'augmentation relative des effectifs des deux espèces les mieux adaptées à l'aggravation de l'aridité du milieu naturel : caprins et camélins. Là encore, la recherche zootechnique reste le premier maillon de la stratégie de réhabilitation du potentiel économique pastoral.

3. CONCLUSION

Quel avenir pour l'élevage au Sahel ?

Compte tenu de l'extrême dégradation des conditions de vie et de production qui meurtrit cette zone pastorale actuellement, les arguments pour une réponse optimiste sont bien difficiles à développer.

Le « débat national sur l'élevage » qui s'est tenu à Tahoua, au Niger, du 2 au 10 avril 1985 a permis une revue d'ensemble de la question. A cette tribune, tous, des pasteurs aux responsables politiques et techniques, en passant par les représentants d'un grand nombre d'organismes ou de groupements intéressés, ont pu s'exprimer, exposer leurs points de vue, participer à la formulation de solutions adaptées et nouvelles ; à cet égard l'initiative nigérienne a porté ses fruits.

Mais force est de reconnaître que si des pro-

positions nombreuses et bien motivées ont été énoncées et largement approuvées pour la plupart, *la définition des moyens pratiques de les appliquer reste encore bien pauvre.*

Cependant, il est clair qu'en raison des très nombreux facteurs qui conduisent à donner la priorité à la *production agricole vivrière* chaque fois que les conditions de climat et de sol le permettent, il faut, *a contrario*, persister à *développer la production animale* dans la zone pastorale nord-sahélienne dont l'unique vocation est l'élevage. Là, en effet, les caractéristiques écologiques rendent toujours aléatoires pour l'homme et agressives pour le milieu les productions agricoles quelles qu'elles soient, sauf à recréer à des coûts prohibitifs un milieu artificiel approprié.

La production animale, elle, si elle est rationnellement adaptée au potentiel local ne met en péril ni l'homme et sa présence, ni le fragile équilibre écologique du milieu où il vit. Elle peut, au contraire, déboucher sur une production permettant un niveau social décent en même temps que la sauvegarde du milieu naturel.

C'est une question de *mesure* et de *prévision* permanente. Il faut désormais pouvoir moduler le *degré* de l'exploitation si on veut éviter de se trouver dans l'obligation d'en changer la *nature* ; ce qui ne pourrait pas se faire sans de considérables bouleversements.

Dans cet esprit, la priorité devra être donnée à la production de *viande* (plus souple et mieux adaptée, dans le contexte sahélien, aux contraintes de l'économie moderne, à la fois aux niveaux familial et national) plutôt qu'à celle du lait, comme c'est traditionnellement le cas.

Cette dernière production se fait, en effet, dans le cadre et pour les besoins d'une structure traditionnelle très contraignante et même limitante pour le développement économique et intellectuel des populations de pasteurs. De plus, comme on le voit actuellement, ce système présente de nombreux risques illustrés par un appauvrissement dramatique, irréversible, de certaines catégories de population. La dégradation de leurs moyens d'existence est telle que désormais la survie de familles entières ne peut plus être assurée.

Il faut donc en changer, car cela ne peut pas durer et l'exceptionnelle rigueur de la conjoncture actuelle va, de toute façon, contraindre au changement. Il ne faut pas laisser passer l'occasion (car le prix de l'épreuve va

être très élevé) d'orienter les nouvelles structures dans un sens plus rationnel. Les orientations principales à prendre en compte dorénavant, afin de ne pas relancer les processus de désertification tout en cherchant à re-créer de bonnes conditions pour la production animale, sont les suivantes :

— mettre en place, rapidement, un système d'évaluation annuelle des potentiels fourrager, national, régional et local, débouchant sur un plan d'exploitation rationnelle pour la saison sèche en cours ;

— conserver les capacités de mobilité des troupeaux mais en créant des moyens d'orienter leurs déplacements vers des zones et pour des périodes préférentielles et en incitant les familles à ne pas suivre la transhumance ; l'accompagnement des troupeaux serait réservé aux bergers ;

— accentuer les incitations à la reconstitution des cheptels camelin et caprin pour les pasteurs aux traditions d'habitat ou de transhumance les plus septentrionales et vers les caprins et ovins pour tous les autres ;

— organiser des processus de « destockage avec garantie de sécurité » pour les éleveurs, aux périodes où la diminution des potentiels de production fourragère contraindra à réduire le cheptel. Corrélativement, il faut inventer des structures garantissant une aide à la reconstitu-

tion des troupeaux pour faire face à une éventuelle amélioration des potentiels fourragers ;

— s'appuyer sur les actions précédentes pour mettre en place un système de contrôle des effectifs animaux, au moins pour leur accès à certains pâturages ;

— relancer la diversification des activités des pasteurs (transport, artisanat, etc...) afin d'assurer aux familles des ressources complémentaires provenant d'activités autres que la production animale ;

— réhabiliter le petit élevage tout en encourageant la tendance à limiter la fonction économique (épargne) du bétail bovin.

En résumé le dénominateur commun des orientations ci-dessus peut être formulé de la façon suivante :

Désormais, les troupeaux sahéliens devront pouvoir être limités, mobiles, modulés en effectif et en composition structurale et spécifique pour être rapidement adaptables à une situation écologique précaire et fondamentalement aride résultant d'un aléa pluviométrique permanent qui détermine une production fourragère limitée, très variable et bientôt prévisible à court terme.

RESUMEN

PEYRE DE FABREGUES (B.). — ¿ Qué futuro para la cría en el Sahel ? *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, 37 (4) : 500-508.

A través de una breve descripción de los rasgos esenciales de los factores pastorales, animales y humanos, se describe la nueva situación de la cría en el contexto de la sequía actual en el Sahel.

A partir de esta comprobación, especialmente tremenda por consecuencia del extremo rigor de la deficiencia de las

lluvias en 1984, elementos de estrategia de restablecimiento de la situación están enunciados.

Esas propuestas toman en cuenta principalmente la necesidad de encontrar un modo de adaptación del número de animales a la producción de los pastos si se quiere evitar la desaparición de la producción animal del Sahel y, con ella, la misma de los pastores.

Palabras claves : Ganadería - Sequía - Sahel.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARRAL (H.), BENEFICE (E.), BOUDET (G.) et collab. Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo ; synthèse de fin d'étude d'une équipe de recherches pluridisciplinaire. Paris, GERDAT/ORSTOM, 1983. 178 p. + cartes.
2. Conseil national de développement du Niger. Débat national sur l'élevage. Tahoua, 2 au 10 avril 1985.

- Discours, communications, rapports des commissions 1 et 2, et synthèse. Tahoua, avril 1985. 300 p.
3. Conseil national de développement du Niger. Bull. spéc. Elev. Niamey (Niger). 1985 (19) : 1-30.
 4. Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (I.E.M.V.T.). Notes et observations faites au Niger en 1984-1985. Inédit par DE WISPELAERE

- (G.), PROVOST (A.), TACHER (G.), PEYRE DE FABREGUES (B.).
5. PEYRE DE FABREGUES (B.). Note sur le domaine pastoral. Présentée au débat de Tahoua (Niger). Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., avril 1985. 8 p.
 6. RECEVEUR (P.). Aménagements pastoraux en zone sahélienne. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1975. 13 p.
 7. ROBINET (A. H.). La chèvre de Maradi et l'élevage caprin au Niger. Paris, SEAE/Coop., 1971. 15 p.
 8. Service de l'élevage du Niger. Dir. Serv. Elev. Ind. anim. Rapport d'activité. 1982. Niamey (Niger) MDR/DSEIA.
 9. TACHER (G.). Note sur les structures des troupeaux et leurs conséquences économiques présentée au débat de Tahoua (Niger). Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., avril 1985. 13 p.
 10. UNESCO/UNSO. Mise à jour de l'étude de cas sur la désertification et renforcement de la stratégie nationale en matière de lutte contre la désertification. Rapport final BERNUS (E.), FAUCK (R.), PEYRE DE FABREGUES (B.). Paris, octobre 1983. 98 p. + annexes.

Bibliographie

SHORTRIDGE (K. F.), ALLAN (W. H.) et ALEXANDER (D. J.). — *Newcastle disease. Laboratory diagnosis and vaccine evaluation.* Hong-Kong University Press, 1982.

Cet opuscule d'une cinquantaine de pages est le fruit d'un enseignement pratique dispensé, sous les auspices de l'UNESCO, à l'Université de Hong-Kong en 1981. Il est le complément indispensable de la publication n° 110 de la F.A.O. (Vaccins contre la maladie de Newcastle) car il aborde, sous l'angle pratique d'un laboratoire moyennement équipé, les aspects du diagnostic des viroses aviaires et le contrôle des opérations prophylactiques. Broché d'une solide couverture cartonnée, le texte est clair et suffisamment illustré. Il n'existe qu'une édition en langue anglaise.

