

	Page
TRAVAUX ORIGINAUX	
PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.). - Un vaccin mixte trivalent contre la peste bovine, la péripneumonie et le charbon bactérien	385
DOMENECH (J.), LEFEVRE (P. C.). - Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovines en Ethiopie	397
GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LE MAO (G.), RETIF (M.). - La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger de 1970 à 1973	403
GRUVEL (J.). - Quelques aspects de la biologie de <i>Thyridanthrax beckerianus</i> Bezzi 1924 (<i>Diptera Bombyliidae</i>) parasite des pupes de <i>G. tachinoides</i>	419
ITARD (J.). - Caryotype de <i>Glossina palpalis gambiensis</i> Vanderplank, 1949. Comparaison avec d'autres espèces du groupe <i>palpalis</i> et du groupe <i>morsitans</i>	431
CUISANCE (D.). - Appréciation comparée de la densité d'une population isolée de <i>Glossina tachinoides</i> West. par deux méthodes classiques : le circuit de capture et les marquages-recaptures	437
GRUVEL (J.). - Sécheresse, écologie et lutte contre <i>Glossina tachinoides</i> dans la région du Bas-Chari	451
UILENBERG (G.), ANDREASEN (M. P.). - <i>Haematoxenus separatus</i> sp. n. (<i>Sporozoa, Theileriidae</i>) a new tick-borne blood parasite of domestic sheep in Tanzania	459
BLANCOU (J.), CHENEAU (Y.), BOUCHET (A.). - Modifications de certains constituants biochimiques du sang chez les zébus naturellement infestés par <i>Fasciola gigantica</i>	467
DENIS (J. P.), GACHON (G.). - Note sur l'involution utérine chez le zébu Gobra	475
GRANIER (P.), CABANIS (Y.), BIGOT (A.). - Influence du mode d'exploitation sur la productivité des pâturages naturels de Madagascar. Conséquences	479
CORNET (A.). - Etude de l'évolution de quelques caractéristiques hydriques des sols liée à une modification du couvert végétal en savane occidentale de moyenne altitude à Madagascar	487
CONGRES	
Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs, Paris, 12-15 mars 1974	499
— Compte rendu par R. SAUVEL	499
— Résolutions et recommandations	501
Compte rendu du Congrès International sur les Mycoplasmes de l'homme, des animaux, des végétaux et des insectes, Bordeaux, 11-17 septembre 1974 par P. PERREAU	515
EXTRAITS-ANALYSES	
Microbiologie	517
Maladies à protozoaires	518

CONTENTS N° 4 1974

Page

ORIGINAL PAPERS

PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.). - Trivalent vaccine against rinderpest, contagious bovine pleuropneumonia and anthrax	385
DOMENECH (J.), LEFEVRE (P.C.). - Serological survey on contagious bovine pleuropneumonia and bovine brucellosis in Ethiopia	397
GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LE MAO (G.), RETIF (M.). - Brucellosis in west Africa and its incidence in public health. Results of ten epidemiological surveys carried out in Ivory Coast, Upper Volta and Niger from 1970 to 1973	403
GRUVEL (J.). - Some aspects of the biology of <i>Thyridanthrax beckerianus</i> Bezzi 1924 (<i>Diptera, Bombyliidae</i>)	419
ITARD (J.). - Caryotype of <i>Glossina palpalis gambiensis</i> Vanderplank, 1949. Comparison with other species of <i>palpalis</i> and <i>morsitans</i> group	431
CUISANCE (D.). - Compared density estimate of an isolated population of <i>Glossina tachinoides</i> West., by two common methods: the flyround and marking-recapture techniques	437
GRUVEL (J.). - Drought, ecology, and control of <i>Glossina tachinoides</i> in the Lower Chari area	451
UILENBERG (G.), ANDREASEN (M. P.). - <i>Haematoxenus separatus</i> sp. n. (<i>Sporozoa, Theileriidae</i>), A new tick-borne blood parasite of domestic sheep in Tanzania	459
BLANCOU (J.), CHENEAU (Y.), BOUCHET (A.). - The change in the composition of the blood in bovine fasciolosis (<i>Fasciola gigantica</i>)	467
DENIS (J. P.), GACHON (G.). - Uterine involution of senegalese Gobra zebu	475
GRANIER (P.), CABANIS (Y.), BIGOT (A.). - Influence of the method of management on natural grassland productivity in Madagascar	479
CORNET (A.). - Evolution study of some water characteristics of the soils in relation to modified grass cover in mean altitude West savannah Madagascar	487
CONGRESS	
Congress on control programs for trypanosomes and their vectors. Paris, 12-15 March 1974	499
— Proceeding by R. SAUVEL	499
— Resolutions and recommandations	501
Proceedings of the international congress on Mycoplasma of man, animals, plants and insects. Bordeaux, France, 11-17 September 1974 by P. PERREAU	515

Un vaccin mixte trivalent contre la peste bovine, la péripneumonie et le charbon bactérien

par A. PROVOST (*), C. BORREDON (*) et P. BOCQUET (*)

(avec la collaboration technique de MM. N'GALDAM, N. GOMBOT, T. KAMPETE)

RESUME

Après avoir indiqué les raisons qui militent en faveur de l'utilisation d'un vaccin mixte antibovipestique, antipéripneumonique et anticharbonneux en Afrique centrale, les auteurs décrivent la conception d'un tel vaccin et la méthodologie de sa préparation. Les contrôles de production et les essais sur le terrain sont commentés : la solution molaire de sulfate de magnésium, utilisée au Tchad pour la remise en solution du vaccin mixte antipestique-antipéripneumonique utilisé dans ce pays, est nocive pour les spores de *B. anthracis*.

INTRODUCTION

Il ne paraît pas nécessaire de devoir présenter des arguments militant en faveur de l'utilisation des vaccins mixtes pour la prophylaxie des grandes épizooties tropicales; ils ne peuvent que simplifier le travail et accroître l'efficacité des opérations. Encore faut-il que les associations proposées aient une réelle indication prophylactique et que l'on soit assuré que leurs différents composants n'interfèrent pas l'un sur l'autre dans le sens d'une diminution de l'immunogénèse, comme ce fut le cas pour l'association vaccin capripesque-vaccin antipéripneumonique (26, 16). C'est suivant cette ligne de conduite que, depuis 1965, le laboratoire de Farcha produit un vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique (31). Initialement préparé avec la souche bovipestique de PLOWRIGHT et FERRIS (23), adaptée puis atténuée

en cultures cellulaires de rein de veau, et avec la souche KH₃J de *Mycoplasma mycoides* (8), rendue streptomycino-résistante par adaptation à des quantités croissantes de streptomycine (28), on a maintenant substitué à la souche KH₃J la souche T₁-SR streptomycino-résistante aux qualités immunigènes de beaucoup supérieures (4, 5, 12).

La présente note relate les circonstances ayant amené à l'introduction de l'antigène charbon bactérien dans le vaccin mixte et les résultats que l'on a obtenus avec cette association vaccinale.

La lutte contre la peste bovine sur le continent africain (P.C. 15 de l'O.U.A./C.S.T.R.) a pendant plusieurs années mobilisé l'activité des services vétérinaires (14); de ce fait, la lutte contre les autres maladies contagieuses a été en certaines circonstances plus ou moins négligée. Ce fut le cas du Tchad pour le charbon bactérien où la vaccination n'a plus été pratiquée dans les foyers traditionnels, comme en témoigne le relevé suivant :

(*) Laboratoire de Farcha, B.P. 433, N'Djamena, République du Tchad.

Années	N ^{bre} de doses de vaccin anticharbonneux délivrées	N ^{bre} de doses de vaccin utilisées (bovins)
1958	355 750	227 309
1959	268 300	150 736
1960	337 300	215 846
1961	515 600	260 117
1962	330 200	125 970
1963	192 700	90 418
1964	249 800	56 328
1965	200 500	108 943
1966	107 000	79 369
1967	100 000 (dont 15 000 dans le nord-ouest, 0 dans le centre-ouest)	23 727
1968	51 200 (dont 17 143 dans le nord-ouest, 0 dans le centre-ouest)	22 118
1969	75 500 (dont 0 dans le nord-ouest et le centre-ouest)	27 559

Les années 1970 et 1971 ont vu en Afrique centrale une recrudescence de l'enzootie bactérienne, en partie due à des conditions écologiques spéciales (abondance des eaux de surface après plusieurs années de sécheresse, augmentation importante du trafic de bétail de commerce dans l'ouest tchadien) mais aussi à une désaffection progressive de la vaccination dans les terroirs infectés jouxtant le lac Tchad pour la raison déjà invoquée et aussi par manque de moyens d'action. De nombreux cas humains ont été enregistrés (35).

Il aurait été simple de préconiser le retour à la vaccination avec le vaccin anticharbonneux classique (souche Sterne 34F2 en suspension glycéinée), ce qui au demeurant a été fait pour parer au plus pressé. Toutefois, l'exemple d'autres pays d'élevage extensif, dont le Turkestan et l'Afrique du sud (37) a montré que la simple vaccination, généralisée et soutenue pendant plusieurs années, amenait à l'éradication de la maladie par amenuisement des sources du contagé. C'est bien là le but à atteindre en Afrique centrale, d'où l'idée de la préparation d'un vaccin mixte destiné aux bovins, incorporant l'antigène charbonneux qui serait inoculé annuellement en profitant de la vaccination antipestique obligatoire. On conçoit

toutefois d'emblée que, pour arriver au but recherché dans ce plan de prophylaxie, les chameaux, petits ruminants et équidés, ne doivent pas être négligés.

MATERIEL ET METHODES

1. Conception du vaccin mixte

La solution logique à adopter pour arriver au but recherché était tout simplement d'incorporer aux liquides de culture du virus bovipestique et à la culture en bouillon de la souche T₁-SR de *M. mycoides* une suspension de spores de la souche 34F2 de *Bacteridium anthracis* avant de procéder aux opérations de lyophilisation. Après l'avoir envisagée, on a écarté la solution qui consistait à remplacer une partie du diluant de lyophilisation par une culture en dialyse du microbe charbonneux selon les principes de GLADSTONE (9), car la technologie de la production de cet antigène est encore loin d'être codifiée pour en faire un vaccin d'un prix de revient compétitif avec celui des vaccins sporulés (15); par ailleurs, il n'est immunigène qu'en assez grosses doses et requiert deux inoculations pour parfaire une immunité valable.

Toutefois, les cultures du virus bovipestique et de la souche T₁ de *M. mycoides* nécessitent l'incorporation d'antibiotiques dans les milieux, antibiotiques dont on peut craindre *a priori* qu'ils ne soient délétères pour *B. anthracis*. Dans un premier temps, on a songé à répéter pour la souche Sterne le procédé de sélection de mutants qui avait été mis sur pied pour les souches KH₃J et T₁ de *M. mycoides* (28): recherche de mutants insensibles à l'action de la pénicilline et à la streptomycine, antibiotiques présents dans le milieu de culture du virus bovipestique, par culture de la souche dans des milieux à concentrations croissantes de ces antibiotiques. Des essais, aux résultats négatifs, ont été entrepris en ce sens.

A la réflexion, on s'est dit que la concentration de ces deux antibiotiques dans la dose vaccinale était minime et ne devait pas être toxique pour les spores charbonneuses. En effet, les liquides de cultures cellulaires du virus bovipestique contiennent par ml: 100 unités de pénicilline et 100 µg de streptomycine (la fungizone, présente elle aussi, est sans action sur le microbe charbonneux). Une partie de la pénicilline se dégrade au cours de l'incubation

du virus. Par la suite, lors de la préparation du vaccin, les liquides de cultures cellulaires seront dilués au 1/10 dans la culture de *M. mycoides* et le support de lyophilisation. Lors de sa reconstitution sur le terrain, le vaccin (présenté en flacons de 100 doses contenant l'équivalent de 5 ml de liquide avant sa lyophilisation) sera dilué au 1/20 avec le liquide de reconstitution avant d'être injecté sous la peau de l'animal à vacciner; la dose est de 1 ml. En d'autres termes, les spores charbonneuses seront exposées à 10 U de pénicilline et 10 µg de streptomycine lors de la confection du mélange, et à 0,4 U de pénicilline et 0,4 µg de streptomycine par ml lors de la reconstitution du vaccin. Gardant à l'esprit que ces deux antibiotiques sont actifs sur des bactéries en voie de développement (38) il y a peu de chances pour que leur présence soit néfaste aux spores, pour autant qu'elles ne commencent pas à germer pendant les opérations de confection du vaccin. Pour arrêter cet éventuel processus, il suffit tout simplement de pratiquer ces opérations avec des liquides réfrigérés qui, de par leur température, se montreront dysgénésiques pour la germination des spores. Dans le vaccin reconstitué prêt à être employé, la concentration des antibiotiques est alors bien trop faible pour être nuisible.

2. Confection du vaccin mixte

a) *Antigènes bovipestique et péripneumonique.* — Le mode de préparation de ces deux antigènes ne se départ que de peu de ce qui a déjà été amplement décrit (31); seule la culture de la souche T₁-SR de *M. mycoides*, particulièrement luxuriante en milieu F-66, est arrêtée au bout de 48 heures au lieu de 72 heures pour la souche KH₃J-SR. Le calendrier des opérations est donc décalé d'un jour par rapport à celui qui a été présenté.

b) *Antigène charbonneux.* — La production de l'antigène est faite selon les normes internationales de l'O.M.S. (19) inspirées de la technique de STERNE (36) avec la souche 34F2 du Laboratoire international des étalons biologiques à Weybridge (Angleterre). La souche conservée à l'état lyophilisé subit un premier passage sur gélose de Sterne; la culture en nappe est rincée en bouillon et la suspension obtenue sert immédiatement à ensemercer les boîtes de Roux de production contenant une couche de gélose de Sterne très sèche. Après

48 heures de culture, on récolte dans un *minimum* de diluant de lyophilisation (eau peptonée à 11 p. 100) que l'on chauffe à 56° C pendant 1 heure pour inactiver les corps microbiens et ne conserver que les spores. Cette solution-mère est conservée au réfrigérateur.

On effectue un titrage classique des spores sur gélose et en milieu liquide; un calcul statistique simple (MPN) (*) fournit une numération approchée.

c) *Mélange des antigènes, répartition et lyophilisation.* — Juste avant la confection du mélange, la solution-mère d'antigène charbonneux, préalablement titrée, est diluée, si besoin est, avec du diluant de lyophilisation glacé pour l'amener à 5×10^9 spores par ml. Ce chiffre tient compte des dilutions à venir lors de la confection du vaccin et de son utilisation sur le terrain, mais aussi des pertes possibles lors de la lyophilisation.

Le mélange est alors effectué sous agitation magnétique dans les proportions suivantes :

	<i>Parties</i>
— Liquide de cultures cellulaires du virus bovipestique	1
— Culture en bouillon de la souche T ₁ -SR	8
— Suspension de la souche 34 F 2	1
— Lait écrémé en poudre (p/v)	4,5

Le liquide de cultures cellulaires du virus bovipestique et la culture de la souche T₁-SR sont réfrigérés avant le mélange. Au total, on aura amené 500.10^9 spores charbonneuses par litre de mélange.

On répartit sous froid (récipient contenant le mélange maintenu en glace fondante) sous le volume de 5 ml en flacons de 20 cm³, préalablement réfrigérés à — 25° C sur les étagères de l'appareil à lyophiliser. Chaque plateau de flacons remplis est aussitôt remplacé dans le lyophilisateur.

La lyophilisation est conduite sur 36 heures, avec dessiccation primaire à — 25° C, température qui garantit le succès de la lyophilisation des mycoplasmes.

Chaque flacon lyophilisé est donné pour 100 doses de vaccin de 1 ml chacune.

(*) Méthode MPN ou *most probable number*.

3. Contrôles du vaccin mixte

A. Contrôles de titre

Le contrôle du titre de l'antigène charbonneux s'effectue classiquement par numération en tubes de milieu de culture de dilutions décimales (MPN) du vaccin reconstitué depuis 30 minutes à la dose vaccinale (dilution de la pastille lyophilisée dans 100 ml de sérum physiologique réfrigéré). Le minimum requis par les normes internationales est de 2 à 10 millions de spores cultivables par dose vaccinale.

Le titrage effectué assigne au vaccin mixte préparé la richesse de 7 ± 1 millions de spores viables par dose. Par rapport à ce qui a été introduit lors de la confection du vaccin, il y a une perte d'environ les 2/3, où il est difficile de déceler la part de ce qui peut être dû éventuellement aux antibiotiques ou à la lyophilisation.