MOLLARET (H. H.) et BROSOLETT (J.). — *Alexandre Yersin ou le vainqueur de la peste.* Paris, Fayard, 1985.

Qui mieux qu'un pastorien de tradition pouvait faire revivre pour nous l'épopée que fut la vie d'A. Yersin ? Le terme « épopée » n'a rien d'emphatique. La vie d'Alexandre Yersin n'est pas celle d'un rond de cuir. Collaborateur de Pasteur, puis de Roux, chargé des premiers cours de microbiologie dispensés dans le tout nouvel Institut Pasteur, il fut pendant deux ans médecin des Messageries Maritimes en Extrême-Orient (1892-1921), puis entreprit l'exploration de l'hinterland indochinois (1894-1898), dont il dressa la carte et traça les futures routes ; c'est à cette époque qu'il identifia le site de ce qui devait devenir la ville de Dalat. C'est à Hong-Kong, où l'envoya le gouvernement français pour étudier une épidémie de peste que la gloire l'attendait : celle de la découverte du bacille causal, découverte faite en concurrence avec le bactériologiste japonais Kitasato, dans des conditions expérimentales précaires. Heureusement, pourrait-on dire, car il n'est pas sûr que s'il avait disposé d'une étuve, Yersin eut pu isoler le bacille pestifère qui cultive eugoniquement à 34°.

Le reste de sa vie fut consacré à l'Institut Pasteur de Nha-Trang, dont il fut le fondateur et le curateur jusqu'à sa mort en 1943. Yersin n'y fut pas qu'un microbiologiste, loin de là ! C'est lui qui acclimata l'Hévée en Indochine, arbre qui fit la fortune du territoire, puis les *Cinchona* qui permirent de rendre la métropole indépendante pour son approvisionnement en quinine. Esprit curieux, farouchement indépendant, son inlassable activité le mena à l'étude de l'astronomie, des champs électriques, des marées...

C'est cet homme extraordinaire auquel les vétérinaires tropicalistes doivent tant (il identifia la peste bovine sur le continent indochinois et la sépara nosologiquement du barbone) que nous fait revivre cet admirable livre, vrai roman d'aventure d'un génie non conformiste.

CHARTIER (C.). — *Enquête séro-épidémiologique sur les avortements infectieux des petits ruminants en Mauritanie.* Nouakchott, CNERV ; Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1985. 98 p.

Après une revue assez brève des principales infections bactériennes et virales responsables d'avortements chez les petits ruminants, l'auteur présente la méthodologie employée et les résultats obtenus.

Si la brucellose et la salmonellose semblent absentes en Mauritanie, le rôle de la chlamydie, de la fièvre de la Vallée du Rift et de la maladie de Wesselsbron est loin d'être négligeable.

Une critique des résultats tente de replacer les avortements d'origine infectieuse dans un contexte plus général.

Cette étude est particulièrement intéressante. L'auteur aborde un sujet relativement peu étudié en Afrique et analyse et commente en détail ses résultats.

La lecture de ce document est fortement recommandée à tous ceux qui s'intéressent à la pathologie des petits ruminants et il est à souhaiter que ce travail serve de modèle dans d'autres pays.

AUTHEVILLE (P. d'), BARRAIRON (E.). — *Odonto-stomatologie vétérinaire.* Paris, Maloine, 1985. 386 p. (ISBN 2-224-01080-X).

Dans sa préface, le professeur BORDET écrit, non sans humour, que l'animal « concerné par la douleur, par les troubles alimentaires qui le font maigrir ou diminuent son rendement, l'est beaucoup moins par l'esthétique. En outre, il ne coopère pas avec le praticien dès lors qu'on lui applique des contraintes gênantes ou douloureuses. Le vétérinaire se trouve dès lors désarmé dans sa mission courante de sauvegarde économique du troupeau, un peu moins peut-être pour les animaux de compagnie, dont les propriétaires sont cependant sensibles au prix de revient des soins les plus évolués ».

Voilà bien les limites professionnelles et financières, mais non techniques de cette spécialisation récente qu'est l'odonto-stomatologie vétérinaire et dont l'application dans les pays tropicaux reste encore exceptionnelle pour ces mêmes raisons.

AUTHEVILLE et BARRAIRON n'en ont pas moins réalisé un remarquable ouvrage qui constitue une revue d'ensemble jusqu'alors inexistante en langue française sur ces problèmes.

La première partie est consacrée à la dent et à ses annexes anatomiques pour le chien, le cheval et le chat essentiellement.

La deuxième partie décrit la pathologie et la thérapeutique pour chacune des affections et des espèces concernées.

La dernière partie présente les matériels, les moyens et les instruments spécifiques des interventions directes ou proches sur la dent et son environnement direct.

On ne peut que féliciter les auteurs d'avoir rédigé un livre « clair, condensé et méthodique, tout en tenant compte de nouveautés riches d'avenir. Avec eux, nous pensons qu'il rendra service » à l'étudiant qui commence sa carrière, au praticien séduit par un aspect attrayant de son activité, à l'ensemble de la profession dans sa poursuite permanente vers la perfection ».

PAGOT (J.). — L'élevage en pays tropicaux. Paris, Editions Maisonneuve et Larose : ACCT, 1985. 526 p. (Coll. Techniques agricoles et productions tropicales, Série : Elevage-1). ISBN 2-7068-0874-8. Prix 250 F.

L'auteur, vétérinaire, docteur ès-science, directeur honoraire de l'I.E.M.V.T., premier directeur et fondateur du CIPEA, zootechnicien de très grande notoriété dans tout le monde tropical francophone a voulu mettre à la disposition des responsables de l'élevage tropical le maximum de données utiles, scientifiques et techniques tirées en partie de sa vaste expérience personnelle et en partie de la littérature mondiale disponible.

C'est donc un document qui couvre tous les aspects liés à l'élevage, regroupé en sept parties qui sont :

- la climatologie,
- les relations entre l'élevage et le climat,
- l'élevage et les ressources hydrauliques,
- l'élevage et les ressources alimentaires,
- l'élevage et la pathologie,
- l'élevage et la génétique

et qui se termine par une typologie des systèmes de production animale en zones tropicales.

Le Dr PAGOT a obtenu la contribution d'un certain nombre de spécialistes, soit de l'I.E.M.V.T., soit d'organismes internationaux parmi lesquels nous citerons M. AURIOL de la Division de la Production Animale OAA/FAO, M. SERRES Henri, de l'I.E.M.V.T.

Cet important ouvrage, pour l'instant unique en langue française, sera utile non seulement aux planificateurs et aux hauts responsables administratifs et professionnels désireux d'avoir sous la main, en permanence, un moyen de rafraîchir leur culture scientifique et technique en matière d'élevage et de médecine vétérinaire, mais aussi aux enseignants et aux étudiants.

En effet, tout en étant une synthèse des connaissances actuelles dans tous les domaines liés aux productions animales, cet ouvrage, de par la volonté de son auteur, fournit en abondance des références techniques précises dont chacun peut avoir besoin dans sa vie professionnelle courante, zootechniciens et vétérinaires tropicaux, qu'il s'agisse de renseignements sur l'hydraulique pastorale, le rationnement des animaux domestiques, la lutte contre les maladies ou le logement des animaux.

Compte tenu de l'expérience et de la carrière de l'auteur, cet ouvrage est essentiellement axé sur les problèmes africains avec toutefois de nombreuses et larges ouvertures sur les réalités zootechniques des autres continents chauds.

BUTTERWORTH (M. H.). — Beef Cattle Nutrition and Tropical Pastures. (Alimentation des bovins et pâturages tropicaux). London, Longman, 1985, XII-500 p. (ISBN 0-582-46340-8).

L'ouvrage est une contribution intéressante à une approche géographique de l'alimentation bovine en zone tropicale.

Son originalité réside dans une étude des carences et de leurs remèdes, limitée toutefois à certains pays ou continents en fonction de références bibliographiques rassemblées par l'auteur. Phosphore, calcium, magnésium, sodium, cuivre, etc. sont ainsi traités avec une ampleur très variable : 35 pages pour le phosphore, mais 3 seulement pour le zinc, le fer, l'iode, le manganèse et le sélénium réunis.

Les sources énergétiques et leurs déficiences constituent un ensemble majeur de quelque 200 pages au sein de l'ouvrage et les problèmes sont souvent exposés au niveau des pays, avec toutefois des inégalités qui tiennent là encore à l'expérience et aux sources de l'auteur.