Les contrôles des composants pestique et péripneumonique s'effectuent selon les techniques habituelles de numération (31, 25) après avoir dilué le contenu du flacon de vaccin dans 100 ml de sérum physiologique glacé contenant 1 mg d'oxacilline et de colimycine par ml. Le titrage de la souche T₁-SR de *M. mycoides* est pratiqué en tubes de milieu F-66 contenant ces deux antibiotiques pour inhiber le développement des spores charbonneuses. Le minimum requis est de $10^{2.5}$ DCP pour le virus pestique et de 10^7 germes viables pour *M. mycoides* (20, 10). Ces titres sont largement dépassés dans la pratique : $10^{3.2}$ pour la peste, 9.10^8 pour la péripneumonie.

B. Contrôles d'innocuité

On pouvait se demander si l'adjonction de l'antigène bactérien au vaccin mixte antipestique-antipéripneumonique n'aurait pas un effet fâcheux en favorisant au point d'inoculation sous-cutanée l'apparition d'une réaction willemsienne, analogue au phénomène que MORNET, ORUE et DIAGNE (18) ont relaté.

Un test d'innocuité est donc mis sur pied, utilisant 6 bouillons sans anticorps antibovipestiques neutralisants ni anticorps antipéripneumoniques fixant le complément. Achetés dans un marché éloigné du nord-ouest du Tchad et dépourvus de traces auriculaires en trèfle normalement apposées par les équipes de vaccination, on peut être assuré de leur

pleine réceptivité, affirmée de surcroît par les tests sérologiques. Les six bouillons reçoivent par voie sous-cutanée 5 ml du mélange vaccinal prélevé avant la lyophilisation, c'est-à-dire au moins 20 fois la dose vaccinale.

Sept moutons reçoivent par voie sous-cutanée une dose vaccinale; 3 témoins reçoivent un placebo de sérum physiologique.

C. Contrôles d'efficacité

Ils ont été menés sur bouillons et sur moutons.

Sept bouillons, achetés et contrôlés dans les mêmes conditions que ci-dessus, reçoivent par voie sous-cutanée rétroscapulaire une dose vaccinale de vaccin mixte (soit 7.10^6 spores charbonneuses, $10^{2.7}$ DCP₅₀ de virus pestique et 9.10^8 mycoplasmes) reconstituée en sérum physiologique.

Comme il est de connaissance classique que le bœuf ne se prête pas à l'étude expérimentale du charbon bactérien, 6 nouveaux moutons et les 3 moutons témoins du contrôle d'innocuité sont eux aussi inoculés avec une dose vaccinale. Au total, il y aura donc eu 9 moutons d'inoculés pour ce test.

L'épreuve virulente intervient 5 mois plus tard sur les bovins vaccinés et sur 3 témoins, 15 jours après la vaccination sur les moutons vaccinés; on inocule 10^6 spores de la souche pathogène TREC de *B. anthracis* par voie sous-cutanée au niveau de l'encolure.

D. Comportement du vaccin mixte reconstitué en solution molaire de sulfate de magnésium

Depuis 1970, le Service de l'Élevage du Tchad utilise pour la reconstitution et la dilution sur le terrain du vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique la solution molaire (1 M) de sulfate de magnésium, qui est thermoprotectrice pour le virus bovinepestique (27, 23) et pour les mycoplasmes (29). Cette pratique est dictée par la nécessité, les moyens de conservation sous froid faisant totalement défaut en brousse, d'où l'impératif de posséder un diluant thermoprotecteur du vaccin à défaut de sa reconstitution en eau distillée ou en sérum physiologique glacés. C'est dans cette optique, d'ailleurs, qu'a été développée une souche vaccinale du virus bovinepestique à dégradation ther-

mique retardée à la température de 45° C à l'état lyophile (30).

On devait se poser la question du comportement des spores charbonneuses dans un milieu sulfatomagnésien fortement hypertonique. A cet effet, on reconstitue la pastille vaccinale lyophilisée d'un flacon de vaccin mixte dans 100 ml de solution molaire de sulfate de magnésium à température du laboratoire (33° C) et l'on effectue au bout de 30 mn à la même température des titrages des spores charbonneuses en milieu liquide.

4. Essais sur le terrain

Lorsque l'on a été assuré que le vaccin était inoffensif pour les bovins, un essai à assez grande échelle dans des conditions contrôlées a été monté sur le terrain.

Il est pratiqué sur 234 veaux âgés de 6 à 24 mois appartenant à des éleveurs de deux campements reculés de l'ouest du Kanem, près de la frontière du Niger. Le lieu a été choisi parce que, depuis 2 ans, les tournées de vaccination étaient négligées dans cet endroit pour des raisons diverses; on était donc assuré de trouver de jeunes bovins sans anticorps antipeptiques. Par ailleurs, la péripneumonie étant inconnue dans cette région, on pouvait mesurer la réponse sérologique, au demeurant faible et inconstante, à l'antigène péripneumonique. Il n'y avait pas non plus de raison *a priori* pour que les animaux aient été vaccinés contre le charbon bactérien.

Chacun d'eux reçoit une dose vaccinale par voie sous-cutanée rétroscapulaire du vaccin dilué en sérum physiologique glacé; le flacon de vaccin dilué est conservé en glace fondante pendant la durée des opérations.

Une prise de sang est effectuée à la veine jugulaire avant puis un mois après la vaccination.

Enfin, on était prêt à intervenir avec un antibiotique mycoplasmocide et bactéricide (spiramycine) (*) si des réactions locales fâcheuses s'étaient produites (17).

Au laboratoire, on recherche les anticorps antibovipeptiques, antipéripneumoniques et anticharbonneux.

(*) Suanovil Spécia.

Etant donné les circonstances de l'essai, aucune épreuve virulente n'a été tentée.

5. Techniques sérologiques

a) *Anticorps antibovipeptiques.* — Ils sont mesurés par séroneutralisation en cultures cellulaires de rein d'embryon de veau selon la technique de PLOWRIGHT et FERRIS (24). Le titre est exprimé en TN_{50} (titre neutralisant 50 p. 100) sur la base de l'exposant du \log_{10} .

b) *Anticorps antipéripneumoniques.* — On a fait appel à une technique de fixation du complément dérivée de la technique de Kolmer (33). Quoiqu'entachée de non-spécificité dans les basses dilutions des sérums examinés, elle a le mérite d'être sensible, donc de se prêter à la mesure des faibles qualités inductrices d'anticorps de la souche T₁-SR. Les titres sont exprimés par l'exposant du \log_2 de la dilution donnant une fixation d'au moins 75 p. 100.

c) *Anticorps charbonneux.* — La recherche des anticorps charbonneux n'est pas une opération classique. Dans le cas présent, elle a été choisie comme méthode d'investigation car il n'était pas possible de faire des épreuves d'immunité sur les animaux vaccinés en brousse.

La fixation du complément a été utilisée par les chercheurs américains (15) avec des résultats plus ou moins probants malgré les modifications introduites par CHO (3); les titres détectés sont faibles. Reprenant l'argumentation de BUCHANAN (1) il a paru préférable de faire appel à une technique d'hémagglutination conditionnée.

Un premier antigène est préparé en utilisant des hématies de mouton formolées, sensibilisées par une suspension en sérum physiologique formolé à 1,5 p. 100 d'une culture de 24 heures sur gélose de *B. anthracis* souche Sterne 34F2, récoltée bien avant que la sporulation ne soit effective. Essayé avec différents sérums d'animaux servant aux tests d'innocuité du vaccin anticharbonneux préparé par le laboratoire, il ne s'est pas révélé satisfaisant par manque de sensibilité.

On a alors fait appel à l'antigène de PALIT et NILAKANTAN (21) consistant en une suspension d'hématies sensibilisées par un complexe polyosidique extrait d'une culture de la bactérie. A cet effet, on récolte en sérum

physiologique une culture de 12 heures (donc non sporulée) de la souche 34F2 sur gélose à 3 p. 100 d'extrait de levure. Le complexe polysidique est extrait selon la technique de Westphal du phénol à chaud, en mettant en œuvre la méthodologie que BUTTERY et PLACKETT (2) ont utilisée pour la galactane péripneumonique. A la concentration de 0,1 mg/ml, il sert à sensibiliser une suspension à 0,25 p. 100 d'hématies de chèvre formolées. La chèvre a été choisie comme une espèce donatrice d'hématies car les sérums bovins ne contiennent pas d'hétéro-agglutinines dirigées contre elles (7). Après plusieurs lavages destinés à éliminer l'excès de polyoside, les hématies sensibilisées sont remises en suspension à 0,25 p. 100 dans un tampon phosphaté à pH:7 contenant 0,1 p. 100 de gélatine et 0,5 p. 100 d'albumine bovine comme stabilisateurs.

Le test est très simplement effectué par examen de dilutions en progression géométrique de raison 2 des sérums : 0,4 ml de chaque dilution sont mélangés à 0,4 ml de la suspension d'hématies; la lecture intervient après un séjour de 2 heures à la température du laboratoire. Des témoins sont inclus pour apprécier la stabilité de l'antigène et l'absence d'hétéro-agglutinines dans les sérums. Les titres sont exprimés par l'exposant du \log_2 de la dilution du sérum donnant une hémagglutination d'au moins 75 p. 100.

RESULTATS

1. Contrôle des titres

Les chiffres déjà cités montrent que le vaccin mixte correspond aux normes requises pour chacun des 3 composants.

2. Contrôles d'innocuité

Aucun des 6 bouvillons inoculés avec 5 ml du mélange avant lyophilisation n'a présenté d'hyperthermie ni de réaction locale.

Par contre, les 7 moutons inoculés avec une dose vaccinale sont morts entre le 12^e et le 25^e jour après l'injection. Rien à l'autopsie ne permettait de penser à l'infection charbonneuse. *Cowdria ruminantium*, l'agent de la heart-water, n'a pas été mis en évidence dans les frottis de cortex cérébral.

3. Contrôle d'efficacité

L'un des sept bouvillons ayant reçu une dose vaccinale par injection sous-cutanée a présenté 6 jours plus tard un placard œdémateux au point d'inoculation de la largeur de la main; la lésion a régressé spontanément en quelques jours.

Un mois après la vaccination, les sérums des vaccinés possédaient des anticorps antipestiques neutralisants (titre non précisé) et une légère montée d'anticorps péripneumoniques fixant le complément et hémagglutinant les hématies sensibilisées par le polyoside charbonneux.

A l'épreuve virulente, les bovins vaccinés ont développé au point d'inoculation de la souche pathogène de petits œdèmes de 3 à 7 cm de diamètre régressant d'eux-mêmes en l'espace de quelques jours. Par contre, les 3 témoins ont présenté un volumineux œdème de la partie latérale de l'encolure qui a nécessité leur sacrifice : ils ne pouvaient plus ni boire ni s'alimenter.

Cette fois encore, 4 sur 6 des moutons vaccinés, récemment achetés pour le test, sont morts dans un délai de 10 à 14 jours après la vaccination mais les 3 moutons témoins venant du test d'innocuité et qui, de ce fait, séjournaient en stabulation depuis plusieurs semaines, n'ont accusé aucun trouble. Après l'épreuve virulente réalisée le 15^e jour suivant la vaccination, ces 3 moutons résistent parfaitement mais les 2 survivants vaccinés meurent le 2^e et le 3^e jour. *B. anthracis* est réisolé mais les circonstances n'ont pas permis d'élucider s'il s'agissait de la souche vaccinale ou de la souche d'épreuve.

4. Comportement du vaccin en solution molaire de sulfate de magnésium

Trois essais menés comparativement sur des flacons de vaccin lyophilisé dilués soit en sérum physiologique glacé soit en solution molaire de sulfate de magnésium ont donné les mêmes résultats.

Le titre du composant pestique est le même quelque soit le diluant. Le titre du composant péripneumonique est plus élevé de 1 \log_{10} en solution sulfatomagnésienne, observation classique.

Par contre, on assiste dans cette solution à une chute importante du nombre des spores, de 7.10^6 à 2.10^5 par dose vaccinale.

5. Essai sur le terrain

Les veaux vaccinés, même les plus jeunes, n'ont présenté aucun trouble morbide après la vaccination. Il n'y a eu aucune réaction locale et, chez les plus jeunes, aucune arthrite exsudative. Incidemment, ce résultat permet de conclure à l'innocuité de la souche T₁-SR de *M. mycoides* dans cette population, chez les veaux en particulier, ainsi qu'à celle de l'association vaccinale.

Les résultats sérologiques détaillés figurent dans une autre publication (32). Deux cent trente quatre veaux avaient été vaccinés après la seconde visite, on n'a pas pu disposer de tous les sérums pour les trois réactions, soit que les propriétaires aient été partis en transhumance, soit que les tubes se soient renversés pendant leur transport au laboratoire, soit que la quantité recueillie ait été insuffisante.

a) *Immunogénèse bovipestique*. — Sur 234 veaux disponibles lors de la vaccination, 35 possèdent des anticorps bovipestiques neutralisants : 19 âgés de plus de 12 mois, 16 âgés de 8 mois dont 14 avec des titres élevés qui indiquent, sauf pour 2, que ce ne peut être des anticorps d'origine colostrale. Dans le groupe, on a donc 35 animaux qui présentent des anticorps pestiques sans trace auriculaire de vaccination. Aucun des plus jeunes, âgés de 6 mois, n'a d'anticorps d'origine colostrale. Les animaux possédant des anticorps avant la vaccination ont été exclus du calcul pour l'appréciation de l'immunogénèse.

Sur les 147 paires de sérums sans anticorps antipestiques anti-vaccinaux dont on dispose, on assiste à une conversion sérologique pour 139; huit animaux ne répondent pas à la vaccination, sans qu'on puisse trouver d'explication logique à ce défaut dans l'immunogénèse; on est conduit à penser que pour eux l'injection, pratiquée dans les conditions du travail en brousse, a été mal faite; extrêmement rares, en effet, sont les bovins qui n'ont pas de conversion sérologique après inoculation d'un vaccin antibovipestique.

La qualité des anticorps est bonne. Le TN₅₀ est de $2,47 \pm 0,12$ (intervalle de confiance donné à 95 p. 100).

b) *Immunogénèse péripneumonique*. — On dispose de 180 paires de sérums.

Cent soixante dix animaux ont avant vaccination des anticorps fixant le complément (technique de Farcha) à faible titre; cette situation est normale avec le type de réaction sérologique, de très grande sensibilité.

On constate que la conversion sérologique est fort inconstante et de faible intensité; elle ne touche que 59 animaux et n'intervient que pour 1 ou 2 dilutions des sérums. En revanche, 26 sérums voient leur titre baisser d'une dilution de la première à la 2^e saignée.

La moyenne de la différence des titres (exprimés en log₂) avant et après vaccination est de $0,39 \pm 0,19$, donc intrinsèquement très faible. L'inconstance et la faiblesse de la conversion sérologique est un fait bien établi avec la souche T₁-SR (4); elle ne doit pas surprendre mais, surtout, on ne doit en tirer aucune conclusion défavorable quant à l'immunité subséquente.

c) *Immunogénèse charbonneuse*. — On constate qu'avant la vaccination 75 sérums sur les 136 paires examinées possèdent des anticorps actifs en hémagglutination indirecte. Il paraît difficile de trouver une explication à leur origine : manque de spécificité de l'antigène mis en œuvre ou de l'anticorps détecté, contact antérieur avec l'antigène charbonneux ? Une vaccination anticharbonneuse méconnue paraît pourtant pouvoir être exclue car, devant avoir été faite par une équipe volante de vaccination qui aurait nécessairement vacciné en même temps contre la peste, on devrait trouver ces anticorps charbonneux uniquement chez les veaux à sérologie pestique positive. Non seulement ce n'est pas le cas, mais la moitié des veaux à sérologie pestique positive, que l'on suppose avoir été vaccinés, n'hébergent pas d'anticorps charbonneux lors de la première prise de sang.

D'une manière générale, la vaccination avec le vaccin mixte est suivie soit d'une conversion sérologique soit d'une montée importante d'anticorps. La moyenne de la différence des titres (exprimés en log₂) avant et après vaccination est de $1,64 \pm 0,57$.

Pourtant, on remarque que 25 sérums ont le même titre avant qu'après la vaccination (12 sans anticorps, 13 avec anticorps à des titres variables) et que 28 accusent une baisse de titre lors de la 2^e saignée. Comme ce ne

sont pas spécialement les animaux qui n'ont pas répondu à l'antigène bovipestique qui voient leur sérologie étalée ou diminuée, il est difficile d'accuser la vaccination en elle-même. Par ailleurs, cette catégorie d'animaux est répartie au hasard dans les groupes d'animaux vaccinés; on ne peut dès lors non plus penser à l'action néfaste pour les spores charbonneuses des antibiotiques résiduels dans le vaccin reconstitué prêt à l'emploi; si tel était le cas, on aurait une conversion sérologique anticharbonneuse des animaux vaccinés les premiers dans la séance de vaccination et aucune montée d'anticorps pour les derniers; explication qui, au demeurant, ne serait pas valable pour ceux qui ont une diminution de leurs anticorps.

On est alors conduit à incriminer la spécificité de la réaction d'hémagglutination indirecte utilisée, réaction qui avait été mise au point spécialement pour cette expérience mais pour laquelle, hormis cet essai, on n'a pas d'éléments de jugement. On conçoit combien il aurait été intéressant de pouvoir faire des épreuves d'immunité.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le vaccin mixte trivalent antibovipestique antipéripleumonique, anticharbonneux proposé avait une motivation bien précise qui était la vulgarisation à grande échelle de la vaccination anticharbonneuse au Tchad pour diminuer l'incidence de l'enzootie.

La solution proposée est simple et ne requiert pas une technologie poussée puisque la seule précaution à prendre est la réfrigération des constituants du vaccin lors de la préparation du mélange des antigènes. A un moment, on a songé à l'adjonction de pénicillinase, enzyme obtenue industriellement à partir de jus de culture de *Bacillus cereus* pour un prix modique. Toutefois, la pénicillinase n'est active qu'entre 25 et 40° C; il aurait donc fallu travailler avec un mélange vaccinal maintenu à la température du laboratoire et on courait alors le risque de l'altération de l'antigène charbonneux par la streptomycine résiduelle lors du début de germination des spores dans le vaccin. On s'est en définitive arrêté à la méthodologie décrite.

Les contrôles des titres des différents constituants dans le vaccin reconstitué en sérum

physiologique glacé sont satisfaisants et sont conformes aux normes internationales. A ce sujet, il paraît utile de préciser que les déboires connus par certains expérimentateurs (13, 22) dans la lyophilisation des vaccins antipéripleumoniques tiennent plus à de la technologie qu'à de véritables difficultés scientifiques. Le succès paraît résider dans la lyophilisation primaire à basse température (— 25° C), ce qui n'est possible qu'avec certains types de lyophilisateurs maintenant cette température sur les étagères supportant les flacons de vaccin. Les dizaines de millions de doses de vaccin antipéripleumonique ou mixte antipestique-antipéripleumonique déjà produites par certains laboratoires africains et utilisées avec succès sur le terrain sont là pour affirmer le bien fondé de cette position.

Le vaccin mixte se révèle inoffensif pour les bovins. Il n'en est apparemment pas de même pour le mouton, ce qui au demeurant est sans importance pratique puisque le vaccin trivalent n'a pas d'indication pour cette espèce. L'observation de la mortalité différée des moutons après vaccination est pourtant intrigante. La souche Sterne de *B. anthracis* ne paraît pas être en cause, car des tests d'innocuité et d'efficacité se font couramment chez cette espèce; de rares rapports (Rajagopalan et Israil, 1952) font état d'accidents. Par contre, il est d'observation courante que les petits ruminants supportent mal la claustration imposée au laboratoire et qu'une importante mortalité non spécifique suit la mise en étable; tel était le cas lorsque, au laboratoire, on préparait un vaccin antirabique formolé à partir d'encéphales de mouton. Tel paraît bien être le cas dans les tests relatés plus haut, où les moutons sont morts dans les jours suivant la vaccination alors que trois de leurs congénères, habitués à l'étable, la supportent parfaitement et résistent à l'épreuve. Quelle que soit la cause, la conclusion pratique est que les tests d'efficacité ne peuvent se faire sur mouton. L'espèce bovine étant relativement insensible au charbon bactérien expérimental, c'est au cobaye que l'on songe, mais cette possibilité n'a pas encore été explorée.

Le vaccin trivalent avait été conçu pour le bénéfice du Service de l'Élevage du Tchad, service qui dans la pratique courante utilise la solution molaire de sulfate de magnésium pour la reconstitution des vaccins antipestique et mixte antipestique-antipéripleumonique sur le terrain, pour les raisons que l'on a déjà dites.

Les contrôles effectués indiquent amplement que l'antigène charbonneux du vaccin mixte est détérioré par la solution sulfatomagnésienne. En conséquence, le vaccin mixte décrit ne trouve pas son indication au Tchad, conclusion décevante pour le chercheur. Il n'en reste pas moins que le vaccin trivalent conserve son indication pour les Etats qui continuent à utiliser la réfrigération en glace fondante pour le transport des vaccins lyophilisés sur le terrain et surtout le rafraîchissement des diluants de reconstitution des vaccins lyophilisés. De nombreux Etats d'Afrique occidentale sont dans ce cas.

L'immunogénèse vaccinale paraît être correcte après vaccination. La présente étude n'a pas envisagé d'épreuves bovipestique et péri-pneumonique car on savait amplement ce que l'on était en droit d'attendre de la vaccination avec ces deux antigènes pourvu que le titre requis dans la dose vaccinale soit atteint (31, 6). L'épreuve vaccinale effectuée sur bovins pour l'immunogénèse charbonneuse indique que l'on peut compter sur une protection valable.

On sera plus circonspect pour l'interprétation des résultats sérologiques obtenus avec la réaction d'hémagglutination indirecte pour la recherche des anticorps charbonneux. PALIT et NILAKANTAN (21), utilisant un test sérologique similaire, observent eux aussi de nombreux sérums « normaux » possédant des anticorps anticharbonneux. Il est vraisemblable que l'on se trouve devant une réactivité sérologique de groupe; des constituants polysidiques soma-

tiques (la souche Sterne utilisée pour la préparation de l'antigène n'étant pas capsulée) aux propriétés antigéniques voisines existent en effet chez *B. anthracis* et de nombreux bacilles anthracoïdes, dont *Bacillus cereus* (11).

D'autre part, on n'observe d'augmentation du titre des anticorps que pour 61 p. 100 des sérums des veaux vaccinés, alors que près de 15 p. 100 ont leur titre égal et que 24 p. 100 le voient diminuer. Il paraît imprudent de vouloir tabler sur ces résultats disparates tant que l'on ne sait pas plus ce que l'on est en droit d'attendre de l'hémagglutination indirecte dans l'appréciation de l'immunité charbonneuse. L'antigène protéique de BUCHANAN (1) aurait peut-être apporté des résultats plus convaincants par la plus grande spécificité que l'on est en droit d'en espérer. Dans l'immédiat, il est préférable d'utiliser la classique épreuve d'immunité pour contrôler le vaccin.

Au total, le vaccin mixte trivalent proposé, s'il ne remplit pas totalement le but que l'on voulait atteindre au Tchad, se révèle tout de même un immunogène valable et commode pour les services vétérinaires qui utilisent la glace hydrique sur le terrain. Pour le Tchad, il faudra songer à d'autres « cocktails » vaccino-gènes; l'un est le vaccin antipestique-antipéri-pneumonique déjà largement utilisé; l'autre pourrait être une association charbon symptomatique-charbon bactérien actuellement à l'étude. On doit garder la foi dans les associations vaccinales, tellement elles se révèlent précieuses pour l'utilisateur et prometteuses pour le cheptel.

SUMMARY

Trivalent vaccine against rinderpest, contagious bovine pleuropneumonia and anthrax

The authors give the reasons of the use of a combined rinderpest-pleuropneumonia-anthrax vaccine in Central Africa, then they describe the idea for the combination and the methodology for its preparation. Production controls and field trials are commented upon. Molar magnesium sulphate which is used in Chad for reconstitution of the combined rinderpest-pleuropneumonia vaccine is injurious to the *B. anthracis* spores.

RESUMEN

Una vacuna mixta trivalente contre la peste bovina, la perineumonía y el carbunco bacteriano

Los autores indican las razones favorables al uso de una vacuna mixta antibovipestica, antiperineumonía y contra el carbunco en Africa Central.

Pués describen la concepción de tal vacuna y la metodología de su preparación.

Se comentan las pruebas de producción y los ensayos sobre terreno : la solución molar de sulfato de magnesio, utilizada en Chad para la colocación en solución de la vacuna mixta antipestica-antiperineumonia en este país es nociva para las esporas de *B. anthracis*.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUCHANAN (T. M.), FEELEY (J. C.), HAYES (P. S.) et BRACHMAN (P. S.). Anthrax indirect microhemagglutination test. *J. Immunol.*, 1971, **107**: 1631-1636.
2. BUTTERY (S. H.) et PLACKETT (P.). A specific polysaccharide from *Mycoplasma mycoides*. *J. gen. Microbiol.*, 1960, **23**: 357-368.
3. CHO (H. J.). Demonstration of complement fixing antibody in the sera of cattle vaccinated with combined living blackleg-anthrax vaccine. *Canad. J. comp. Med.*, 1971, **35**: 155-160.
4. CHAMBRON (J.) et DOUTRE (M. P.). Résultats des travaux récents conduits à Dakar dans le but d'étudier selon la méthode australienne d'épreuve la valeur de l'immunité conférée par divers vaccins antipéripleumoniques utilisant les souches KH₃J, T₁ et T₁-SR (streptomycino-résistante) actuellement utilisées en Afrique de l'Ouest. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1972 (numéro spécial sur la péripleumonie): 47-55.
5. DALEEL (E. E.) et LINDLEY (E. P.). Contagious bovine pleuropneumonia: a comparison of three culture vaccines. *Sud. J. vet. Sci. anim. Husb.* 1970, **11**: 34-40.
6. DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.) et BOURDIN (P.). Valeur de l'immunité conférée par un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleumonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T₁-SR. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25**: 1-14.
7. FINE (J.), EYQUEM (A.) et MAILLOUX (M.). Les hétéro-agglutinines dans le règne animal. *Ann. Inst. Past.*, 1954, **87**: 74-83.
8. GAMBLES (R. M.). Studies on contagious bovine pleuropneumonia with special reference to the complement fixation test. *Brit. vet. J.*, 1956, **112**: 34-40.
9. GLADSTONE (G. P.). Immunity to anthrax: Production of cell free protective antigen in cellophane sacs. *Brit. J. exp. Path.*, 1948, **29**: 379.
10. GILBERT (F. R.), WINDSOR (R. S.). The immunizing dose of T₁ strain *Mycoplasma mycoides* against contagious bovine pleuropneumonia. *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1971, **3**: 71-76.
11. IVANOVICS (G.) et FÖLDES (J.). An immunospecific substance of *Bacillus cereus* similar to polysaccharide obtained from *Bacillus anthracis*. *Naturwissenschaften*, 1958, **45**: 15.
12. KARST (O.). A comparison of 2 vaccines against contagious bovine pleuropneumonia. *Res. vet. Sci.*, 1971, **12**: 18-22.
13. KARST (O.). Contagious bovine pleuropneumonia vaccine: lyophilised T₁ vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1972 (numéro spécial sur la péripleumonie) 69-76.
14. LEPISSIER (H. E.). Rapport technique général sur la campagne conjointe O.U.A./C.S.T.R. contre la peste bovine en Afrique centrale et de l'Ouest (1961-1969). Lagos, O.U.A./S.T.R.C., 1971 (Publication n° 103).
15. LINCOLN (R. E.), WALKER (J. R.), KLEIN (F.) et HAINES (F. K.). Anthrax. *Adv. vet. Sci.*, 1964, **9**: 327-368.
16. LINDLEY (E. P.). Simultaneous vaccination of cattle with contagious bovine pleuropneumonia and goat-adapted rinderpest vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1967, **15**: 221-226.
17. LINDLEY (E. P.). La spiramycine et les lésions postvaccinales au vaccin lyophilisé «*M. mycoides* var. *mycoides*, souche T₁/44» contre la péripleumonie contagieuse des bovidés. *Cah. Méd. vét.*, 1971, **40**: 233-236.
18. MORNET (P.), ORUE (J.) et DIAGNE (L.). Persistance *in vivo*, dans le tissu conjonctif sous-cutané, du virus péripleumonique et vaccinations différées, avec des vaccins vivants. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1947, **20**: 467-471.
19. Normes relatives au vaccin anticharbonneux sporulé (vivant, à usage vétérinaire). (19^e rapport des experts de la standardisation biologique). Genève, O.M.S., 1967. (Rapport technique O.M.S. n° 361).
20. Normes relatives au vaccin anti-peste bovine (vivant) préparé en cultures cellulaires et au vaccin anti-peste bovine (vivant) préparé sur l'animal. (22^e rapport des experts de la standardisation biologique). Genève, O.M.S., 1970. (Rapport technique O.M.S. n° 444).
21. PALIT (A.) et NILAKANTAN (P. R.). Antibody response in animals immunized with different types of anthrax vaccine. *Ind. J. vet. Sci.*, 1968, **38**: 431-442.
22. PEARSON (C. W.) et LLOYD (L. C.). Freeze-drying of the KH₃J strain of *Mycoplasma mycoides*. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1971, **19**: 117-122.
23. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). Studies with rinderpest virus in tissue culture. II. Pathogenicity for cattle of culture-passaged virus. *J. comp. Path.*, 1959, **69**: 173-184.
24. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). Studies with rinderpest virus in tissue culture. III. The stability of cultured virus and its use in virus neutralisation tests. *Arch. ges. Virus f.*, 1961, **11**: 516-533.
25. PLOWRIGHT (W.), HERNIMAN (K. A. J.) et RAMPTON (C. S.). Studies on rinderpest culture vaccine. II. Factors influencing the accuracy of vaccine potency tests. *Res. vet. Sci.*, 1969, **10**: 502-508.
26. PRIESTLEY (F. W.). Report to the government of the Sudan on contagious bovine pleuropneumonia. Rome, F.A.O., 1958. (F.A.O. report n° 854).
27. PROVOST (A.). Rapport annuel de la Région de recherches vétérinaires de l'Afrique centrale (Laboratoire de Farcha), 1965, p. 62.
28. PROVOST (A.). Principes de production d'un vaccin mixte associé antibovipestique-antipéripleumonique inoculé en un seul temps. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1969, **17**: 7-10.
29. PROVOST (A.). Activité thermoprotectrice de la solution molaire de sulfate de magnésium sur

- l'inactivation thermique de *Mycoplasma mycoides* en phase liquide. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1970, **270 D** : 3156-3157.
30. PROVOST (A.) et BORREDON (C.). Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleurmonique lyophilisé utilisable sur le terrain sans réfrigération. I. Sélection de virions bovipestiques à inactivation thermique retardée. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** : 507-520.
 31. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.). Recherches immunologiques sur la péripleurmonie. XI. Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleurmonique inoculé en un seul temps. *Bull. Off. Int. Epiz.*, 1969, **72 a** : 165-203.
 32. PROVOST (A.), TACHER (G.), BORREDON (C.). Recherche de l'activité immunostimulante de trois dérivés à action anthelminthique de l'Imidazole sur les immunogénèses bovipestique, péripleurmonique et charbonneuse. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (1) : 39-52.
 33. QUEVAL (R.), PROVOST (A.) et VILLEMOT (J.M.). Comparaison de méthodes de déviation du complément utilisées dans l'étude de la péripleurmonie bovine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **12** : 159-170.
 34. ROBIN (P.) et BOURDIN (P.). Note sur l'action du sulfate de sodium, du sulfate de magnésium et du chlorure de magnésium sur le virus de la peste bovine adapté aux cultures cellulaires. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** : 451-456.
 35. SIROL (J.), DELPY (P.) et GUARD (O.). Une épidémie de charbon humain. A propos de 25 cas observés à l'hôpital de Fort-Lamy, Tchad. *Presse méd.*, 1971, **79** : 1635-1638.
 36. STERNE (M.). The use of anthrax vaccine prepared from avirulent (uncapsulated) variants of *Bacillus anthracis*. *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1939, **13** : 307-312.
 37. STERNE (M.). Anthrax. In: STABLEFORTH (A.W.) et GALLOWAY (I.A.). Infectious diseases of animals. Diseases due to Bacteria. London, Butterworths Scientific Publications, 1959.
 38. VIDEAU (D.). Pénétration, site et mode d'action des antibiotiques chez la bactérie. *Cah. Méd. vét.*, 1968, **37** : 3-18.

Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovines en Éthiopie

par J. DOMENECH (*) et P. C. LEFEVRE (*)

RESUME

Une enquête sérologique effectuée en Ethiopie, province du Harrar, permet de déceler des taux d'infection de 1,78 p. 100 pour la péripneumonie bovine et de 0,43 p. 100 pour la brucellose bovine.

Par ailleurs, une fréquence élevée d'anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton et de réactions HA faussement positives est observée.

Après trois années consécutives de vaccination contre la péripneumonie et la peste bovine en Ethiopie, (PC 15 / JP 15), il a paru souhaitable de vérifier l'immunité du cheptel contre la peste bovine (15), et l'importance des porteurs de *Mycoplasma mycoides*, var. *mycoides*, agent de la péripneumonie bovine.