Dans une troisième partie, les différents systèmes de gestion pastorale et d'élevage sont exposés et discutés ainsi que l'amélioration de la qualité énergétique des rations par l'introduction des légumineuses, aussi bien dans les pâturages naturels qu'artificiels.

La productivité actuelle des pâturages tropicaux et les contraintes qui pèsent sur l'accroissement de la production de viande bovine font l'objet du dernier chapitre.

La bibliographie est abondante (revues et ouvrages) et l'index très complet, mais on peut toutefois regretter l'absence totale de tableaux, de graphiques et de photographies dont la présence aurait certainement contribué à rendre la lecture plus attrayante.

OLIVIER (A.) éd. — Instituts et Centres Techniques Agricoles. Thèmes et Actions 1985-1986. Paris, ACTA, 1985. 232 p. (ISBN 2-85794-050-5).

Ce document présente les activités de recherche technique en cours de réalisation à l'ACTA et dans les Instituts et Centres Techniques Agricoles, adhérents de l'ACTA (ICTA).

Réalisé par le Service Animation, il est destiné non seulement à informer le milieu agricole sur les actions de ces organismes professionnels, leurs structures, leurs objectifs et leur rôle, mais aussi à susciter contacts et collaborations.

De nombreuses études sont entreprises avec la participation de divers organismes de recherche (INRA, CNRS, Universités). L'aval de la production entre dans le champ des préoccupations des ICTA en ce qui concerne la qualité des produits agricoles selon leurs destinations (consommation, industrie agro-alimentaire, etc.). La distribution et les marchés constituent le deuxième volet d'un ouvrage illustrant bien la position des ICTA dans la filière Recherche-Développement Agricole.

La brochure présente également de nombreuses coordonnées relatives aux responsables des activités décrites.

La présentation par organisme et par thème est claire avec des schémas et des reproductions qui rendent la consultation rapide.

Cet inventaire permettra ainsi au grand public, aux journalistes et aux techniciens de mieux connaître les travaux des ICTA et de disposer de nouvelles sources d'informations spécialisées à leur sujet.

KIDRON (M.), SEGAL (R.). — Nouvel atlas encyclopédique du monde. Paris, Calmann-Lévy, 1984 (ISBN 2-7021-1323-0). Prix : 125 F.

M'BOKOLO (E.). — L'Afrique au xx^e siècle. Le continent convoité. Paris, Ed. du Seuil, 1985. 400 p. (Coll. Points sér. Histoire, n° H 77) (ISBN 2-02-008615-8).

CHALIAND (G.). — L'enjeu africain. Géostratégies des puissances. Editions Complexe, 1984. 162 p. (ISBN 2-87027-127-1).

En matière de recherche comme de développement, la sociologie, la géographie, l'économie avec bien d'autres disciplines improprement qualifiées de « générales » sont devenues des éléments de la connaissance indispensables aux chercheurs et aux experts du développement.

La production animale n'échappe pas à cette règle bien que son existence et son rôle économique soient de moins en moins cités comme un facteur de richesse potentielle.

Or, l'aide alimentaire est devenue un élément stratégique de la politique d'aide des grandes puissances vers les pays pauvres mais, essentiellement avec les produits céréaliers et laitiers ; à l'inverse, la consommation de viande reste l'apanage des pays riches ; ceux-ci, pour de multiples raisons souvent d'ordre sanitaire, refusant de faire appel aux excédents des zones pastorales dont le déséquilibre économique prend ainsi une tournure catastrophique.

Aide, coopération, solidarité, quel est le sens réel de ces mots ?

Les 3 ouvrages ci-dessus donnent de tous ces problèmes une vue cohérente et pratiquement sous une forme maniable. Ces qualités sont trop rares pour qu'ils ne soient pas cités, chacun d'eux ayant une approche différente selon la formation et la sensibilité philosophique et politique des auteurs.

POLY (L.). — Etude des helminthoses bovines en Guyane. Leur place dans l'élevage local. Thèse Méd. vét., Alfort, 1984, n° 103, 91-XXV p.

Cette thèse vient combler une lacune certaine dans le domaine de la connaissance des helminthes et de leur pathologie en Guyane.

Après un rappel des facteurs qui constituent l'écosystème régional et une revue bibliographique des helminthoses bovines dans quelques pays d'Amérique du Sud, l'auteur décrit les conditions naturelles et l'élevage local.

Suit alors une enquête parasitologique menée sur le terrain et à l'abattoir de Cayenne.

Un inventaire des espèces est réalisé ainsi que l'appréciation de certains aspects épidémiologiques.

Dans une troisième partie, les autres facteurs limitants de l'élevage bovin sont abordés d'une manière générale.

Selon l'auteur, cette enquête a conduit à une appréciation par défaut du parasitisme et il est indéniable que les helminthoses bovines, malgré l'absence de caractère spectaculaire, ont une grande importance par les pertes indirectes qu'elles occasionnent.

D'autres recherches sont encore nécessaires, notamment sur l'infestation des jeunes bovins non sevrés, pour permettre d'élaborer une prophylaxie appropriée.

9 planches et 87 références bibliographiques complètent cet intéressant travail qui conditionne la relance entreprise en 1977 de l'élevage bovin guyanais, jusqu'alors traditionnel mais quasi improductif, au prix d'efforts financiers considérables qui ne semblent pas avoir donné tous les résultats économiques escomptés.

Toutefois, d'après l'auteur, il ne semble pas qu'aujourd'hui le rôle des helminthoses soit primordial.

En effet, dans un contexte sanitaire général assez favorable, les problèmes humains, zootechniques et agronomiques semblent prépondérants et priorité doit être donnée à leur résolution.

KALALO OKOMBE (G. P. M.). — Maladie du sommeil et cultures humaines en Afrique (exemple de Sankuru et du Maniema). Thèse doct. 3^e cycle : ethnomédecine. Univ. Paris VII, U.E.R. d'Ethnologie, anthropologie et sciences des religions, 1984. 331 p.

Cette thèse a l'ambition d'interpréter la pensée des habitants d'Afrique Centrale eux-mêmes sur le problème de la maladie du sommeil en présentant les aspects transculturels de cette affection causée non pas par la mouche tsé-tsé comme l'enseigne la science occidentale mais par les « mauvais esprits ». L'ouvrage étudie la maladie du sommeil sous trois points de vue : médical, historique et ethnologique.

Le point de vue médical ou biologique est classique, il présente non seulement la maladie du sommeil chez l'homme mais aussi les trypanosomes chez les animaux, en insistant sur les aspects entomologiques (vecteurs) et protozoologiques (parasites).

Cette thèse comporte également toute une partie historique importante, faite à partir des écrits et relations des premiers explorateurs et missionnaires mais aussi à partir des témoignages des anciens du pays, les derniers témoins. L'auteur essaye de trouver des explications à l'évolution des grandes épidémies de maladie du sommeil qui firent souvent des hécatombes en Afrique pendant la colonisation.

Enfin, et c'est là l'originalité de ce travail, tous les aspects de cette maladie sont envisagés du point de vue de l'ethnologie avec une référence spéciale aux peuples du Sankuru et du Maniema, deux régions voisines du centre du Zaïre bien connues de l'auteur. Il expose les explications données par les autochtones en se rappelant qu'en Afrique aucune maladie n'est naturelle, mais qu'elle a sa source dans des mauvais sorts jetés par des sorciers ou des hommes jaloux. Tout un chapitre est consacré aux différents traitements traditionnels opérés par des guérisseurs qui soignent non pas la maladie mais l'homme en relation avec sa famille et son village. L'auteur essaye de trouver dans cette culture ce qui est propre à la maladie du sommeil.

DAGNOGO (M.). — Echantillonnage des populations de glossines en secteur guinéen de Côte d'Ivoire. Essais de pièges. Contribution à la lutte. Thèse doct. 3^e cycle, Faculté des sciences de l'Université d'Abidjan, 14.01.1984, n° 75, 218 p.

L'étude a été effectuée à la périphérie et dans le village de Tiendébo, situé dans le « V Baoulé », indentation de la savane guinéenne dans le bloc forestier éburnéen, au centre de la Côte d'Ivoire.

Glossina palpalis palpalis est l'espèce dominante. Les femelles sont très abondantes à la périphérie du village. Par contre, les mâles se rencontrent surtout dans et aux abords du bois sacré. Les mouches ténérales sont plus nombreuses près du bois sacré, aux points d'eau des galeries forestières et dans les champs de culture vivrière, alors qu'elles sont absentes de l'intérieur du village. 98 p. 100 des repas de cette espèce sont pris sur porc, 0,5 p. 100 sur mouton et chèvre, 0,5 p. 100 sur homme.

Glossina tachinoides, plus faiblement représentée, se rencontre essentiellement dans les endroits fréquentés par les porcs (village, plantation de café à proximité du village), sur lesquels elle se nourrit exclusivement, aux heures chaudes, lorsqu'ils se reposent dans les endroits humides et ombragés.

Les résultats des captures des deux espèces confirment sans équivoque la meilleure efficacité du piège CHALLIER-LAVEISSIÈRE à cône inférieur bleu roi sur les autres couleurs. La taille du piège influe sur le nombre de spécimens capturés, les pièges ayant le double de la taille d'un piège normal capturant 2 fois plus de glossines que celui-ci. Les pièges deux fois plus petit que la normale capturent 2,5 fois moins de mouches.

Les captures effectuées avec des pièges imprégnés de deltaméthrine, de sumicidine ou de cyperméthrine montrent qu'il n'y a pas d'effet répulsif de ces pyréthrinoides utilisés à doses courantes. L'endosulfan et la dieldrine ne présentent pas, non plus, d'effet répulsif, mais l'endosulfan et la sumicidine ont un effet irritant plus prononcé que la deltaméthrine et la cyperméthrine.

TOUTAIN (B.). — Evolution récente et dégradation du couvert végétal dans une région pastorale sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. In : 2^e Congrès international des terres de parcours, Adelaïde, Australie, 13-18 mai 1984.

La dégradation du couvert végétal dans les régions sahéliennes de Haute-Volta a pris beaucoup d'importance et s'est accrue ces dernières années. Le surpâturage en est la cause essentielle, la récente sécheresse n'étant qu'un facteur aggravant. La flore résiduelle est en grande partie fourragère. Les premiers travaux de restauration sylvo-pastorale donnent généralement de bons résultats, mais l'application requiert un changement de la conception traditionnelle dans l'utilisation de l'espace.

Catalogue des publications des chercheurs de l'I.E.M.V.T. 1983. — Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1984.

Cent soixante dix-neuf références sont répertoriées pour l'année en cause avec un classement par matière à deux niveaux. Elles sont suivies par deux index alphabétiques : auteurs, collectivités auteurs et mots clés incluant les pays.

Pour la première fois, les données de ce catalogue sont entièrement informatisées et constituent une composante de la base bibliographique moderne que l'I.E.M.V.T. est en train de constituer au service de la recherche appliquée et du développement.

INFORMATION

UNE ÉTUDE SUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE TROPICALE FRANÇAISE

L'hebdomadaire **MARCHÉS TROPICAUX** a publié le 28 juin, une étude spéciale, importante, sur la recherche agronomique tropicale française dont la publication était opportune car, depuis le 1^{er} janvier 1985, le GERDAT (Groupement d'études et de recherches pour le développement de l'agronomie tropicale), créé en 1970, est devenu le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement).

Le CIRAD comprend onze départements dont neuf correspondent aux anciens Instituts spécialisés dans le coton, les oléagineux, les fruits et agrumes, la forêt, le caoutchouc, le café, le cacao et le thé, les cultures vivrières, l'élevage et la médecine vétérinaire, le machinisme agricole.

L'étude de **MARCHÉS TROPICAUX** établit un bilan des activités des Instituts depuis 1940 et souligne l'importance de leur contribution au développement des productions animales et végétales des régions tropicales.

Pour tous renseignements :

MARCHÉS TROPICAUX, 190, Bd Haussmann, 75008 PARIS, Tél. : 45 63 11 55, Telex : 290 131 F.

INDEX DES AUTEURS

- Abdulhamid Hagi Mohamed**
n° 3,p. 313-317
- Abegunde, A.**
n° 1,p. 11-15
- Abu-Samra, M.T.**
n° 4,p. 422-429
- Adam, S.E.I.**
n° 2,p. 165-174
- Adegboye, D.S.**
n° 1,p. 16-18
- Adene, D.F.**
n° 2,p. 160-164
- Afaf I. Abu Elgasim**
n° 4,p. 437-441
- Akakpo, A.J.**
n° 2,p. 133-137
- Akakpo, K.**
n° sp.,p. 186-191
- Alexandre, G.**
n° 2,p. 225-238
- Ali, B.H.**
n° 4,p. 422-429
- Aliu, Y.**
n° 3,p. 304-307
- Almeida, J.F. d'**
n° 2,p. 133-137
- Alogninouwa, Th.**
n° 3,p. 341-354
- Amegee, Y.**
n° 1,p. 82-90, n° 1,p. 91-96, n° 1,p. 97-106,
n° 3,p. 331-335
- Arispe, M.**
n° sp.,p. 263-269
- Ashmawi, G.M.**
n° 1,p. 65-69
- Attia, A.**
n° 1,p. 65-69
- Aumont, G.**
n° 2,p. 212-224
- Authie, E.**
n° sp.,p. 219-235
- Bagadi, H.O.**
n° 4,p. 422-429
- Bakima, M.**
n° 4,p. 411-417, n° 4,p. 474-476
- Bako, G.**
n° 4,p. 482-484, n° 4,p. 485-487
- Bambara, L.**
n° 3,p. 308-312, n° sp.,p. 288-296, n° sp.,p. 297-305,
n° sp.,p. 306-312
- Barre, N.**
n° 2,p. 212-224, n° 2,p. 225-238
- Bauer, B.**
n° 1,p. 35-41, n° sp.,p. 143-175, n° sp.,p. 9-17
- Beche, J.M..**
n° 2,p. 225-238
- Berbigier, P.**
n° 2,p. 212-224
- Berhanu, B.**
n° 4,p. 395-399
- Bertaudière, L.**
n° 3,p. 355-360
- Bhosrekar, M.R.**
n° 1,p. 73-78
- Boccas, B.**
n° 3,p. 253-259
- Bokovi, K.**
n° sp.,p. 258-262
- Boorman, J.P.T.**
n° 3,p. 286-289
- Bornarel, P.**
n° 2,p. 133-137
- Bouchon, D.**
n° sp.,p. 18-30, n° sp.,p. 192-197
- Brandl, F.E.**
n° sp.,p. 198-202
- Buisson, Y.**
n° 2,p. 123-128
- Camus, E.**
n° 2,p. 212-224, n° 2,p. 225-238
- Challier, A.**
n° sp.,p. 31-59
- Chemineau, P.**
n° 2,p. 225-238
- Chima, J.C.**
n° 1,p. 16-18
- Clair, M.**
n° sp.,p. 60-83
- Cognet, P.**
n° sp.,p. 18-30

- Cognié, Y.**
n° 2, p. 225-238
- Coulon, J.B.**
n° 2, p. 185-190, n° 2, p. 191-196
- Cuisance, D.**
n° 2, p. 175-184, n° 4, p. 449-467, n° sp., p. 84-98,
n° sp., p. 99-113
- César, J.**
n° 3, p. 355-360
- DeWit, K.J.**
n° 4, p. 411-417, n° 4, p. 474-476
- Denoulet, W.**
n° 3, p. 290-292
- Diallo, A.**
n° sp., p. 114-121, n° sp., p. 122-129, n° sp., p. 130-
142
- Diamouangana, J.**
n° 3, p. 361-365
- Diouf, A.**
n° 3, p. 268-271
- Domenech, J.**
n° 3, p. 253-259
- Douati, A.**
n° sp., p. 176-185
- Doumey, K.**
n° sp., p. 186-191
- Doutre, M.P.**
n° 2, p. 123-128, n° 2, p. 152-154
- Durkin, J.**
n° sp., p. 270-275
- Durojaiye, O.A.**
n° 3, p. 272-276
- Duvallet, G.**
n° sp., p. 277-287
- ElGallad, T.**
n° 1, p. 65-69
- ElMubarak, A.K.**
n° 4, p. 437-441
- ElSanousi, S.M.**
n° 4, p. 422-429
- Elkhidir, M.E.**
n° sp., p. 203-210
- Elsawi Mohamed, O.**
n° 4, p. 418-421
- Esselen, L.**
n° 4, p. 411-417, n° 4, p. 474-476
- Fadl Elmula, A.**
n° 4, p. 437-441
- Faye, B.**
n° 1, p. 42-45, n° 1, p. 45-48, n° 1, p. 48-55, n° 1, p. 55-
60
- Fikre, Y.**
n° 4, p. 395-399
- Filledier, J.**
n° sp., p. 9-17
- Furnoux, F.**
n° sp., p. 236-247, n° sp., p. 248-257
- Gauthier, D.**
n° 2, p. 212-224
- Geerts, S.**
n° 4, p. 442-448
- Geoffroy, F.**
n° 3, p. 326-330
- Godet, G.**
n° 3, p. 355-360
- Grillet, C.**
n° 1, p. 42-45, n° 1, p. 45-48, n° 1, p. 48-55, n° 1, p. 55-
60
- Gueye, A.**
n° 3, p. 268-271, n° 4, p. 433-436
- Handlos, B.**
n° sp., p. 258-262
- Handlos, M.**
n° sp., p. 258-262
- Howes, K.**
n° 2, p. 160-164
- Huart, A.**
n° 4, p. 411-417, n° 4, p. 474-476
- Humblot, P.**
n° 1, p. 73-78
- Hussein, A.M.**
n° 4, p. 418-421
- Ibrahim, M.A.**
n° 3, p. 304-307
- Idris, S.O.**
n° 4, p. 422-429
- Idris, U.E.A.A.**
n° 2, p. 165-174
- Inamdar, D.R.**
n° 1, p. 73-78
- Itard, J.**
n° sp., p. 143-175
- Jennings, M.**
n° 3, p. 286-289
- Jibbo, J.M.C.**
n° sp., p. 270-275