730 sérums ont été récoltés à cet effet, en 1973, dans la province du Harrar (Est éthiopien), district d'Alemaya.

Cette région fut choisie pour des raisons diverses :

- antécédents épidémiologiques notifiant l'existence de foyers de péripneumonie avant la mise en œuvre de la prophylaxie;
- exemple de vaccination largement appliquée, dans une zone à élevage sédentaire exposée par le transit périodique d'animaux provenant de contrées infectées;
- relative facilité de collecte.

Mise à part la recherche des porteurs de germes, cette enquête a permis de constater

l'importance, chez le zébu éthiopien, des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton, ainsi que de déceler un assez grand nombre de réactions HA faussement positives.

La recherche des bovins brucelliques fut ajoutée car aucune enquête n'avait été pratiquée dans la région.

I. VACCIN UTILISE CONTRE LA PERIPNEUMONIE BOVINE

C'est un vaccin lyophilisé préparé avec *Mycoplasma mycoides*, var. *mycoides*, souche KH₃J (96^e passage).

Le milieu de culture est le milieu F 66 de PROVOST (14), la digestion papainique de cœur de bœuf remplaçant la simple macération.

A la récolte, les titres en mycoplasmes viables, calculés par la méthode du Most Probable Number (M.P.N.) de TAYLOR (22), sont de 5,2 à 23.10⁹ par ml de culture.

La lyophilisation se fait avec, pour seul support, du lait écrémé sec. 3,5 ml de culture permettent d'obtenir 100 doses de vaccin lyophilisé, chaque dose titrant 5,2.10⁷ mycoplasmes viables.

(*) Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 10, rue P. Curie, 94700 Maisons-Alfort, France.

Mission vétérinaire française en Ethiopie.
Imperial Veterinary Institute, P.O. Box 19, Debre-Zeit, Ethiopie.

La perte en germes est due au processus de lyophilisation lui-même.

La vaccination est pratiquée, selon un rythme annuel, en association avec la vaccination anti-bovipestique (6).

Le lieu d'inoculation est le tissu sous-cutané en arrière de l'épaule.

Ce vaccin lyophilisé a été choisi par le gouvernement éthiopien car les conditions de transport sont souvent difficiles (7).

La souche KH₃J a été préférée à la souche T₁ en raison de sa parfaite innocuité, condition jugée indispensable pour assurer le succès le plus complet possible auprès d'éleveurs en général réticents.

II. METHODES UTILISEES

1. Récolte des sérums

730 échantillons de sang de zébus ont été recueillis par le Dr CAZALS en mars-avril 1973.

Les sérums sont numérotés et l'âge de l'animal, son sexe et le nombre de marques présumées dues à la vaccination relevés.

Les lieux de récolte, au nombre de sept, s'étalent dans tout le district d'Alemaya, sur des routes de passage d'animaux de commerce se dirigeant vers l'abattoir de Dire-Dawa.

Il est à noter que les éleveurs ont présenté leurs animaux à seule fin de prélèvement, sans qu'il y ait vaccination ou traitement concomitant (2).

Les résultats de l'enquête peuvent donc être considérés comme étant ceux que l'on obtient lors d'opérations de vaccination dans une région évoluée.

Ils ne sauraient être généralisés à toute l'Ethiopie.

2. Méthodes sérologiques

a) Péripleurésie bovine

— Les sérums ont été analysés par la méthode de fixation du complément de CAMPBELL et TURNER (11), aux dilutions 1/10, 1/20 et 1/40.

Les résultats sont notés 0, +, ++, +++, +++++, et les sérums positifs ++ au 1/10 ou au-delà sont déclarés provenant d'animaux infectés.

— La réaction d'hémagglutination passive a été également étudiée car la comparaison HA avant absorption-HA après absorption, pratiquée sur quelques sérums a montré un fort pourcentage d'agglutinations dues à des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton, à des titres parfois très élevés.

Les hématies de mouton sensibilisées ont été aimablement fournies par le laboratoire de l'I.E.M.V.T., France (P. PERREAU).

Les dilutions initiales de sérum vont du 1/10 au 1/320.

On note la dernière dilution positive ++.

b) Brucellose bovine

On a choisi la méthode de séro-agglutination lente en tubes (1, 19), avec des dilutions finales de sérum allant du 1/10 au 1/640.

L'antigène utilisé est préparé par l'Institut Merieux, France, à partir de *Brucella abortus* souche A 99 : il agglutine ++ 1/650 avec le sérum international.

Les sérums sont notés suspects aux dilutions 1/10 et 1/40 (30 à 60 U.I./ml) et positifs au-delà (100 U.I./ml ou plus) (1, 19).

III. RESULTATS

1. Péripleurésie bovine

a) 730 sérums ont été analysés :

13 sérums sont positifs FC C-T, soit 1,78 p. 100.

Les résultats HA - FC C-T sont résumés dans le tableau I (p. 399).

La répartition des sérums positifs FC, selon l'âge des animaux, est détaillée dans le tableau II (p. 399).

b) La comparaison HA avant absorption - HA après absorption a été faite sur 507 sérums positifs HA, appartenant à un échantillonnage pris au hasard de 588 sérums.

Les résultats sont ceux du tableau III (p. 400).

TABL. N° I. Péripleurésie: résultats des réactions HA et FC C-T pratiquées sur 730 sérums (Alemaya 1973).

HA*	Nombre de sérums	FC négatives	FC suspectes**	FC positives		
				1/10	1/20	1/40
0	237	235	1	1	0	0
1/10	258	256	0	1	0	1
1/20	133	129	2	1	0	1
1/40	62	57	3	2	0	0
1/80	30	22	5	2	1	0
1/160	7	3	3	0	0	1
1/320	3	0	1	0	0	2
Total	730	702	15		13	

* Titres donnés en dilution initiale de sérums, après absorption sur hématies de mouton.
** + au 1/10.

TABL. N° II. Péripleurésie: répartition des sérums positifs FC C-T selon l'âge des animaux.

Age	Nombre de sérums	FC positives			Nombre de positifs (p.100*)
		1/10	1/20	1/40	
1 à 3 ans	214	1	0	1	0,93
4 à 6 ans	315	3	0	1	1,27
7 ans et plus	201	3	1	3	3,50
Total	730		13		1,78

* Pourcentage calculé par rapport au nombre d'animaux dans la classe d'âge considérée.

2. Brucellose bovine

685 sérums ont été analysés :

- 15 sérums sont suspects, soit 1,9 p. 100.
- 3 sérums sont positifs, soit 0,43 p. 100.

Les tableaux IV et V présentent les résultats selon l'âge et le sexe des animaux.

IV. DISCUSSION

1. Péripleurésie bovine

a) Importance des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton

— Le tableau III montre à l'évidence le nombre très grand de sérums contenant des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton.

On observe, dans de très nombreux cas, des chutes de titre de 3, 4, voire 5 dilutions, entre l'HA avant et après absorption.

Ces résultats ne sont pas comparables avec ceux obtenus pour les zébus d'Afrique centrale et de l'Ouest (1 à 15 p. 100 des sérums contiennent

des anticorps anti-globules rouges de mouton, à des titres de 1/10 à 1/40 initial maximum) (18, 14).

On ne peut donc pratiquer la réaction HA, chez le zébu éthiopien, sans absorber au préalable les sérums par des hématies de mouton fraîches.

— Cette recherche systématique des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton a également permis de constater (tableau I) que, sur 102 sérums positifs HA, à des dilutions initiales de 1/40 ou plus, 8 seulement sont confirmés par FC C-T.

En considérant que la FC est une des meilleures méthodes dans la recherche des porteurs de germes (8, 11, 21), on voit qu'il y a un grand nombre de réactions HA faussement positives.

Les défaillances, par défaut, de la réaction HA sont, elles, normales et ont été maintes fois signalées (11, 14, 18) : l'hémagglutination passive ne peut être utilisée dans le dépistage des infectés chroniques et latents en matière de péripleurésie bovine.

TABL. N°III. Péripleumonie: comparaison des titres HA avant et après absorption par des hématies de mouton.

HA avant absorption*		HA après absorption*	
Titres	Nombre de sérums	Titres	Nombre de sérums
0	81	-	-
1/10	67	0 1/10	30 37
1/20	90	0 1/10 1/20	24 51 15
1/40	117	0 1/10 1/20 1/40	27 61 24 5
1/80	148	0 1/10 1/20 1/40 1/80	18 64 46 12 8
1/160	49	0 1/10 1/20 1/40 1/80 1/160	4 0 15 22 7 1
1/320	36	0 1/10 1/20 1/40 1/80 1/160 1/320	5 0 3 9 12 5 2
Total	588		

* titres donnés en dilution initiale du sérum.

b) Incidence de la péripleumonie

Après trois années consécutives de vaccination massive du cheptel dans la région considérée, on peut, au vu des résultats, porter les mêmes conclusions que celles qui ont déjà été émises en Afrique ou en Australie :

— Les mesures de vaccination seules, comme moyen de lutte contre la péripleumonie bovine en région endémique, s'avèrent insuffisantes pour obtenir une éradication rapide (7, 10, 20).

Dans le cas présent, il reste 1,78 p. 100 d'animaux infectés.

Signalons que l'emploi d'autres souches vaccinales (T_1 ou V_5 par exemple) a, à cet égard, les mêmes effets (9, 20).

En conséquence, il est indispensable de poursuivre plus longtemps la vaccination, sous peine de voir réapparaître des foyers de péripleumonie.

— Les résultats de la FC C-T, selon l'âge des animaux (tableau II), montrent que le pourcentage des réactions FC positives augmente avec l'âge.

Mais ceci peut être observé en toute occasion, même indépendamment de la vaccination : on ne peut donc affirmer que les jeunes zébus sont peu infectés parce qu'ils sont vaccinés depuis trois ans, et que les vieux sont très infectés (3,50 p. 100) parce que déjà atteints lorsque la campagne de prophylaxie médicale a commencé.

Aussi, nous n'apprécierons la valeur du vaccin KH_3J utilisé que par le fait que les cas cliniques de péripleumonie ont complètement disparu de la région, et ce malgré un transit certain d'animaux provenant de zones où sévit la maladie.

2. Brucellose bovine

Les résultats obtenus confirment que les caractères épidémiologiques de la brucellose bovine en Ethiopie sont les mêmes que partout

TABL. N°IV. Brucellose: répartition des sérums positifs et suspects selon l'âge des animaux.

Age	Nombre de sérums	Suspects ^{xx}		Positifs ^{xxx}	
		Nombre	Nombre (p.100)	Nombre	Nombre (p.100)
1 à 3 ans	201	3	1,5	0	0
4 à 6 ans	296	3	1,0	0	0
7 ans et plus	188	7	3,7	3	1,6
Total	685	13	1,9	3	0,43

* sérums ++ 1/20 et 1/40. ** sérums ++ 1/80 et 1/640.

TABL. N°V. Brucellose: répartition des sérums positifs et suspects selon le sexe des animaux.

S e x e	Nombre de sérums	Suspects ^x		positifs ^{xx}	
		Nombre	Nombre (p.100)	Nombre	Nombre (p.100)
Femelles	385	12	1,7	3	0,78
Mâles	300	1	0,3	0	0
Total	685	13	1,9	3	0,43

x sérums ++ 1/20 et 1/40. xx sérums ++ 1/80 et au-delà.

ailleurs : différences de sensibilité du cheptel selon l'âge et le sexe (tableaux IV et V).

On peut dire que la brucellose bovine, avec 0,43 p. 100 d'animaux infectés n'est pas un problème important dans cette partie de l'est éthiopien.

V. CONCLUSION

Cette enquête, portant sur 730 sérums prélevés dans l'est de l'Ethiopie, nous permet de constater que :

- la fréquence des sérums de zébus contenant des anticorps hétérophiles anti-hématies de mouton est très élevée;
- les réactions HA faussement positives sont, dans le diagnostic de la péripneumonie bovine, nombreuses;
- malgré une vaccination massive contre la péripneumonie pendant trois années con-

sécutives, il reste 1,78 p. 100 d'animaux reconnus infectés par la méthode de fixation du complément.

Leur persistance rend nécessaire une prolongation de la lutte;

- la brucellose bovine, avec seulement 0,43 p. 100 d'animaux infectés, n'est pas un gros problème dans la région considérée.

VI. REMERCIEMENTS

Nos plus vifs remerciements vont au Dr J. CAZALS sans qui cette étude n'aurait pu être faite, à M. M. VIGIER, codirecteur de l'Institut Veterinaire Imperial de Debré-Zeit, et à M. P. PERREAU, pour les conseils qu'ils nous ont prodigués.

Nous remercions également M. MESFIN WELDTSADIK pour son aide technique dans l'étude de la brucellose bovine.

SUMMARY

Serological survey on contagious bovine pleuropneumonia and bovine brucellosis in Ethiopia

A serological survey made in Ethiopia, in the Harrar province, reveals an infection rate of 1,78 p. 100 for contagious bovine pleuropneumonia and of 0,43 p. 100 for bovine brucellosis.

Besides, heterophilous antibodies against sheep red cells are often found, and falsely positive indirect haemagglutination test frequently occurs.

RESUMEN

Encuesta serologica sobre la perineumonia y la brucelosis bovinas en Etiopia

Un estudio serológico en Etiopia, en la provincia de Harrar, demostró un porcentaje de infección de 1,78 p. 100 de los bovinos infectados con perineumonia contagiosa y de 0,43 p. 100 infectados con brucelosis.

Además, frecuentemente anticuerpos heterófilos contra los globulos rojos de ovino se encontraron y se observaron reacciones de hemaglutinación pasiva falsamente positivas.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALTON (G. G.) et JONES LOIS (M.). La brucellose : techniques de laboratoire. 1968. (Monographie O.M.S., n° 55).
2. CAZALS (J.). Rapport de stage d'application : étude du district d'Alemaya, Ethiopie. Maisons-Alfort, France, I.E.M.V.T., 1973.
3. DAVIES (G.), MASIGA (W. N.), SHIFRINE (M.), READ (W. C. S.). The efficacy of the T₁ strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia : preliminary in contact trials *Vet. Rec.*, 1968, **83** : 239-244.
4. DOUTRE (M. P.). Valeur de l'immunité conférée par les vaccins antipéripleurmoniques lyophilisés. Rapport à la IV^e réunion du groupe d'experts F.A.O./O.I.E./O.U.A. de la péripleurmonie. Paris, 15-20 mars 1971.
5. DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.) Valeur de l'immunité conférée par un vaccin antipéripleurmonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T₁. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** : 163-179.
6. DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.), BOURDIN (P.). Valeur de l'immunité conférée par un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleurmonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T₁. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (1) : 1-14.
7. F.A.O./O.I.E./O.U.A. Rapport du sous-comité du groupe d'experts sur la péripleurmonie, Lagos, 17-20 juillet 1970.
8. GOURLAY (R. N.). Comparison between some diagnostic tests for contagious bovine pleuropneumonia. *J. comp. Path.*, 1965, **75** : 97-109.
9. HUDDARD (J. E.). The use of T₁ broth culture in field control of contagious bovine pleuropneumonia. Confidential report. 30 juin 1966.
10. HUDDARD (J. E.) in HUDSON (J. R.). La péripleurmonie contagieuse des bovidés. Rome, F.A.O., 1972. (Études agricoles de la F.A.O. n° 86), p. 75.
11. HUDSON (J. R.). La péripleurmonie contagieuse des bovidés. Rome, F.A.O., 1972 (Études agricoles de la F.A.O. n° 86).
12. HUDSON (J. R.). Contagious bovine pleuropneumonia : the immunizing value of the attenuated strain KH₃J. *Aust. vet. J.*, 1965, **41** : 43-49.
13. HUDSON (J. R.). Contagious bovine pleuropneumonia : development of a satisfactory and safe vaccine. Rapport à la III^e session du groupe d'experts F.A.O./O.I.E./O.U.A. de la péripleurmonie bovine. Khartoum, Soudan, 12-13/02/1967.
14. Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, laboratoire de Farcha, Tchad. Rapport d'activité, année 1966, 2.
15. LEFEVRE (P. C.), DOMENECH (J.). Contrôle sérologique de l'immunité conférée par la vaccination antibovipestique en Ethiopie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (2) : 177-181.
16. LINDLEY (E. P.). An immunity test in cattle to compare two C.B.P.P. vaccines. Rapport à la III^e session du groupe d'experts F.A.O./O.I.E./O.U.A. de la péripleurmonie bovine. Khartoum, Soudan, 12-15 février 1967.
17. ORUE (J.). Valeur de l'immunité conférée par les vaccins antipéripleurmoniques lyophilisés. Rapport à la IV^e session du groupe d'experts F.A.O./O.I.E./O.U.A. de la péripleurmonie bovine. Paris, 15-20 mars 1971.
18. PERREAU (P.), PROVOST (A.), REGNOULT (R.), ORUE (J.). Valeur de la réaction d'hémagglutination indirecte dans la péripleurmonie bovine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (1) : 1-14.
19. RENOUX (G.), GAUMONT (R.). Méthodes de diagnostic biologique des brucelloses animales. *Ann. Nutr. Alim.*, 1966, **20** (1) : 1-51.
20. PROVOST (A.). Etat actuel de l'immunisation active dans la péripleurmonie bovine. Rapport au XVII^e Congrès Mondial Vétérinaire. Paris, 1967.
21. SHIFRINE (M.), GOURLAY (R. N.). Evaluation of diagnosis tests for contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1967, **15** : 7-10.
22. TAYLOR. Theory and practice in experimental bacteriology, 1965, p. 204.

La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger, de 1970 à 1973

par R. GIDEL (*), J.-P. ALBERT (**), G. LE MAO (**)
et M. RETIF (***)

(avec la collaboration technique de B. ATHAWET (****), A. CISSE (****),
M. SIMPORE (****) et du personnel de la Section Biologie)

RESUME

Utilisant ring-tests, réactions allergologiques et sérologiques, les auteurs ont étudié l'épidémiologie de la brucellose en Afrique de l'Ouest au cours de dix enquêtes couplées, humaines et animales, où plus de 120 villages ont été prospectés par sondage aléatoire.

Chez les animaux, 4 108 ring-tests et 1 225 sérologies et, chez l'homme, 12 739 intradermo-réactions et 11 990 sérologies ont été effectuées.

La maladie animale existe partout et concerne les différentes espèces, en particulier les bovins, mais à des taux très variables selon les régions, le sud étant plus atteint que le nord.

Chez l'homme, la maladie intéresse essentiellement les populations pastorales du sahel, tandis qu'ailleurs, elle affecte surtout les bergers et leurs familles, les réactions allergologiques positives étant plus fréquentes chez l'homme que chez la femme et chez l'adulte que chez l'enfant.

1. INTRODUCTION

La brucellose, dont l'extension est maintenant universelle, est bien connue des responsables sanitaires de l'Elevage car, dans de nombreux pays, elle représente pour ceux-ci un grave sujet de préoccupation.

Mais la brucellose n'est pas seulement une maladie vétérinaire. En effet, par son incidence importante en santé publique, elle est considérée, à juste titre, comme une zoonose majeure. Son rôle dans ce domaine a été souligné à maintes reprises, tant par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) que par l'Organisation

des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Cependant son importance en Afrique Tropicale semble avoir été sous-estimée, notamment en santé publique, alors que paradoxalement, les premiers cas de brucellose en Afrique de l'Ouest furent détectés chez l'homme dès le début du siècle. Dans le cadre de ses recherches sur l'épidémiologie des zoonoses et à la demande de plusieurs Etats membres de l'OCCGE (Organisation Commune contre les Grandes Endémies), le Centre Muraz a entrepris une série d'enquêtes couplées, humaines et animales, dans différentes zones bioclimatiques allant des régions sahéliennes du Niger et du Nord de la Haute-Volta, aux régions forestières littorales du Sud de la Côte d'Ivoire.

Le début de ce travail était d'étudier l'épidémiologie et l'importance de la brucellose chez différentes espèces animales et chez l'homme, ainsi que les relations existant entre les deux affections.

O.C.C.G.E., Centre Muraz, Bobo-Dioulasso, République de Haute-Volta.

(*) Docteur vétérinaire.

(**) Docteurs en médecine.

(***) Technicien de laboratoire.

(****) Infirmiers spécialistes.

2. RAPPELS CLINIQUES SOMMAIRES

2.1. Généralités

La brucellose est susceptible d'atteindre les différentes espèces animales, où elle évolue habituellement sous une forme chronique ou inapparente, mais ce sont les ruminants qui lui paient le plus lourd tribut. Autrefois surtout maladie de la chèvre et du mouton, elle est devenue, dans bien des régions du monde, un fléau de l'élevage bovin, et la brucellose bovine constitue maintenant une importante source d'infection pour l'homme.

Un des caractères de l'infection brucellique est qu'il n'existe aucune spécificité vis-à-vis des différentes espèces de *Brucella*. On retrouve ici les mêmes particularités que pour les bacilles tuberculeux. Bien que *Brucella bovis* ait une prédilection pour les grands ruminants, *Brucella melitensis* pour les petits ruminants et *Brucella suis* pour les porcs, tous les animaux sont en fait sensibles à chacune des principales espèces, et l'homme ne fait pas exception.

2.2. Chez les grands ruminants

La forme génitale, caractérisée essentiellement par l'avortement chez les femelles, est considérée en général comme étant relativement rare en Afrique. En fait, lors de nos différentes enquêtes, les commémoratifs recueillis auprès des éleveurs ont révélé bien souvent l'existence de nombreux avortements dans toutes les régions où nos examens ont confirmé la fréquence de la maladie. Nous pensons plutôt, comme BEUPERE (3), qu'en brousse, le contrôle des cas abortifs est extrêmement délicat en raison même du régime extensif de l'élevage et du nomadisme ou semi-nomadisme de la plupart des troupeaux dispersés dans une végétation qui réalise un véritable camouflage en saison des pluies. De surcroît, l'éleveur qui peut s'apercevoir de ces accidents hésitera, pour des raisons diverses, à les déclarer au service sanitaire, ne leur attribuant qu'une importance très secondaire.

Les localisations articulaires et synoviales, groupées sous le vocable général d'hygromas, peuvent apparaître en des points très variés du corps (bursites, arthrites, abcès sous-cutanés). Elles sont fréquentes en Afrique.

2.3. Chez les petits ruminants

La symptomatologie est particulièrement fruste et les formes chroniques ou asymptomatiques sont plus fréquentes que chez les bovins. Les avortements existent, mais leur évaluation est encore plus difficile que chez les grands ruminants. Il semblerait que la brucellose, même en l'absence d'avortements, soit un facteur de stérilité chez la chèvre et la brebis. Les porteurs chroniques de *Brucella* apparaissent nombreux et sont une source importante de contagion.

2.4. Chez l'homme

La brucellose se caractérise avant tout par une symptomatologie très protéiforme. Les formes aiguës septicémiques, caractérisées par un début grippal avec fièvre et douleurs à type de névralgies, d'arthralgies et d'ostéoalgies sont relativement rares et plus fréquentes apparaissent les formes chroniques qui se manifestent fréquemment par des complications ostéoarticulaires pseudo-tuberculeuses.

L'image clinique variable et inconstante, les symptômes, aussi nombreux que divers, ne permettent pas un diagnostic clinique facile. Ceci explique que les cas réels sont infiniment plus nombreux que les cas déclarés et qu'il ne faille accorder qu'un crédit très limité aux données statistiques qui, lorsqu'elles existent, sont, la plupart du temps, fausses.

L'Organisation Mondiale de la Santé considère que la brucellose représente, dans le monde entier, une cause importante de morbidité, d'incapacité de travail et de réduction d'activité.

La brucellose humaine est une zoonose à cycle de transmission simple, tantôt direct, tantôt indirect, notamment par l'absorption de laitages infectés. Contrairement à la tuberculose, la transmission à l'homme constitue une impasse épidémiologique. La contamination interhumaine est en effet exceptionnelle. Quelques cas ont été cependant signalés, tels ceux relatant la transmission de la maladie par une mère allaitante à son nourrisson. Les réservoirs de virus animaux représentent donc en fait l'origine unique de la maladie chez l'homme. Cette dernière disparaît si on supprime la maladie animale.

Les modes de transmission de la brucellose des animaux à l'homme sont le contact, l'ingestion, l'inhalation et l'inoculation. On considère la contamination par contact comme le mode de transmission le plus fréquent, ainsi qu'en témoigne le caractère souvent professionnel de l'affection chez l'homme. Il ne faut toutefois pas sous-estimer en Afrique le rôle de la transmission par le lait chez des populations pastorales pour lesquelles celui-ci constitue une des bases de l'alimentation et qui, de surcroît, est consommé très fréquemment à l'état cru.

La brucellose a donc une double incidence sur la santé de l'homme, directe par les troubles pathologiques variés qu'elle est susceptible de déterminer, et indirecte par les pertes en protéines d'origine animale qu'elle occasionne.

3. REGIONS PROSPECTEES

Dix enquêtes ont eu lieu au total et ont concerné trois Etats de l'Afrique de l'Ouest. Cinq enquêtes ont eu lieu en Côte d'Ivoire, quatre en Haute-Volta et une au Niger. Classées en fonction des données climatologiques, elles se répartissent ainsi :

3.1. Savane sahélienne

Deux enquêtes ont eu lieu en Haute-Volta (Dori et Markoye) et une enquête au Niger (région de Niamey). Ce sont des contrées à pluviométrie faible (300 à 500 mm par an), caractérisées par une longue saison sèche de 9 mois, fraîche d'octobre à février (refroidissement nocturne important), torride de mars à juin, et une saison des pluies de 3 mois (juillet à septembre). Le paysage est celui d'une steppe arborée à prédominance d'épineux se raréfiant du Sud au Nord, faiblement vallonnée, parsemée de dunes et de quelques affleurements rocheux avec un tapis herbacé discontinu. La nappe phréatique est profonde. Le réseau hydrographique est intermittent. La plupart des mares et marigots tarissent au cours de la longue saison sèche durant laquelle l'évaporation est importante (3 m par an). La sécheresse est aggravée par un vent sec, l'harmattan, qui souffle en saison sèche. Les quelques points d'eau, qui ne tarissent pas, attirent d'importants rassemblements de nomades avec leurs troupeaux. Certaines années, le problème de l'abreuvement est véritablement crucial, sans

parler de celui de la famine due aux mauvaises récoltes consécutives à une pluviométrie qui a baissé de moitié durant quatre ans.

Différentes ethnies se rencontrent dans ces régions : nomades, semi-nomades ou sédentaires, mais les populations sont en général à vocation pastorale, tels les Peuls, les Bellas et les Touaregs. Les quelques cultures pratiquées sont céréalières (mil et sorgho surtout). La vie de ces régions est dominée par l'élevage : zébus, chèvres et moutons sont largement représentés, et ânes, chameaux et chevaux sont utilisés pour le transport. Au hasard des déplacements, on rencontre fréquemment d'immenses troupeaux de zébus, avec leurs bergers, à la recherche de quelques touffes d'une herbe desséchée et si rare qu'elle n'en est devenue que plus précieuse en fin de saison sèche.

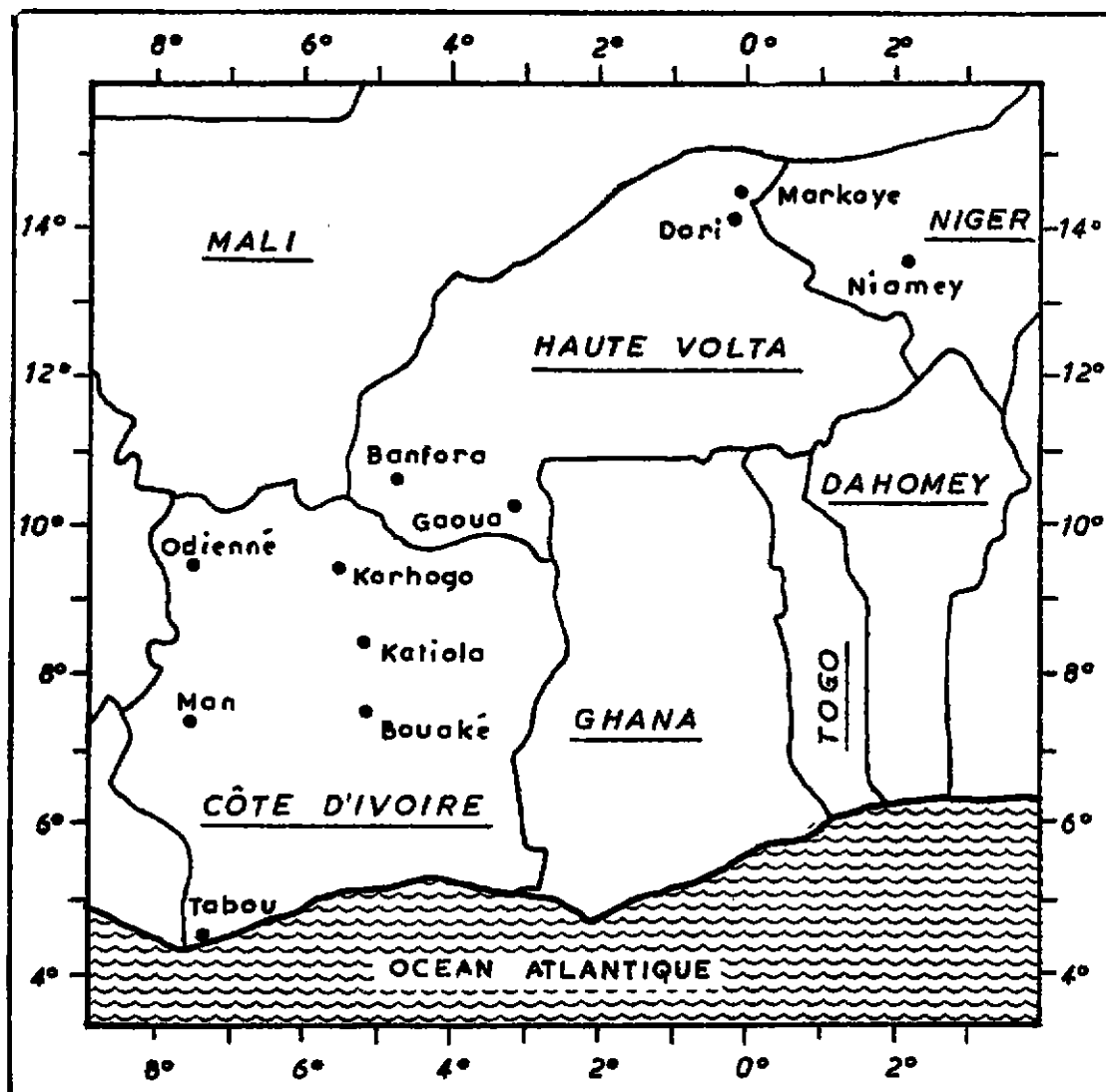
3.2. Savane sud-soudanienne ou préguinéenne

Deux enquêtes ont eu lieu en Haute-Volta (régions de Banfora et de Gaoua). Ce sont des zones à pluviométrie moyenne (1 000 à 1 200 mm par an), avec une saison sèche de 7 mois (octobre à avril) et une saison des pluies de 5 mois (mai à septembre). C'est une savane arborée à hautes herbes avec quelques cours d'eau permanents, mais à débit très irrégulier. Les ethnies y sont nombreuses. Du point de vue agricole, à côté des cultures vivrières traditionnelles destinées principalement à la consommation locale (mil, sorgho, maïs, ignames), la principale culture d'exportation est constituée par le coton. Un important complexe sucrier est en cours d'installation près de Banfora avec de vastes plantations de canne à sucre. Malgré tout, l'élevage est encore important : grands et petits ruminants surtout, mais aussi quelques ânes et porcs. Toutefois, les propriétaires d'animaux ne s'occupent pas eux-mêmes, la plupart du temps, des ruminants, mais en confient la garde et l'entretien à un ou deux bergers peuls.

3.3. Savane guinéenne ou préforestière

Trois enquêtes ont eu lieu en Côte d'Ivoire (Bouaké, Katiola, Korhogo et Odienné). Ce sont des régions de savane boisée à pluviométrie plus importante (1 200 à 1 600 mm par an) avec une saison sèche de 4 à 5 mois, et une saison des pluies de 7 à 8 mois (mai à octobre). Les ethnies sont variables selon les régions : Baoulés près de Bouaké, Sénoufos et Dioulas

Etude épidémiologique de la brucellose en Afrique
Situation géographique des régions prospectées



près de Korhogo, Malinkés près d'Odienné. Ces populations pratiquent les cultures vivrières traditionnelles : mil, sorgho, maïs, riz, ignames, et une culture d'exportation : le coton. L'élevage est en développement et relativement important dans le Nord : grands et petits ruminants partout et porcins près de Korhogo.

3.4. Régions de forêts

Deux enquêtes ont été effectuées en Côte d'Ivoire (Man et Tabou). Ce sont des régions à pluviométrie relativement élevée (1 750 mm à Man, 2 300 mm à Tabou). Man, au relief fortement accidenté, est une zone de transition entre la forêt dense au Sud et la savane guinéenne au Nord. Les ressources agricoles

sont variées : cultures vivrières, bananes, café, cacao, palmiers à huile, exploitation du bois. En matière d'élevage, on rencontre grands et petits ruminants, mais ces derniers prédominent, en particulier les ovins.