- Joshi, B.M.**
n° 1, p. 73-78
- Kabore, I.**
n° 1, p. 35-41, n° sp., p. 9-17
- Kapioh, M.A.**
n° 1, p. 61-64
- Kassa, B.**
n° 4, p. 395-399
- Kiyindou, P.**
n° 3, p. 361-365
- Kohler, K.**
n° 3, p. 253-259
- Koulibali, S.**
n° sp., p. 176-185
- Kumaresan, A.**
n° 1, p. 61-64, n° 4, p. 477-481
- Kupper, W.**
n° sp., p. 176-185
- Lafon, M.**
n° 4, p. 383-394
- Lafortune, E.**
n° 2, p. 212-224
- Lagrange, L.**
n° 4, p. 474-476
- Lamarque, G.**
n° 3, p. 361-365, n° sp., p. 60-83, n° sp., p. 99-113
- Lambert, C.**
n° 3, p. 253-259
- Laurent, D.**
n° 3, p. 253-259
- Lavigne, P. de**
n° 3, p. 326-330
- Leforban, Y.**
n° 2, p. 152-154, n° 4, p. 433-436
- Levy, F.**
n° 2, p. 225-238
- Libeau, G.**
n° 4, p. 383-394
- Light, D.**
n° sp., p. 270-275
- Locatelli, A.**
n° 3, p. 313-317
- Lokhande, S.M.**
n° 1, p. 73-78
- Magnol, J.**
n° 3, p. 253-259
- Mahamud Haji Mohamed**
n° 3, p. 313-317
- Mahe, Y.**
n° 3, p. 326-330
- Majiyagbe, K.A.**
n° 1, p. 11-15, n° 1, p. 16-18
- Manno, A.**
n° sp., p. 176-185
- Marchot, P.**
n° 4, p. 496-499
- Mawuena, K.**
n° sp., p. 186-191
- Mayer, J.**
n° 3, p. 290-292
- Mbengue, Mb.**
n° 3, p. 268-271
- Mebratu, G.Y.**
n° 4, p. 395-399
- Mellor, P.S.**
n° 3, p. 286-289
- Merker, M.**
n° 2, p. 138-144
- Merot, P.**
n° 2, p. 175-184, n° 4, p. 449-467, n° 4, p. 468-473,
n° sp., p. 198-202, n° sp., p. 84-98, n° sp., p. 99-113
- Messenger, J.-L.**
n° 3, p. 336-340
- Molokwu, J.U.**
n° 1, p. 16-18
- Munyakazi, L.**
n° 2, p. 205-211
- Murray, M.**
n° sp., p. 270-275
- Musa, B.E.**
n° 4, p. 422-429
- Nawathe, D.R.**
n° 1, p. 11-15
- Ndzingu Awa, D.**
n° 4, p. 477-481
- Nwude, N.**
n° 3, p. 304-307
- Ogungbade, S.G.**
n° 1, p. 30-31
- Ogunrinade, A.F.**
n° 1, p. 26-29, n° 1, p. 30-31, n° 3, p. 299-303
- Ogunsusi, R.A.**
n° 3, p. 304-307
- Ojeh, C.K.**
n° 4, p. 400-405, n° 4, p. 406-410
- Onoviran, O.**
n° 1, p. 16-18

- Osuagwuh, A.I.A.**
n° 1, p. 79-81
- Parent, R.**
n° 3, p. 341-354
- Paul-Urbain-Georges, C.**
n° 3, p. 326-330
- Pellegrin, F.**
n° 3, p. 253-259
- Peroux, F.**
n° 2, p. 225-238
- Peyre de Fabregues, B.**
n° 4, p. 500-508
- Pierre, F.**
n° 3, p. 277-285
- Planchenault, D.**
n° 4, p. 488-495
- Politzar, H.**
n° 2, p. 175-184, n° 4, p. 449-467, n° 4, p. 468-473,
n° sp., p. 192-197, n° sp., p. 198-202, n° sp., p. 84-98,
n° sp., p. 99-113
- Popescu, P.**
n° 2, p. 212-224
- Pozy, P.**
n° 2, p. 197-204, n° 2, p. 205-211
- Queval, R.**
n° 3, p. 308-312, n° sp., p. 236-247, n° sp., p. 248-257,
n° sp., p. 288-296, n° sp., p. 297-305, n° sp., p. 306-
312
- Rahman, A.H.A.**
n° sp., p. 203-210
- Rambelomanana, D.**
n° 3, p. 260-267
- Ranaivoson, A.**
n° 3, p. 260-267
- Ranaivoson, R.**
n° 3, p. 260-267
- Robinet, A.H.**
n° 1, p. 107-109
- Rollin, P.E.**
n° 4, p. 383-394
- Rowe, L.W.**
n° 2, p. 155-159
- Rulquin, H.**
n° 2, p. 212-224
- Ryan, L.**
n° sp., p. 211-217
- Salam, I.S.A.**
n° 4, p. 422-429
- Saminadin, G.**
n° 3, p. 326-330
- Savov, D.**
n° 2, p. 129-132
- Schlichting, H.**
n° 2, p. 138-144
- Sergent, D.**
n° 2, p. 225-238
- Shitalou, E.**
n° 2, p. 225-238
- Sidhom, M.Z.**
n° 4, p. 442-448
- Sidibe, I.**
n° sp., p. 248-257
- Sones, K.**
n° sp., p. 270-275
- Tager-Kagan, P.**
n° 1, p. 19-25
- Tall, S.H.**
n° 4, p. 488-495
- Tamboura, I.**
n° 2, p. 175-184, n° 4, p. 449-467, n° sp., p. 84-98,
n° sp., p. 99-113
- Tanya, V.N.**
n° 1, p. 26-29
- Tartour, G.**
n° 2, p. 165-174
- Taylor, W.P.**
n° 2, p. 155-159, n° 3, p. 272-276
- Tchoumboue, J.**
n° 1, p. 70-72
- Tejero, F.**
n° sp., p. 263-269
- Thibier, M.**
n° 1, p. 73-78
- Thimonier, J.**
n° 2, p. 212-224, n° 2, p. 225-238
- Thiongane, Y.**
n° 2, p. 152-154
- Touratier, L.**
n° sp., p. 313-314
- Trail, J.C.M.**
n° sp., p. 270-275
- Traore, A.**
n° 4, p. 482-484, n° 4, p. 485-487
- Traore, M.T.**
n° 4, p. 488-495
- Traore-Leroux, T.**
n° sp., p. 236-247, n° sp., p. 248-257

Van Damme, L.R.

n° 2,p. 145-151

Vandepitte, J.

n° 2,p. 145-151

Vassiliades, G.

n° 1,p. 32-34, n° 3,p. 293-298

Voutoulou, N.

n° 4,p. 430-432

Xande, A.