Tabou est une région de forêt dense, située en bordure de mer, peu peuplée, sous-exploitée actuellement mais qui va faire l'objet d'un vaste plan de mise en valeur (plantations de palmiers à huile). L'élevage est presque inexistant, à part quelques chèvres et moutons et quelques très rares bovins.

Du point de vue ethnies, on rencontre les Dan et Wobé à Man et les Kroos et Yacoubas à Tabou.

4. METHODOLOGIE DES ENQUETES

4.1. Sur le terrain

Dans chacune des régions étudiées, une douzaine de villages en moyenne ont été prospectés (8 à 17, selon les cas, en éliminant les villages inaccessibles).

L'équipe chargée de ces enquêtes comprenait 1 ou 2 médecins, 1 vétérinaire, 1 technicien de laboratoire, infirmiers, manœuvres et chauffeurs. Elle disposait d'un camion pour le transport du gros matériel (réfrigérateurs, congélateurs, groupes électrogènes, bouteilles à gaz, matériel de camping, etc.) et de 3 ou 4 Land-Rover, selon les enquêtes.

Chaque jour 1 ou 2 villages étaient prospectés. Ceux-ci, déjà prévenus par l'administration générale (préfets, sous-préfets ou commandants de cercle) selon un programme établi par avance, étaient informés à nouveau la veille de la prospection par les soins de notre équipe accompagnée d'un agent du service de l'Élevage et du service de Santé. Cette précaution s'avère indispensable si on veut avoir un taux de présence suffisant, que la population se présente à jeun et que les animaux soient gardés au village (et non pas lâchés en brousse) et les femelles laitières non traites (afin de pouvoir effectuer les ring-tests sur le lait).

Un laboratoire de campagne était installé en base fixe au centre de la région prospectée. C'est là qu'étaient entreposés réfrigérateurs et congélateurs à gaz, centrifugeuses fonctionnant en général sur groupes électrogènes, stérilisateurs, autoclaves, etc.

4.1.1. Chez les animaux

La priorité a été donnée aux recherches chez les bovins. Toutefois, et dans la mesure des possibilités matérielles, les recherches ont intéressé également les petits ruminants (et surtout les caprins) en particulier dans les régions de grand élevage, et, très accessoirement, les ânes.

Dans chaque village prospecté, toutes les femelles laitières présentes, ainsi que les chèvres et brebis en lactation dont nous avons pu obtenir la présentation, ont été l'objet d'un ring-test individuel.

Les ring-tests ont été effectués sur le terrain

suyant la technique classique (RENOUX G. et GAUMONT R., 1966). Nous avons utilisé l'antigène brucellique coloré BD Mérieux qui était stocké en réfrigérateur et transporté sur le terrain en boîtes à glace. La réaction était exécutée en tubes à hémolyse stériles. Les lectures étaient faites sur place le plus souvent pour les laits de bovins. Par contre, les ring-tests effectués sur les laits de petits ruminants demandant un temps de repos de 6 h au minimum après adjonction de l'antigène, les tubes étaient rapportés à notre base, et la lecture effectuée dans la soirée. Les résultats étaient classés en positifs, douteux et négatifs.

Dans la majorité des villages, en particulier lorsque le nombre des ring-tests n'était pas très élevé, des prises de sang ont été effectuées chez les bovins principalement, mais aussi chez quelques caprins et ovins, et parfois quelques ânes. Les tubes de sang étaient transportés en boîtes à glace à notre base. Après centrifugation, les sérums recueillis étaient placés en tubes stériles (tubes en plastique) puis conservés en congélateurs.

Dans les régions sahéliennes, par suite des conditions d'élevage et de l'absence de parcs à animaux rendant la contention de ceux-ci aléatoire, les prises de sang s'avéraient difficiles à effectuer et demandaient surtout beaucoup de temps. Aussi avons-nous dû nous limiter la plupart du temps aux seuls ring-tests. Il est vrai que les femelles laitières étaient en général suffisamment nombreuses dans ces régions.

Les commémoratifs éventuels concernant les avortements ou la détection d'hygromas dans les troupeaux étaient notés.

4.1.2. Chez l'homme

Dans les villages visités, selon l'importance numérique de la population, l'enquête a été soit exhaustive, soit réalisée par sondage aléatoire, après stratification préalable de la population présente en 4 groupes, garçons et filles âgés de 1 à 14 ans, et hommes et femmes âgés de 15 ans et plus.

Les sujets retenus se présentaient en premier lieu au secrétariat où leur nom, leur âge et leur sexe étaient notés. Un numéro leur était attribué et il leur était remis un papier portant ce numéro, ainsi que leur nom et prénom, (il arrive en effet que certains sujets échangent

leurs papiers, ou encore que le chef de famille ramasse tous les papiers de sa famille qu'il redistribuera plus tard selon sa fantaisie).

Les personnes étaient ensuite soumises à une double intradermoréaction (mélitine d'une part et témoin d'autre part). L'antigène à la mélitine et le témoin que nous avons utilisés nous ont été fournis par l'Institut Pasteur de Paris. La lecture de la réaction était effectuée le lendemain par rapport au témoin. Les réactions égales ou supérieures à 5 mm, avec un témoin rigoureusement négatif, ont été considérées comme positives (J. ROUX, communication personnelle).

Aussitôt après les 2 intradermoréactions, une prise de sang de 10 ml était effectuée chez chaque sujet. Les sangs recueillis étaient traités et conservés comme indiqué précédemment.

4.2. Au laboratoire à Bobo-Dioulasso

Les sérums humains ont été en premier lieu l'objet d'une séro-agglutination de Wright. Puis tous ceux ayant présenté une réaction positive ou douteuse, même très faible, ont été testés en déviation du complément.

Les sérums animaux ont été testés systématiquement à la fois en séro-agglutination et en fixation du complément.

4.2.1. Séro-agglutination de Wright

L'antigène utilisé a été celui de BD-Mérieux, standardisé par rapport à l'étalon international de sérum anti-*Brucella abortus* (agglutination ++ avec le sérum international dilué au 1/650).

La réaction a été effectuée sur six tubes, afin de prévenir un phénomène de zone éventuel (dilutions du 1/10 au 1/320). La lecture a été effectuée après 24 heures d'étuve à 37° en se basant, non pas sur l'importance de l'agglutination, mais sur la densité optique du liquide surnageant (1,5). La plus forte dilution de sérum où l'on observe au moins 50 p. 100 d'agglutination (c'est-à-dire 50 p. 100 de clarification) est considérée comme le point 50 p. 100 ou titre du sérum étudié. En raison de l'importance particulière de ce point 50 p. 100 on prépare un tube témoin simulant 50 p. 100 de clarification en mélangeant, dans un tube à agglutination (tube à hémolyse),

0,25 ml d'antigène et 0,75 ml d'eau salée. La lecture des agglutinations est effectuée en comparant l'opacité du surnageant des six tubes de la réaction (que l'on prend soin de ne pas secouer) à l'opacité du surnageant du tube témoin qui correspond, en opacité, à ++. L'échelle de notation adoptée a été la suivante (1, loc. cit.):

+++ = Agglutination complète et clarification complète.

+++ = Agglutination à peu près complète et 75 p. 100 de clarification du surnageant.

++ = Agglutination marquée et clarification égale à 50 p. 100.

+ = Légère agglutination et 25 p. 100 de clarification.

— = Absence de toute agglutination et de toute clarification.

Suivant les recommandations de l'OMS, la teneur en agglutinines a été exprimée en Unités Internationales et n'ont été considérés comme positifs que les sérums titrant au moins 100 U.I. par ml pour les sérums humains et bovins, et plus de 50 U.I. par ml pour les sérums de petits ruminants (4).

En fait, étant donné les normes de l'antigène que nous avons utilisé et les dilutions pratiquées, nous n'avons retenu comme positifs que les sérums titrant au moins 123 U.I. chez les humains et bovins et 62 U.I. chez les petits ruminants.

4.2.2. Fixation du complément

La technique que nous avons employée est celle du type Kolmer avec fixation à froid du complément. C'est celle qui est la plus répandue (1, loc. cit.; 5, loc. cit.). Comme liquide de dilution nous avons d'abord utilisé un tampon au véronal ou tampon de Mayer. Puis, par suite de l'impossibilité d'obtenir la préparation d'un tampon au véronal correct, nous avons eu recours à la technique préconisée par RENOUX et GAUMONT (loc. cit.) qui fait appel, comme liquide de dilution, à de l'eau physiologique à 0,85 p. 100 additionnée de 1 ml par litre de sulfate de magnésium 7 H₂O à 10 p. 100. Pour l'exécution pratique, nous nous sommes conformés aux indications données par les mêmes auteurs. Les sérums ont notamment été inactivés par chauffage de

30 minutes à 60°, ce qui a permis de réduire le nombre de sérums anticomplémentaires, fréquents en Afrique chez l'homme (J. ROUX, communication personnelle).

La réaction a été effectuée avec 4 tubes (dilutions du 1/4 au 1/32). Les résultats ont été notés de : — (hémolyse totale) à ++++ (absence complète d'hémolyse).

5. RESULTATS CHEZ LES ANIMAUX

Les résultats figurent au tableau I en ce qui concerne les ring-tests et au tableau II pour les examens sérologiques.

Les sérums, tant humains qu'animaux, ont été notés comme positifs lorsque l'un au moins des 2 tests pratiqués (séro-agglutination de Wright et fixation du complément) est apparu positif (voir précédemment les critères de positivité) et ils ont été classés comme douteux

lorsque la séro-agglutination et la fixation du complément ont été douteuses ou lorsque la séro-agglutination seule a été douteuse (avec un titre de 62 U.I. au moins, le sérum étant anticomplémentaire).

5.1. Chez les bovins

La maladie est rencontrée dans toutes les régions prospectées à un degré plus ou moins important, sauf dans les régions sahéliennes de Haute-Volta où elle reste à un niveau très modéré. Dans ces dernières régions, certains villages sont même apparus entièrement indemnes, tels ceux de Selbo (région de Dori) où les 64 ring-tests ont été totalement négatifs, et de Darkoy (région de Markoy) où les 46 ring-tests ont été tous négatifs. D'autres villages sont très peu infectés, tel celui de Diomga (région de Dori) avec un seul ring-test positif sur 55.

L'endémie semble de plus en plus importante au fur et à mesure que l'on descend

-TABLEAU N° I.- Résultats des Ring-test chez les animaux.

Régions prospectées	B o v i n s			C a p r i n s			O v i n s		
	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100
Bouaké (Côte d'Ivoire)	700	359 (51,0)	185 (26,4)	4	1	-	14	4	4
Korhogo (Côte d'Ivoire)	335	130 (38,8)	90 (26,9)	15	5	1	4	3	-
Man (Côte d'Ivoire)	100	23 (23,0)	5 (5,0)	11	5	-	15	2	4
Odienné (Côte d'Ivoire)	192	57 (29,7)	18 (9,4)	8	1	-	39	4 (10,3)	1
Tabou (Côte d'Ivoire)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Banfara (Haute-Volta)	270	58 (21,5)	14 (5,2)	121	20 (16,8)	13 (10,7)	116	13 (11,2)	4 (3,4)
Dori (Haute-Volta)	499	30 (6,0)	12 (2,4)	251	12 (4,8)	8 (3,2)	-	-	-
Gaoua (Haute-Volta)	67	21 (31,3)	-	7	2	-	-	-	-
Markoye (Haute-Volta)	499	44 (8,8)	21 (4,2)	411	48 (11,7)	12 (2,9)	-	-	-
Niaméy (Niger)	245	52 (21,2)	63 (25,7)	104	47 (45,1)	27 (26,0)	81	18 (22,2)	24 (29,6)
Total	2907	774 (26,6)	408 (14,0)	932	141 (15,1)	61 (6,5)	269	44 (16,4)	37 (13,8)

Rectification : in 3^e colonne de « Bovins », « Caprins », « Ovins » : lire ± au lieu de + de même que pour le tableau n° II.

TABLEAU N° II.- Résultats sérologiques chez les animaux.

Régions prospectées	B o v i n s			C a p r i n s			O v i n s		
	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100
Bouaké (Côte d'Ivoire)	114	3 (2,6)	11 (9,6)	2	-	-	-	-	-
Korhogo (Côte d'Ivoire)	347	54 (15,6)	8 (2,3)	30	-	-	6	-	-
Man (Côte d'Ivoire)	125	17 (13,6)	-	2	-	-	2	-	-
Odienne (Côte d'Ivoire)	163	42 (25,8)	-	8	-	-	4	-	-
Tabou (Côte d'Ivoire)	-	-	-	6	-	-	7	-	-
Banfora (Haute-Volta)	183	20 (10,9)	-	45	-	-	23	1	-
Dori (Haute-Volta)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gaoua (Haute-Volta)	88	2 (2,3)	-	20	-	-	6	-	-
Markoy (Haute-Volta)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niamey (Niger)	42	1 (2,4)	-	-	-	-	-	-	-
Total(1)	1062	139 (13,1)	19 (1,8)	101	0 (0,0)	0 (0,0)	42	1 (2,4)	-

(1) Il y a lieu d'ajouter au total général les 20 examens sérologiques effectués chez les ânes.

vers le Sud (sauf la région de Tabou, où l'élevage est pratiquement inexistant). C'est ainsi que l'on trouve seulement 6 p. 100 de ring-tests positifs dans la région de Dori et 51 p. 100 dans celle de Bouaké. Dans cette dernière, ainsi que dans la région de Korhogo, certains villages sont apparus très infectés, tels celui de Yékolo (Bouaké) avec 70 p. 100 de ring-tests positifs, ceux de Blaouara et Tiototéri près de Korhogo avec respectivement 100 p. 100 et 75 p. 100, celui de Lakpolo (Korhogo) avec 63 p. 100 de sérologies positives.

Dans ces régions, où des moyens considérables sont mis en œuvre pour le développement de l'élevage, il s'avère nécessaire d'envisager dès maintenant des mesures de prophylaxie médicale et sanitaire, sous peine de voir les efforts, entrepris pour l'introduction et la promotion de l'élevage dans les populations rurales, dangereusement compromis, alors que par ailleurs de nombreuses conditions favorables semblent réunies.

Il convient de noter une certaine discordance entre les résultats sérologiques et ceux des ring-tests. Il ne s'agit pas, bien sûr, des mêmes animaux, et ceux qui ont fait l'objet d'un prélèvement de sang sont, souvent, de jeunes animaux. Ces faits ont été en particulier observés dans la région de Bouaké où pour 51 p. 100 de ring-tests positifs, nous n'avons eu que 2,6 p. 100 de sérums positifs, avec, il est vrai, 9,6 p. 100 de sérums douteux. Par contre, à Odienné par exemple, pour 29,7 p. 100 de ring-tests positifs, nous avons eu 25,8 p. 100 de sérologies positives. Nous n'avons pas trouvé d'explication réellement satisfaisante à ces discordances. Précisons que pour les ring-tests, il ne s'agit pas de fausses réactions positives, car dans tous les troupeaux fortement infectés, des avortements nous ont été signalés par les éleveurs et confirmés par le service de l'Élevage, et nous avons pu observer nous-mêmes d'assez nombreux cas d'hygromas. L'étiologie brucellique ne fait donc pas de doute.

5.2. Chez les petits ruminants

L'endémie apparaît globalement moins importante que chez les bovins. Cependant certains chiffres portent sur des effectifs trop faibles (notamment ceux concernant les enquêtes effectuées en Côte d'Ivoire) pour qu'ils soient interprétables statistiquement. A noter cependant que les 101 sérologies effectuées chez les caprins ont été toutes négatives et qu'un seul examen sérologique sur 42 a été positif chez les ovins.

5.3. Chez les ânes

Vingt examens sérologiques seulement ont été pratiqués : 5 dans la région de Banfora avec 2 résultats positifs et 15 dans celle de Niamey avec un positif. Ces résultats montrent néanmoins que ces animaux peuvent être réservoirs de virus.

6. INCIDENCE DE LA BRUCELLOSE CHEZ L'HOMME

6.1. Résultats globaux

Les résultats d'ensemble figurent au tableau III.

12 739 intradermoréactions à la mélitine ont été pratiquées au total, mais seulement 10 830 ont pu être contrôlées par suite d'un absentéisme variable selon les régions et les villages. 11 990 examens sérologiques ont été effectués (chez certains sujets, notamment les très jeunes enfants, la prise de sang n'a pu être réalisée).

Dans les régions de savane soudanienne et guinéenne et les zones forestières, peuplées d'agriculteurs souvent propriétaires d'animaux, mais ne s'occupant pas habituellement eux-mêmes de ceux-ci, l'incidence de la maladie est faible en général, sauf chez les bergers et leurs familles.

TABLEAU N°III.- Résultats allergologiques et sérologiques chez l'homme

Régions prospectées	I D R Mélitine		Examens sérologiques		
	T	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	+ Nombre et p.100
Bouaké (Côte d'Ivoire)	1 025	73 (7,1)	1 122	11 (1,0)	10 (0,9)
Korhogo (Côte d'Ivoire)	1 557	133 (8,5)	1 629	6 (0,4)	6 (0,4)
Man (Côte d'Ivoire)	789	49 (6,2)	780	6 (0,8)	10 (1,3)
Odienne (Côte d'Ivoire)	938	67 (7,1)	970	2 (0,2)	8 (0,8)
Tabou (Côte d'Ivoire)	1 021	26 (2,5)	992	0 (0,0)	6 (0,6)
Banfora (Haute-Volta)	1 268	78 (6,2)	1 357	5 (0,4)	7 (0,5)
Dori (Haute-Volta)	838	252 (30,1)	985	99 (10,1)	18 (1,8)
Gaoua (Haute-Volta)	1 040	24 (2,3)	1 622	3 (0,2)	1 (0,1)
Markoy (Haute-Volta)	1 273	173 (13,6)	1 340	27 (2,0)	19 (1,4)
Niamey (Niger)	1 081	66 (6,1)	1 193	17 (1,4)	6 (0,5)
Total	10 830	941 (8,7)	11 990	176 (1,5)	91 (0,8)

Rectification : in 2^e colonne « IDR Mélitine » et in 3^e colonne « Examens sérologiques » : lire ± au lieu de +.

La positivité des intradermoréactions va de 2,5 p. 100 (Tabou en Côte d'Ivoire) à 8,5 p. 100 (Korhogo en Côte d'Ivoire) et celle des sérologies de 0 p. 100 (Tabou) à 1 p. 100 (Bouaké en Côte d'Ivoire). Cependant, on peut observer que certains villages sont nettement plus infectés que ces chiffres moyens. Il en a été ainsi de Kpenguérékaha (près de Korhogo) avec 17 p. 100 d'intradermoréactions positives, Sokorodougou près d'Odienné (Côte d'Ivoire) avec 15 p. 100, Sindou avec 16 p. 100 et Sidéradougou avec 13 p. 100, tous deux situés dans la région de Banfora en Haute-Volta. Les renseignements recueillis auprès des habitants de ces villages nous ont appris que certaines familles avaient coutume de consommer régulièrement du lait.

Par contre dans les régions sahéliennes prospectées, c'est là que furent observés les plus forts taux d'infection dans la population humaine.

Il convient de mettre à part les résultats obtenus au Niger où une seule enquête a été réalisée dans la région de Niamey. En effet, les villages visités, trop proches de la capitale, étaient essentiellement peuplés de citadins, résidant dans ces villages, mais travaillant à la ville. De ce fait, les résultats ne reflètent pas l'incidence réelle de l'affection chez l'homme, dans les populations rurales, à vocation pastorale qui constituent en fait la majorité de la population du Niger.

Dans les régions sahéliennes de Haute-Volta, malgré la faible endémie animale (6 à 8 p. 100 de ring-tests positifs chez les bovins, 4 à 11 p. 100 chez les caprins) des taux élevés d'infection ont été observés chez l'homme : 30 p. 100 d'intradermoréactions positives à Dori, 14 p. 100 à Markoy, et 10 p. 100 de sérologies positives à Dori. Dans cette dernière région, plusieurs villages ont montré près de 20 p. 100 ou plus de sérologies positives et l'un d'entre eux plus de 50 p. 100 d'intradermoréactions positives.

Ces faits qui, de prime abord, peuvent sembler paradoxaux s'expliquent, en fait, fort bien et montrent le rôle majeur des conditions écologiques dans la transmission de la brucellose à l'homme. Il faut noter aussi que des variations importantes (dont nous reparlerons plus loin) sont observées en fonction des ethnies, ceci étant lié au mode de vie des populations, aux

élevages que celles-ci pratiquent (grands ou petits ruminants), à la consommation ou non de laitages.

6.2. Variations des résultats allergologiques en fonction de l'âge et du sexe (voir tableau IV)

Les adultes âgés de 15 ans et plus apparaissent globalement très significativement plus positifs que les enfants (10,8 p. 100 pour 3,7 p. 100). Ces résultats ne sont pas pour surprendre car l'intradermoréaction, restant positive plusieurs années chez un sujet, traduit non seulement l'état immunitaire présent mais également passé de cet individu, et il est évident qu'un adulte aura eu plus d'occasions de contagion qu'un enfant. Toutefois, étudiées par village, les différences observées ne sont pas systématiquement en faveur des adultes, et on rencontre de temps à autre un village où la différence est en faveur des enfants, ceci étant lié au mode de vie des populations : par exemple, enfants chargés de la garde des troupeaux dans certains villages.

Une positivité globalement très significative apparaît également au profit des sujets de sexe masculin (12,0 p. 100 pour 5,2 p. 100). Cette différence entre les sexes est particulièrement nette et significative chez les adultes (hommes : 15,3 p. 100; femmes : 6,2 p. 100). Par contre, si une différence existe globalement entre les garçons et les filles au profit des premiers (4,4 p. 100 pour 2,7 p. 100) celle-ci, tout en étant significative, est peu marquée et n'est retrouvée dans aucune enquête au niveau des régions.

Les résultats en fonction du sexe et de l'âge s'expliquent là encore fort bien. Les possibilités de contagion pour les jeunes enfants sont les mêmes, quelque soit le sexe. Chez les populations pastorales du nord, ce n'est qu'à partir de l'âge de 7 ou 8 ans que les garçons commencent à être initiés à la garde des troupeaux, tandis que les fillettes ont la charge des veaux qui restent au village. Mais par la suite, et dans la plupart des régions, les occasions de contact deviendront plus fréquentes pour les hommes. Mais ici aussi, on peut observer, en particulier dans certains villages du sahel, un taux d'infection supérieur chez les femmes. Ceci tient aux coutumes de certaines ethnies où ce sont tradi-

TABLEAU N°IV.-Résultats allergologiques chez l'homme en fonction de l'âge et du sexe.

Facteurs étudiés		Nombre de sujets testés	Nombre et p.100 de sujets positifs	Observations
Age	Enfants (1 à 14 ans)	3 150	115 (3,7)	Chi ² = 108,13 très significatif R < 0,000001
	Adultes (15 ans et +)	7 680	826 (10,8)	
Sexe	Masculin	5 539	664 (12,0)	Chi ² = 155,5227 très significatif R < 0,000001
	Féminin	5 291	277 (5,2)	
Age et Sexe	Hommes adultes	3 851	589 (15,3)	Chi ² = 163,8375 très significatif R < 0,000001
	Femmes adultes	3 829	237 (6,2)	
Age et Sexe	Garçons (1 à 14 ans)	1 688	75 (4,4)	Chi ² = 6,4866 significatif R < 0,02
	Filles (1 à 14 ans)	1 462	40 (2,7)	

tionnellement les femmes qui ont la responsabilité de la traite du lait : il en est ainsi chez les Dielgobés et les Gaobés par exemple.

6.3. Résultats chez les bergers et les non-bergers (voir tableau V)

Il est de tradition que les agriculteurs, lorsqu'ils sont propriétaires d'animaux, ne s'occupent pas en général eux-mêmes de ceux-ci, mais en confient la garde et l'entretien à des bergers peuls qui sont rémunérés en nature par le

lait qu'ils prélèvent. Cette coutume est regrettable, car elle présente de nombreux inconvénients pour le développement de l'élevage.

Ce n'est qu'à l'occasion des séances de vaccination que les propriétaires viennent prêter main-forte à leurs bergers, expliquant ainsi que, même dans les populations d'agriculteurs, les occasions de contagion sont plus nombreuses pour les hommes. Car il est également coutume, après une séance de vaccination au cours de laquelle les efforts n'ont pas manqué, d'éta-

TABLEAU N°V.-Comparaison des résultats allergologiques entre familles de bergers et d'agriculteurs des mêmes villages.

Régions prospectées	Familles de Bergers		Familles d'Agriculteurs		Observations
	T	+ Nombre et p.100	T	+ Nombre et p.100	
Banfora (Haute-Volta)	29	10 (34)	1239	68 (5,8)	Chi ² corrigé = 36,50 très significatif R < 0,0001
Korhogo (Côte d'Ivoire)	54	15 (28)	1503	118 (7,9)	Chi ² corrigé = 24,03 très significatif R < 0,0001
Bouaké (Côte d'Ivoire)	83	23 (28)	942	50 (5,3)	Chi ² = 57,89 très significatif R < 0,00001
Odiénne (Côte d'Ivoire)	36	13 (36)	902	54 (6,0)	Chi ² corrigé = 42,97 très significatif R < 0,0001
Man (Côte d'Ivoire)	23	9 (39)	766	40 (5,2)	Chi ² corrigé = 38,39 très significatif R < 0,0001
Total	225	70 (31,1)	5352	330 (6,2)	Chi ² = 201,75 très significatif R < 0,000001

cher sa soif en dégustant à laalebasse le lait fraîchement trait.

L'étude comparative à laquelle nous avons procédé dans les populations non pastorales, a montré qu'une différence hautement significative existe entre les bergers et leurs familles et le reste de la population : 31 p. 100 d'intra-dermoréactions positives dans le premier cas, et seulement 6 p. 100 dans le second.

6.4. Variations entre les ethnies

Dans les populations sahéliennes, l'ethnie joue un rôle prépondérant pour expliquer les différences des taux d'infection.

Les Peuls, véritables pasteurs, élèvent grands et petits ruminants; la traite est effectuée par les hommes ou par les femmes, et le lait (de vache) est consommé à l'état cru ou caillé.

Les Bellas ne pratiquent que l'élevage des chèvres et des ânes et consomment uniquement du lait de chèvre cru, la traite étant effectuée par les hommes.

Les Touaregs, bien que propriétaires de grands et petits ruminants, ne s'en occupent pas directement et en confient l'entretien aux Peuls, tout au moins en ce qui concerne les bovins et les ovins. Ils consomment le lait de vache souvent bouilli, mais parfois cru, la traite étant effectuée par les Peuls. Ils consomment également du lait de chamelle, qui leur est d'ailleurs exclusivement réservé, la traite étant effectuée par les Bellas ou par eux-mêmes.

Les Sonraïs, sédentaires, ne s'occupent pas directement des animaux qu'ils possèdent. Ce sont en effet, avant tout, des agriculteurs et ils en confient la garde et l'entretien à des bergers peuls. Lorsqu'ils consomment du lait, c'est sous la forme de lait caillé.

6.5. Relations existant entre brucelloses humaine et animale et modes de transmission de la maladie à l'homme

Il est évident que la brucellose humaine ne peut exister en l'absence de foyers animaux. Mais, comme nos enquêtes nous l'ont montré, il n'y a pas de liens entre les taux de l'endémie

chez l'homme et chez l'animal. Les conditions écologiques, le mode de vie, les habitudes alimentaires des populations jouent en effet un rôle prépondérant.

Toutefois, dans les régions sahéliennes, nous avons pu faire les trois constatations suivantes :

1. Les villages les moins infestés du point de vue animal sont en général également les moins infestés du point de vue humain;
2. Les villages où la maladie animale est la plus importante ne sont pas nécessairement les plus touchés du point de vue humain;
3. Enfin, et réciproquement, les villages ayant présenté le plus de sujets positifs chez l'homme n'ont pas montré les taux les plus élevés chez les animaux.

En ce qui concerne la transmission de la maladie à l'homme, si le contact direct joue, à coup sûr, un rôle considérable, la transmission par le lait est également importante en Afrique, comme nous l'avons déjà précédemment souligné. En effet, celui-ci n'est que rarement consommé bouilli, mais le plus souvent à l'état cru ou caillé.

La relative fréquence des réactions positives, tant allergologiques que sérologiques, que nous avons observées chez de jeunes enfants qui, manifestement, n'ont pas encore eu de contacts directs avec les animaux, confirme cette hypothèse.

7. CONCLUSION

Brucellose animale

Les différentes enquêtes effectuées ont montré que la maladie existait dans toutes les régions prospectées et intéressait les différentes espèces animales, mais à des taux très variables selon les régions.

L'importance de l'endémie dans de nombreuses contrées, en particulier dans celles où de gros efforts sont entrepris pour promouvoir et développer l'élevage, doit inciter les autorités responsables des pays concernés à mettre en œuvre sans tarder des mesures de prophylaxie médicale et sanitaire. Seule, l'application rigoureuse de celles-ci permettra d'enrayer l'extension de la maladie et d'en assurer le contrôle progressif avant d'en entreprendre ultérieurement l'éradication.

Brucellose humaine

Les études réalisées ont montré le rôle essentiel des conditions écologiques dans l'étiologie de la brucellose humaine en Afrique. Hormis les bergers et leurs familles chargés de la garde des troupeaux en zone de savane, c'est, actuellement, essentiellement pour les populations pastorales du Sahel que la brucellose pose un grave problème de Santé Publique. Il est en effet à noter que dans les régions sahéennes que nous avons prospectées, malgré une faible endémie animale, la maladie est fréquente dans la population humaine. Les médecins ayant exercé dans ces régions avaient déjà attiré notre attention sur les nombreux cas cliniques qu'ils avaient observés, mais pour lesquels ils n'avaient malheureusement pu avoir la confirmation du laboratoire, faute de moyens. Aussi, on ne peut qu'être alarmé sur les conséquences médicales que la brucellose doit avoir dans les populations des régions sahéennes, lorsque l'endémie animale s'y situe à un niveau élevé.

Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier, pour l'aide ou les conseils qu'ils nous ont apportés :

- Monsieur le Professeur J. ROUX de l'U.E.R. de Médecine de Montpellier;
- Monsieur R. GAUMONT, Directeur de Recherches au Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires de Maisons-Alfort;
- Messieurs les Directeurs de la Santé et de l'Elevage de Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger;
- Messieurs les Médecins et Vétérinaires, Chefs de Service des régions prospectées ainsi que leur personnel;
- Monsieur le Dr J. BREMAN, du CDC Atlanta, Médecin Epidémiologiste à l'O.C.C.G.E.;
- Monsieur P. SALES, Adjoint au Chef du Service de Documentation et de Statistique de l'O.C.C.G.E.

RESUME

Après un rappel très sommaire sur l'épidémiologie et la symptomatologie de la brucellose chez l'homme et chez l'animal, les auteurs relatent les conditions dans lesquelles ont été effectuées, par l'équipe Biologie-Zoonoses du Centre Muraz, dix enquêtes couplées, humaines et animales, pour étudier l'épidémiologie de cette affection en Afrique de l'Ouest :

- Description succincte des différentes zones bioclimatiques prospectées, allant des régions sahéennes du Niger et du Nord de la Haute-Volta, aux régions forestières littorales du Sud de la Côte d'Ivoire.
- Méthodologie des enquêtes sur le terrain et au laboratoire.

Dans chacune des régions étudiées, une douzaine de villages en moyenne ont été prospectés.

Chez les animaux (bovins, caprins, ovins, ânes), trois tests ont été mis en œuvre : un test sur le lait ou test de l'anneau (ring-test), pratiqué sur le terrain sur toutes les femelles laitières présentes (vaches, chèvres et brebis), et deux tests sérologiques réalisés au laboratoire à partir des échantillons de sérums recueillis sur un certain nombre d'animaux. 4 108 ring-tests, dont 2 907 chez les bovins, et 1 225 sérums animaux furent étudiés.

Chez l'homme, dans chaque village, une centaine de personnes ont été choisies, par tirage au sort, après stratification préalable de la population en quatre groupes : garçons, filles, hommes et femmes. Trois tests également ont été utilisés : un test allergologique, l'intradermoréaction à la mélitine pratiquée sur le terrain, avec lecture le lendemain, et les deux tests sérologiques précédemment cités. 12 739 intradermoréactions à la mélitine ont été pratiquées, mais seulement 10 830 ont pu être contrôlées par suite d'un absentéisme variable selon les régions et les villages. 11 990 sérums furent étudiés.

Chez les animaux, la maladie existe dans toutes les régions prospectées et intéresse les différentes espèces animales, mais à des taux très variables selon les régions. C'est dans l'espèce bovine que la maladie paraît la plus répandue. L'endémie semble de plus en plus importante au fur et à mesure que l'on descend vers le Sud (de 6 p. 100 de ring-tests positifs dans le Nord à 51 p. 100 dans le Sud chez les bovins). Dans le Nord, certains villages sont même apparus totalement indemnes ou très peu infectés, tandis que, dans le Sud, tous étaient contaminés et parfois à des taux très élevés (jusqu'à 100 p. 100 de ring-tests positifs et 63 p. 100 de sérologies positives).