n° 2,p. 212-224, n° 2,p. 225-238, n° 3,p. 318-325

INDEX DES MOTS-CLES

ABATTAGE

n° 1,p. 70-72

ACARICIDE

n° 3,p. 341-354

ACCOUPEMENT

n° 1,p. 79-81, n° sp.,p. 211-217

ACETONE

n° 4,p. 468-473

AGE

n° 4,p. 477-481, n° 4,p. 488-495, n° sp.,p. 211-217

AGNEAU

n° 3,p. 331-335

ALBUMINE

n° sp.,p. 288-296

ALIMENT CONCENTRE

n° 1,p. 65-69

ALIMENTATION

n° 1,p. 42-45, n° sp.,p. 143-175, n° sp.,p. 18-30,
n° sp.,p. 9-17

ALIMENTATION AU PATURAGE

n° 1,p. 97-106, n° 2,p. 185-190, n° 3,p. 277-285

AMBLIOMMA VARIEGATUM

n° 4,p. 430-432

AMBROSIA MARITIMA

n° 4,p. 442-448

ANALYSE CHIMIQUE

n° 1,p. 45-48

ANANAS

n° 3,p. 326-330

ANAPLASMA MARGINALE

n° 4,p. 433-436

ANAPLASMOSE

n° 4,p. 433-436

ANHYDRASE CARBONIQUE ERYTHROCYTAIRE

n° sp.,p. 306-312

ANIMAL

n° 2,p. 123-128

ANIMAL DOMESTIQUE

n° 2,p. 129-132

ANOPLOCEPHALIDE

n° 3,p. 293-298

ANTHELMINTHIQUE

n° 1,p. 19-25, n° 2,p. 165-174, n° 3,p. 293-298,
n° 3,p. 341-354

ANTIBIOTIQUE

n° 3,p. 260-267

ANTICORPS

n° 1,p. 26-29, n° 2,p. 155-159, n° 4,p. 418-421

ANTICORPS MONOCLONAUX

n° 4,p. 383-394

ANTI-HISTAMINIQUE

n° 3,p. 277-285

ASPERGILLOSE

n° 4,p. 437-441

ASPERGILLUS FUMIGATUS

n° 4,p. 437-441

ASSISTANCE TECHNIQUE

n° 3,p. 361-365

ATAXIE ENZOOTIQUE DE L'AGNEAU

n° 1,p. 42-45

BARYMETRIE

n° 4,p. 488-495

BIOMPHALARIA GLABRATA

n° 4,p. 442-448

BLE

n° 1,p. 97-106

BOTULISME

n° 2,p. 152-154

BOUCLE D'OREILLE

n° 3,p. 290-292

BOUTURE

n° 3,p. 336-340

BOVIN

n° 1,p. 26-29, n° 1,p. 42-45, n° 2,p. 133-137,
n° 2,p. 138-144, n° 2,p. 152-154, n° 2,p. 155-159,
n° 3,p. 260-267, n° 3,p. 299-303, n° 3,p. 308-312,
n° 3,p. 326-330, n° 3,p. 341-354, n° 3,p. 355-360,
n° 4,p. 395-399, n° 4,p. 411-417, n° 4,p. 474-476,
n° 4,p. 496-499, n° sp.,p. 236-247, n° sp.,p. 248-257,
n° sp.,p. 277-287

BOVIN ANKOLE

n° 2,p. 197-204, n° 2,p. 205-211

BOVIN BAOULE

n° sp.,p. 288-296, n° sp.,p. 297-305, n° sp.,p. 306-312

BOVIN BORAN

n° sp.,p. 270-275

BOVIN CHAROLAIS

n° 2,p. 185-190, n° 2,p. 191-196

BOVIN CREOLE

n° 2,p. 212-224, n° 3,p. 318-325

BOVIN N'DAMA

n° 4,p. 482-484, n° 4,p. 485-487, n° 4,p. 488-495

BOVIN SAHIWAL

n° 2,p. 197-204

BREBIS

n° 1,p. 48-55, n° 1,p. 55-60

BRUCELLOSE

n° 2,p. 133-137, n° 2,p. 138-144

CABRIT CREOLE

n° 2,p. 225-238

CALCIUM

n° 4,p. 477-481

CAMELIN

n° 1,p. 42-45

CAPRIN

n° 1,p. 16-18, n° 1,p. 42-45, n° 2,p. 152-154,
n° 2,p. 165-174, n° 2,p. 225-238, n° 3,p. 268-271,
n° 3,p. 272-276

CAPTURE

n° 4,p. 468-473

CARCASSE

n° 1,p. 91-96, n° 3,p. 318-325

CARENCE

n° 1,p. 42-45, n° 1,p. 45-48, n° 1,p. 48-55, n° 1,p. 55-60

CARTOGRAPHIE

n° 3,p. 361-365, n° sp.,p. 99-113

CERULOPLASMINE

n° 1,p. 42-45

CHEVAL

n° 2,p. 152-154, n° 3,p. 253-259

CHEVRE BALADI

n° 1,p. 65-69

CHEVRE NAIN D'AFRIQUE DE L'OUEST

n° 1,p. 79-81

CHEVRE ROUSSE SOKOTO

n° 4,p. 477-481

CHEVREAU

n° 1,p. 65-69

CHIMIOTHERAPIE

n° 3,p. 260-267

CLOSTRIDIUM NOVYI

n° 4,p. 422-429

COCCIDIE

n° 3,p. 293-298, n° 3,p. 304-307

COMMERCIALISATION

n° 1,p. 107-109

COMPLEMENT ALIMENTAIRE

n° 1,p. 48-55, n° 1,p. 55-60, n° 1,p. 97-106,
n° 3,p. 277-285

COMPORTEMENT

n° sp.,p. 203-210

COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

n° 2,p. 185-190

COMPORTEMENT SEXUEL

n° 1,p. 79-81

COMPOSITION DU SANG

n° 4,p. 474-476, n° 4,p. 477-481

CONSOMMATION ALIMENTAIRE

n° 2,p. 191-196

COUT

n° sp.,p. 84-98

COWDRIA RUMINANTIUM

n° 3,p. 268-271

COWDRIOSE

n° 3,p. 268-271, n° 4,p. 430-432

CRICETOMYS GAMBIANUS

n° 3,p. 304-307

CROISSANCE

n° 1,p. 82-90, n° 2,p. 212-224, n° 2,p. 225-238,
n° 3,p. 318-325, n° 3,p. 331-335, n° 4,p. 488-495,
n° sp.,p. 270-275

CUIRS ET PEAUX

n° 1,p. 107-109

CUIVRE

n° 1,p. 42-45, n° 1,p. 45-48, n° 1,p. 48-55, n° 1,p. 55-60

CULICOIDES

n° 3,p. 286-289

CULTURE CELLULAIRE

n° 4,p. 400-405

CYCLE OESTRAL

n° 4,p. 485-487

DELTAMETHRINE

n° 2,p. 175-184, n° sp.,p. 176-185

DERMATOPHILOSE

n° 3,p. 260-267, n° 4,p. 411-417

DERMATOPHILUS CONGOLENSIS

n° 4,p. 411-417

- DERMATOSE**
n° 3,p. 277-285
- DERMATOSE NODULAIRE**
n° 4,p. 395-399
- DETECTION DES CHALEURS**
n° 4,p. 482-484
- DETERMINATION DE L' AGE**
n° sp.,p. 211-217
- DIAGNOSTIC**
n° 1,p. 11-15, n° 4,p. 395-399
- DIMINAZENE (ACETURATE DE)**
n° sp.,p. 219-235, n° sp.,p. 258-262
- DRECHE DE BRASSERIE**
n° 1,p. 97-106
- DROMADAIRE**
n° 1,p. 19-25, n° 3,p. 313-317
- EAU**
n° 2,p. 191-196
- ECOLOGIE**
n° sp.,p. 203-210
- ECRAN**
n° 2,p. 175-184, n° 4,p. 449-467, n° sp.,p. 31-59
- EDWARSIELLA TARDA**
n° 2,p. 145-151
- ELECTROPHORESE**
n° 3,p. 308-312
- ELECTROSYNERESE**
n° 1,p. 11-15, n° 3,p. 272-276
- ELEVAGE**
n° 1,p. 35-41, n° 2,p. 225-238, n° 4,p. 496-499,
n° 4,p. 500-508, n° sp.,p. 143-175, n° sp.,p. 18-30,
n° sp.,p. 192-197, n° sp.,p. 9-17
- ELEVAGE EXTENSIF**
n° 4,p. 488-495
- ENGRAISSEMENT**
n° 1,p. 65-69, n° 1,p. 97-106, n° 3,p. 318-325,
n° 3,p. 326-330
- ENSEMENCEMENT**
n° 3,p. 336-340
- ENSILAGE**
n° 3,p. 326-330
- EPIDEMIOLOGIE**
n° 2,p. 133-137, n° 2,p. 138-144, n° 3,p. 268-271
- ERYTHROCYTE**
n° 3,p. 308-312
- ESCHERICHIA COLI**
n° 2,p. 129-132
- ETABLISSEMENT DU PATURAGE**
n° 3,p. 336-340
- EUPHORBIA TIRUCALLI**
n° 1,p. 32-34
- FARINE D'OS**
n° 2,p. 129-132
- FARINE DE POISSON**
n° 2,p. 129-132
- FASCIOLA GIGANTICA**
n° 1,p. 26-29, n° 3,p. 299-303
- FASCIULOSE**
n° 1,p. 26-29, n° 3,p. 299-303
- FENBENDAZOLE**
n° 3,p. 293-298
- FIEVRE CATARRHALE**
n° 3,p. 286-289
- FOURRAGE**
n° 1,p. 45-48
- FUMURE ANIMALE**
n° 3,p. 355-360
- FUSARIUM MONILIFORME**
n° 3,p. 253-259
- GASTRO-ENTERITE**
n° 1,p. 16-18
- GESTATION**
n° 1,p. 79-81, n° 4,p. 477-481
- GLOSSINA BREVIPALPIS**
n° sp.,p. 270-275
- GLOSSINA MORSITANS MORSITANS**
n° sp.,p. 186-191, n° sp.,p. 270-275
- GLOSSINA MORSITANS SUBMORSITANS**
n° 4,p. 468-473, n° sp.,p. 114-121, n° sp.,p. 122-129,
n° sp.,p. 130-142, n° sp.,p. 192-197, n° sp.,p. 203-
210, n° sp.,p. 9-17
- GLOSSINA PALLIDIPES**
n° sp.,p. 270-275
- GLOSSINA PALPALIS GAMBIENSIS**
n° 1,p. 35-41, n° 2,p. 175-184, n° 4,p. 449-467,
n° sp.,p. 176-185, n° sp.,p. 198-202, n° sp.,p. 9-17
- GLOSSINA TACHINOIDES**
n° 2,p. 175-184, n° 4,p. 449-467, n° sp.,p. 176-185,
n° sp.,p. 198-202, n° sp.,p. 9-17
- GLOSSINE**
n° 3,p. 290-292, n° sp.,p. 143-175, n° sp.,p. 18-30,
n° sp.,p. 211-217, n° sp.,p. 31-59, n° sp.,p. 60-83,
n° sp.,p. 84-98, n° sp.,p. 9-17, n° sp.,p. 99-113
- GRAMINEE**
n° 3,p. 277-285, n° 3,p. 336-340
- HAEMONCHUS CONTORTUS**
n° 2,p. 165-174

HAEMONCHUS LONGISTIPES

n° 1,p. 19-25

HELMINTHE

n° 1,p. 19-25, n° 3,p. 304-307

HELMINTHOSE

n° 1,p. 30-31

HEMATOLOGIE

n° 3,p. 313-317

HEPATITE INFECTIEUSE NECROSANTE

n° 4,p. 422-429

HOMME

n° 2,p. 129-132

HORMONE

n° 1,p. 73-78

IGNAME

n° 1,p. 97-106

IMMUNODIFFUSION

n° 1,p. 26-29

IMMUNOSUPPRESSION

n° sp.,p. 248-257

INFECTION EXPERIMENTALE

n° 1,p. 16-18, n° 4,p. 437-441, n° sp.,p. 277-287

INSECTICIDE

n° 2,p. 175-184, n° 3,p. 290-292, n° 4,p. 449-467,
n° sp.,p. 176-185, n° sp.,p. 31-59, n° sp.,p. 84-98

INTOXICATION

n° 3,p. 253-259

ISOENZYMES

n° sp.,p. 306-312

ISOLEMENT

n° 2,p. 123-128, n° 2,p. 129-132, n° 2,p. 145-151,
n° 4,p. 400-405

ISOMETAMIDIUM

n° sp.,p. 219-235, n° sp.,p. 270-275

IVERMECTINE

n° 3,p. 341-354

JATROPHA CURCAS

n° 1,p. 32-34

LACHER D'INSECTES STERILES

n° 4,p. 449-467, n° sp.,p. 198-202, n° sp.,p. 84-98

LAIT

n° 1,p. 82-90, n° 2,p. 197-204, n° 3,p. 331-335

LESION

n° sp.,p. 211-217

LEUCAENA LEUCOCEPHALA

n° 1,p. 97-106

LEUCOENCEPHALOMALACIE

n° 3,p. 253-259

LEUCOSE AVIAIRE

n° 2,p. 160-164

LIEU DE REPOS

n° sp.,p. 122-129

LION

n° 1,p. 30-31

LUTTE CONTRE LES GLOSSINES

n° 2,p. 175-184, n° 3,p. 290-292, n° 4,p. 449-467,
n° sp.,p. 176-185, n° sp.,p. 198-202, n° sp.,p. 31-59,
n° sp.,p. 84-98

LYMNAEA TRUNCATULA

n° 4,p. 442-448

LYMPHOCYTE PERIPHERIQUE

n° sp.,p. 236-247

MACROPHAGE

n° sp.,p. 263-269

MAIS

n° 3,p. 253-259, n° 3,p. 355-360

MAMMIFERE

n° 2,p. 145-151

MICRONEUTRALISATION

n° 2,p. 155-159

MINERAUX

n° 1,p. 61-64

MITOGENE

n° sp.,p. 236-247

MOLLUSCIDICIDE

n° 1,p. 32-34, n° 4,p. 442-448

MOLLUSQUE NUISIBLE

n° 4,p. 442-448

MOLYBDENE

n° 1,p. 45-48

MONIEZIA

n° 3,p. 293-298

MORTALITE DES VEAUX

n° 1,p. 70-72, n° 3,p. 341-354

MOUTON DJALLONKE

n° 3,p. 331-335

MOUTON VOGAN

n° 1,p. 82-90, n° 1,p. 91-96, n° 1,p. 97-106

MOUTON YANKASA

n° 1,p. 61-64

MYCOPLASMA CAPRI

n° 1,p. 16-18

NEOPLASIE

n° 2,p. 160-164

NOURRITURE ARTIFICIELLE

n° 1,p. 35-41

- OCTENOL**
n° 4, p. 468-473
- OESTRUS**
n° 1, p. 79-81
- OISEAU**
n° 2, p. 129-132, n° 2, p. 145-151
- OVIN**
n° 1, p. 42-45, n° 1, p. 48-55, n° 1, p. 55-60,
n° 2, p. 152-154, n° 3, p. 268-271, n° 3, p. 272-276,
n° 3, p. 277-285, n° 3, p. 293-298, n° 3, p. 326-330,
n° 4, p. 418-421, n° 4, p. 422-429, n° 4, p. 430-432
- PANICUM MAXIMUM**
n° 3, p. 336-340
- PASTURELLA HAEMOLYTICA**
n° 4, p. 418-421
- PASTEURELLOSE**
n° 4, p. 418-421
- PATHOLOGIE**
n° 2, p. 212-224, n° 2, p. 225-238
- PATURAGE NATUREL**
n° 3, p. 361-365
- PERFORMANCE DE REPRODUCTION**
n° 2, p. 212-224
- PERFORMANCE LAITIERE**
n° 2, p. 205-211
- PERMETHRINE**
n° 3, p. 290-292
- PERTE ECONOMIQUE**
n° 1, p. 70-72
- PESTE BOVINE**
n° 2, p. 155-159
- PESTE DES PETITS RUMINANTS**
n° 1, p. 11-15, n° 1, p. 16-18, n° 3, p. 272-276
- PETITS RUMINANTS**
n° 1, p. 11-15
- PHAGOCYTOSE**
n° sp., p. 263-269
- PHOSPHATASE ALCALINE**
n° 4, p. 477-481
- PHOSPHOGLUCOMUTASE**
n° sp., p. 297-305
- PHOSPHORE INORGANIQUE**
n° 4, p. 477-481
- PIEGE**
n° sp., p. 176-185, n° sp., p. 31-59
- PIERRE A LECHER**
n° 1, p. 48-55, n° 1, p. 55-60
- PLESIOMONAS SHIGELLOIDES**
n° 2, p. 145-151
- PNEUMONIE**
n° 1, p. 16-18
- POIDS A L'ABATTAGE**
n° 3, p. 318-325
- POILS**
n° 1, p. 61-64
- POLYMORPHISME**
n° 3, p. 308-312, n° sp., p. 288-296, n° sp., p. 297-305
- POLYPEPTIDES VIRAUX**
n° 4, p. 406-410
- POULET**
n° 2, p. 160-164, n° 4, p. 437-441
- POUVOIR ATTRACTIF**
n° 4, p. 468-473
- PRIVATION D'EAU**
n° 3, p. 313-317
- PRODUCTION DE CUIRS ET PEAUX**
n° 1, p. 107-109
- PRODUCTION DE VIANDE**
n° 1, p. 91-96, n° 3, p. 318-325
- PRODUCTION FOURRAGERE**
n° 4, p. 500-508
- PRODUCTION LAITIERE**
n° 1, p. 82-90, n° 2, p. 197-204, n° 2, p. 205-211,
n° 2, p. 212-224, n° 2, p. 225-238, n° 3, p. 331-335,
n° 4, p. 496-499
- PROGESTOGENE**
n° 1, p. 73-78
- PROPHYLAXIE**
n° 4, p. 411-417
- PROSTAGLANDINE**
n° 1, p. 73-78
- PURINE NUCLEOSIDE PHOSPHORYLASE**
n° 3, p. 308-312
- RAGE**
n° 4, p. 383-394
- RAT**
n° sp., p. 263-269
- RAT DE GAMBIE**
n° 3, p. 304-307
- REACTION ALLOGENIQUE**
n° sp., p. 248-257
- RECHERCHE**
n° sp., p. 313-314

- REMOULAGE**
n° 1,p. 97-106
- RENDEMENT DES CARCASSES**
n° 1,p. 91-96, n° 1,p. 97-106, n° 2,p. 225-238
- REPARTITION DES GLOSSINES**
n° sp.,p. 114-121, n° sp.,p. 60-83, n° sp.,p. 99-113
- REPRODUCTION**
n° 2,p. 225-238
- RESISTANCE AUX MEDICAMENTS**
n° sp.,p. 219-235
- ROTAVIRUS BOVIN**
n° 4,p. 400-405, n° 4,p. 406-410
- RUMINANT**
n° 1,p. 45-48
- SALMONELLA**
n° 2,p. 123-128, n° 2,p. 129-132
- SANG**
n° 1,p. 35-41, n° 4,p. 474-476, n° 4,p. 477-481
- SARCOME**
n° 2,p. 160-164
- SECHERESSE**
n° 4,p. 500-508
- SEROTYPE**
n° 4,p. 406-410, n° 4,p. 418-421
- SOL**
n° 1,p. 45-48
- SOUS PRODUIT**
n° 3,p. 326-330
- SPIRAMYCINE**
n° 3,p. 260-267
- STOCKAGE**
n° sp.,p. 143-175, n° sp.,p. 18-30
- STRONGLES GASTROINTESTINAUX**
n° 3,p. 293-298, n° 3,p. 341-354
- SYMPTOME**
n° 3,p. 277-285, n° 4,p. 411-417
- SYNCHRONISATION DE L'OESTRUS**
n° 1,p. 73-78
- SYSTEME DE CULTURE**
n° 3,p. 355-360
- TAENIA HYDATIGENA**
n° 1,p. 30-31
- TARTRATE DE MORANTEL**
n° 1,p. 19-25
- TAUREAU BOUTE-EN-TRAIN**
n° 4,p. 482-484
- TECHNIQUE IMMUNOLOGIQUE**
n° 3,p. 272-276
- TENEUR EN ELEMENTS MINERAUX**
n° 1,p. 61-64
- TETRAMISOLE**
n° 2,p. 165-174
- TIGRE**
n° sp.,p. 258-262
- TIQUE**
n° 3,p. 341-354
- TOURTEAU D'ARACHIDE**
n° 1,p. 97-106
- TRANSHUMANCE**
n° 4,p. 496-499
- TRANSMISSION DES MALADIES**
n° sp.,p. 130-142, n° sp.,p. 186-191
- TRANSPORT**
n° sp.,p. 18-30
- TREFLE**
n° 1,p. 65-69
- TRYPANOCIDE**
n° sp.,p. 219-235, n° sp.,p. 270-275
- TRYPANOSOMA BRUCEI**
n° sp.,p. 258-262
- TRYPANOSOMA BRUCEI BRUCEI**
n° sp.,p. 277-287
- TRYPANOSOMA CONGOLENSE**
n° sp.,p. 186-191, n° sp.,p. 219-235
- TRYPANOSOMA EVANSI**
n° sp.,p. 263-269, n° sp.,p. 313-314
- TRYPANOSOME**
n° sp.,p. 130-142
- TRYPANOSOMOSE**
n° sp.,p. 203-210, n° sp.,p. 236-247, n° sp.,p. 248-257, n° sp.,p. 258-262, n° sp.,p. 270-275, n° sp.,p. 277-287, n° sp.,p. 313-314
- TRYPANOTOLERANCE**
n° sp.,p. 277-287
- USURE DES AILES**
n° sp.,p. 211-217
- VACHE**
n° 1,p. 70-72, n° 1,p. 73-78
- VARIANT ANTIGENIQUE**
n° sp.,p. 277-287

VECTEUR

n° 3,p. 286-289, n° sp.,p. 130-142, n° sp.,p. 186-191,
n° sp.,p. 203-210

VIANDE

n° 1,p. 91-96

VIRUS

n° 1,p. 16-18

ZEBU

n° 1,p. 73-78, n° 2,p. 197-204, n° 2,p. 205-211,
n° 2,p. 212-224, n° 4,p. 433-436, n° sp.,p. 288-296,
n° sp.,p. 297-305, n° sp.,p. 306-312

ZINC

n° 3,p. 277-285

INDEX GEOGRAPHIQUE

AFRIQUE

n° sp.,p. 31-59

AFRIQUE OCCIDENTALE

n° sp.,p. 297-305

ANGOLA

n° 2,p. 129-132

ANTILLES FRANCAISES

n° 3,p. 326-330

BENIN

n° 2,p. 133-137

BURKINA

n° 1,p. 35-41, n° 2,p. 175-184, n° 4,p. 449-467,
n° 4,p. 468-473, n° sp.,p. 18-30, n° sp.,p. 192-197,
n° sp.,p. 198-202, n° sp.,p. 219-235, n° sp.,p. 236-
247, n° sp.,p. 248-257, n° sp.,p. 277-287,
n° sp.,p. 288-296, n° sp.,p. 84-98, n° sp.,p. 9-17,
n° sp.,p. 99-113

BURUNDI

n° 2,p. 138-144, n° 2,p. 197-204, n° 2,p. 205-211

CAMEROUN

n° 1,p. 70-72

CONGO

n° 3,p. 361-365, n° 4,p. 430-432

COTE D'IVOIRE

n° 3,p. 277-285, n° 3,p. 336-340, n° 3,p. 355-360,
n° sp.,p. 176-185, n° sp.,p. 211-217, n° sp.,p. 60-83

EGYPTE

n° 1,p. 65-69, n° 4,p. 442-448

ETHIOPIE

n° 1,p. 42-45, n° 1,p. 45-48, n° 1,p. 48-55, n° 1,p. 55-
60, n° 4,p. 395-399

GRECE

n° 3,p. 286-289

GUADELOUPE

n° 2,p. 212-224, n° 3,p. 318-325

INDE

n° 1,p. 73-78

MADAGASCAR

n° 3,p. 260-267

MALAWI

n° sp.,p. 211-217

MALI

n° 4,p. 482-484, n° 4,p. 485-487, n° 4,p. 488-495,
n° sp.,p. 114-121, n° sp.,p. 122-129, n° sp.,p. 130-
142

NIGER

n° 1,p. 19-25

NIGERIA

n° 1,p. 11-15, n° 1,p. 16-18, n° 1,p. 26-29, n° 1,p. 30-
31, n° 1,p. 61-64, n° 1,p. 79-81, n° 2,p. 160-164,
n° 3,p. 272-276, n° 3,p. 299-303, n° 3,p. 304-307,
n° 4,p. 477-481

NOUVELLE CALEDONIE

n° 3,p. 253-259

SAHEL

n° 4,p. 500-508

SENEGAL

n° 1,p. 32-34, n° 2,p. 123-128, n° 2,p. 152-154,
n° 3,p. 268-271, n° 3,p. 293-298, n° 3,p. 341-354,
n° 4,p. 433-436, n° 4,p. 442-448

SOMALIE

n° 3,p. 313-317, n° sp.,p. 211-217

SOUDAN

n° 2,p. 165-174, n° 4,p. 418-421, n° 4,p. 422-429,
n° 4,p. 437-441, n° 4,p. 496-499, n° sp.,p. 203-210

TANZANIE

n° sp.,p. 270-275

TOGO

n° 1,p. 82-90, n° 1,p. 91-96, n° 1,p. 97-106,
n° 3,p. 331-335, n° sp.,p. 258-262

VANUATU

n° 2,p. 185-190, n° 2,p. 191-196

VENEZUELA

n° sp.,p. 263-269

ZAIRE

n° 2,p. 145-151, n° 4,p. 411-417, n° 4,p. 474-476

ZAMBIE

n° sp.,p. 211-217

ZIMBABWE

n° sp.,p. 211-217