Chez l'homme, dans les régions de savane soudanienne et guinéenne et les zones forestières, peuplées d'agriculteurs ne s'occupant pas eux-mêmes des animaux qu'ils possèdent, l'incidence de la maladie est peu importante en général, sauf chez les bergers et leurs familles. Par contre, dans les régions sahéliennes prospectées, malgré la faible endémie animale (6 à 8 p. 100 de ring-tests positifs chez les bovins), c'est là que furent observés les plus forts taux d'infection dans la population humaine (30 p. 100 d'intradermoréactions et 10 p. 100 de sérologies positives à Dori). Ces faits qui semblent de prime abord paradoxaux, s'expliquent par les conditions écologiques : présence de populations en majorité à vocation pastorale, qui cohabitent étroitement avec leurs animaux, et pour lesquels la consommation de lait, à l'état cru ou caillé le plus souvent, est une des bases de l'alimentation.

L'étude statistique des résultats allergologiques chez l'homme a montré :

- une positivité significativement plus élevée chez les adultes que chez les enfants;
- une positivité significativement plus élevée chez les sujets de sexe masculin que chez les sujets de sexe féminin, cette différence étant beaucoup plus marquée chez les adultes que chez les enfants;
- dans les régions à population non pastorale, une positivité significativement beaucoup plus élevée chez les bergers et leurs familles que dans le reste de la population;
- une différence significative entre certaines ethnies.

Enfin, les auteurs donnent quelques indications concernant les relations existant entre brucellose humaine et animale et les modes de transmission de la maladie à l'homme.

SUMMARY

Brucellosis in west Africa and its incidence in public health. Results of ten epidemiological surveys carried out in Ivory Coast, Upper Volta and Niger from 1970 to 1973

A study of the epidemiology of human and animal brucellosis is presented, based on the findings from 10 separate investigations in West Africa. The study was carried out by a medical-veterinary team from the Centre Muraz, Bobo-Dioulasso. There is a brief review of the known epidemiology and clinical presentation of the disease in man and animals and a description of the area investigated and methodology used.

The study included zones ranging from the sahel of Niger and northern Upper Volta to the coastal forests of southern Ivory Coast. In each of the separate studies, a mean of 12 villages were investigated.

Three tests were used for the animals, which were cattle, goats, sheep and donkeys. The "ring-test" was done in the field on the milk of all lactating female animals (cows, she-goats and ewes). Two serologic tests were done at the laboratory. These were the seroagglutination test of Wright and the complement fixation test. 4 108 ring-tests were performed of which 2 907 were done on cattle. 1 225 animal sera were studied.

For human studies, 100 persons were chosen at random in each village after preliminary sub-stratification of the population into four groups (boys, girls, men, women). Three diagnostic tests were used. The intradermal melitin skin test, a test of allergenicity, was performed in the field and read the day after administration. The two serologic tests used for humans were the same used for animals. Of 12 739 intradermal tests given only 10 830 were read; this was due to an absenteeism which varied in the different regions and villages. 11 990 human sera were studied.

Brucellosis in animals was found in each region studied and affected all species at variable rates, according to region. The disease was found most prevalent among cattle. The prevalence increased as one moved south; 6 p. 100 ring-tests were positive in northern cattle and 51 p. 100 of cattle were positive in the south. Animals in certain northern villages appeared exempt from the disease or have a very low infection rate. In the south, the highest rates were observed; 100 p. 100 of ring-tests were positive in one village and 63 p. 100 of sera were positive in another village in the southern region.

Among humans, the prevalence of disease was lowest in the sudanian and guinean savanna and the forest. In these zones the agrarian population do not, themselves, tend to their own animals; the exception was the shepherd and his family. In the northern regions, despite the low

animal endemicity (6 p. 100 - 8 p. 100 positive ring-tests among cattle), the highest incidence of human infection was observed; 30 p. 100 intradermal reactions and 10 p. 100 of the serologic reactions were positive at Dori. These observations, seemingly paradoxical, are explained by understanding the local ecology. In this northern zone the population is essentially pastoral, living intimately with their animals. One of their dietary staples is milk, consumed either raw or curdled.

An analysis of the intradermal skin tests showed:

1. Adults significantly more positive than children;
2. Men significantly more positive than women. This difference was more marked among adults;
3. Shepherds and their families were significantly more infected in non-pastoral zones than others;
4. There were significant differences between ethnic groups.

The relationship between human and animal brucellosis and the mode of transmission of the disease to man are also considered.

RESUMEN

La brucelosis en África occidental y su incidencia sobre la salud pública. Resultados de diez encuestas epidemiológicas efectuadas en Costa de Marfil, Alta-Volta y Níger

Los autores sumariamente se acuerdan de la epidemiología y de la sintomatología de la brucelosis en el hombre y el animal. Indican, las condiciones en las cuales los investigadores de Biología-zoonosis del Centro Muraz efectuaron diez encuestas juntadas, humanas y animales, para estudiar la epidemiología de dicha enfermedad en África del oeste:

— Descripción sucinta de las diferentes zonas bioclimáticas exploradas, desde las regiones sahelianas del Níger y del norte de Alta-Volta hasta las regiones forestales litorales del sur de Costa de Marfil;

— Metodología de las encuestas sobre terreno y en laboratorio.

Se exploraron unas doce aldeas por término medio en cada una de las regiones estudiadas.

En los animales (bovinos, cabrunos, ovinos, asnos) se hicieron tres pruebas: una prueba sobre la leche o prueba del anillo (ring-test) hecha en terreno en las hembras lecheras presentes (vacas, cabras y ovejas), y dos pruebas serológicas realizadas en laboratorio a partir de las muestras de sueros recogidos en un cierto número de animales. Se estudiaron 4 108 ring-tests de los cuales 2 907 en los bovinos, y 1 225 sueros animales.

En lo concerniente al hombre, se eligieron por sorteo en cada aldea una centena de personas después de separación previa en cuatro grupos: muchachos, muchachas, hombres y mujeres. Se utilizaron también tres pruebas: una prueba alérgica, la intradermoreacción con melitina hecha sobre terreno, con lectura el día siguiente y las dos pruebas serológicas ya citadas. Se hicieron 12 739 intradermoreacciones con melitina, pero solo se pudo comprobar 10 830 como resultado de un absentismo variable según las regiones y las aldeas. Se estudiaron 11 990 sueros.

En los animales, la enfermedad ocurre en todas las regiones examinadas y ataca las diferentes especies con porcentajes varios según las regiones.

Es en los bovinos en los cuales la brucelosis es más frecuente. La epidemia parece cada vez más importante a medida que se baja hacia el sur (de 6 p. 100 de ring-tests positivos en el norte hasta 51 p. 100 en el sur, en los bovinos).

En el norte, ciertas aldeas se encontraron totalmente indemnes o muy poco infectadas mientras que, en el sur, todas estaban contaminadas, a veces con porcentajes elevados (hasta 100 p. 100 de ring-tests positivos y 63 p. 100 de serologías positivas).

En el hombre, en las regiones de sabana sudanesa y guineana y en las zonas forestales, pobladas de agricultores no ocupándose ellos mismos de los animales que poseen, la incidencia de la enfermedad generalmente es poco importante, excepto en los pastores y sus familias.

En cambio, en las regiones sahelianas examinadas, a pesar de la epidemia animal poco importante (6 a 8 p. 100 de ring-tests positivos en los bovinos) es dónde se observaron los porcentajes de infección más importantes en el hombre. (30 p. 100 de intradermoreacción y 10 p. 100 de serologías positivas en Dori). Eso se explica por las condiciones ecológicas: presencia de poblaciones sobretodo pastorales, que cohabitan con sus animales y que consumen la leche cruda o el requesón.

El estudio estadístico de los resultados alérgicos en el hombre mostró:

- una positividad significativamente más elevada en los adultos que en los muchachos;
- una positividad significativamente más elevada en los pacientes de sexo masculino que en los de sexo femenino, particularmente en lo concerniente a los muchachos;
- en las regiones con población no pastoral, una positividad significativamente mucho más elevada en los pastores y sus familias que en el resto de la población;
- una diferencia significativa entre ciertas étnias.

Al fin, se indican las relaciones entre la brucelosis humana y animal y los modos de transmisión de la enfermedad al hombre.

BIBLIOGRAPHIE (limitée aux techniques utilisées)

1. ALTON (G. G.), LOIS M. JONES. La brucellose, technique de laboratoire. Genève, O.M.S., 1968. (Monographie O.M.S. n° 55).
2. AUBREVILLE (A.). Flore forestière soudano-guinéenne. Paris, Soc. d'Edit. Geog. Marit. et Colon, 1950, 523 p.
3. BEAUPERE (M.). Epizootiologie des brucelloses en Afrique noire francophone. Thèse doctorat vétérinaire, Alfort, 1966, n° 44, 91 p.
4. Comité Mixte F.A.O./O.M.S. d'experts de la brucellose, 1971. Cinquième rapport. Genève, O.M.S., 1971. (Sér. Rap. Techn. O.M.S. n° 464).
5. RENOUX (G.), GAUMONT (R.). Pathologie de la production du lait. II. Méthodes de diagnostic biologique des brucelloses animales. Paris, Cahier technique du Centre National de Coordination des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, 1966.

Quelques aspects de la biologie de *Thyridanthrax beckerianus bezzi* 1924 (*Diptera Bombyliidae*), parasite des pupes de *G. tachinoides*

par J. GRUVEL (*)

RESUME

L'Auteur, qui a mis en évidence dans la vallée du Bas-Chari, l'existence du Bombylide *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924, parasite des pupes de *Glossina tachinoides* W., en étudie les caractéristiques et la biologie.

L'importance de *T. beckerianus* dans la limitation des populations de glossines est nettement établie. Le jour où l'élevage des *Thyridanthrax* deviendra possible, ce parasite pourra participer à un programme de lutte biologique intégrée contre les glossines, là où les conditions écologiques locales seront favorables à son développement.

L'Auteur examine enfin l'incidence sur les populations de *Thyridanthrax beckerianus* des applications d'insecticides pratiquées classiquement dans la lutte contre les tsé-tsé.

Les Diptères Bombylides du genre *Thyridanthrax* sont surtout connus en Afrique comme parasites de pupes de glossines. Ce parasitisme, très important à certaines saisons, pouvant atteindre près de 30 p. 100 et parfois même 79 p. 100 (4) des éclosions, a retenu l'attention de quelques observateurs qui ont reconnu son intérêt dans la régulation des populations naturelles de glossines.

Dans la région du Bas-Chari, où des études sur l'écologie de *G. tachinoides* sont poursuivies depuis plusieurs années, nous avons mis en évidence l'existence de *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi et examiné quelques aspects de sa biologie. Cette note a pour but de présenter les principaux résultats de ces observations, envisagées également en rapport avec l'action parasitaire de ce Bombylide sur les pupes de *G. tachinoides*.

I. SYSTEMATIQUE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE

En 1910 T. BECKER décrit une nouvelle espèce d'insecte de l'île de Sokotra qu'il nomme *Hemipenthes argentifrons* et que D. J. GREAT-HEAD (1969) retrouve dans la même localité, la plaçant dans le genre *Thyridanthrax*. En 1924, M. BEZZI examine deux mâles et une femelle provenant de Sierra Leone et deux mâles originaires de Rhodésie d'une espèce qu'il décrit comme *Thyridanthrax beckerianus* n. sp. Au cours de sa description, BEZZI constate que cette espèce est très voisine de celle définie par BECKER à laquelle il donne le nom de *T. argentifrons*, rectifiant ainsi sa position générique. En 1929 E.E. AUSTEN (1), ignorant probablement l'existence de l'espèce de Sokotra, décrit à son tour un *T. argentifrons* avec deux mâles issus de pupes venant de Nigéria; l'un éclos d'une puppe de *G. tachinoides* W., l'autre d'une puppe de *G. m. submorsitans* N.

(*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Farcha, B.P. 433, N'Djamena, Tchad.

— *T. argentifrons* A. est par la suite reconnu au Nigéria, issu de pupes de *G. tachinoides* et *G. m. submorsitans* (14, 22); au Tanganyika de pupes de *G. m. morsitans* (19, 17) et de *G. swynnertoni* (21) au Tchad et au Nord-Cameroun de pupes de *G. tachinoides* (10).

— DESMIER de CHENON capture en 1968, au Sénégal, un spécimen déterminé comme étant *T. beckerianus* Bezzi.

L'étude systématique de Bombylides africains entreprise par F. FRANÇOIS apporte la conclusion suivante : « *Hemipenthes argentifrons* Becker 1910 est bien un *Thyridanthrax*. *T. argentifrons* Austen 1929 et *T. beckerianus* Bezzi 1924 désignent une même espèce qu'il convient d'appeler *T. beckerianus* pour respecter la loi des priorités ». Les exemplaires de *Thyridanthrax* dont nous avons signalé la présence dans la vallée du Bas-Chari comme parasites de pupes de *G. tachinoides*, ont tout d'abord été reconnus comme des *T. argentifrons*; nous les désignons désormais sous le nom de *T. beckerianus* à la suite de la mise au point de F. FRANÇOIS.

L'aire de répartition de *T. beckerianus* appartient à l'Afrique au Sud du Sahara; il est connu de façon certaine au Sénégal, en Sierra Léone, au Nord du Nigéria, au Nord du Cameroun, au Tchad et au Nord-Ouest de la Rhodésie. L'appartenance des *Thyridanthrax* de Tanzanie à cette espèce n'est pas affirmée.

II. BIOTOPE DE

THYRIDANTHRAX BECKERIANUS

Nos observations sur *T. beckerianus* ont été faites plus particulièrement dans la vallée du Bas-Chari en aval de N'Djaména, à la Réserve de Kalamaloué où il parasite les pupes de *G. tachinoides* à un taux toujours élevé en saison chaude (9).

Elles ont montré que *T. beckerianus* évolue à l'intérieur et à proximité de la végétation riveraine qui constitue les gîtes à glossines. Dans la région considérée, les biotopes de ce Bombylide se superposent, en les débordant légèrement, à ceux de *G. tachinoides*. Nous en donnons une description rapide qui met en évidence leurs variations au cours de l'année et correspond à celle des gîtes périodiquement occupés par les glossines.

G. tachinoides occupe différentes portions des galeries forestières bordant le cours du Chari et de ses défluent selon les variations annuelles de leur niveau. De la période des crues (octobre-novembre) à celle des plus basses eaux (avril-mai), on peut distinguer trois types de gîtes où les glossines sont successivement présentes et où peut se rencontrer *T. beckerianus* :

1. ceux, provisoires, occupés aux hautes eaux, formés par des arbres et des arbustes tels que *Tamarindus indica*, *Kigelia africana*, *Diospyros mespiliformis*, *Ziziphus mucronata*;
2. ceux où domine *Mitragyna inermis* et qui sont inondables pendant près de 3 mois, occupés par les mouches à la descente et à la montée des eaux, de novembre à mars, puis de fin juillet à septembre;
3. ceux inondés pendant près de 5 mois et occupés par les glossines le reste de l'année, de janvier à fin juillet, constitués de *Morelia senegalensis*, *Crateva religiosa* et dans les dépressions de *Mimosa pigra*.

Les tsé-tsé évoluent dans les gîtes proches de l'eau libre, entre ceux devenant trop arides et ceux encore inondés. C'est dans ces biotopes variés que nous avons pu rencontrer *T. beckerianus* en différentes saisons, mais c'est surtout dans les gîtes à *Morelia* occupés en fin de saison fraîche et en saison chaude que nous avons pu mettre en évidence l'importance de son parasitisme dans les pupes de *G. tachinoides*.

III. BIOLOGIE DES ADULTES

1. Epoques d'apparition

La première observation de *T. beckerianus* dans la région du Bas-Chari remonte à 1964 (10); plusieurs individus des deux sexes apparaissent à l'éclosion de pupes récoltées en mars et avril, ramenées au laboratoire pour constituer un élevage de *G. tachinoides*.

Depuis, chaque année, ce parasite est mis en évidence à partir de pupes récoltées dans les gîtes à *Morelia*, de la fin de la saison fraîche jusqu'aux premières pluies. Les taux de parasitisme relevés parmi les pupes prélevées sont très élevés pendant les mois les plus chauds de l'année; sur 7 ans la moyenne pour le mois

d'avril est de 26,94 p. 100 \pm 4,15 et pour le mois de mai de 17,44 p. 100 \pm 5,67. Le maximum absolu observé est de 40,67 p. 100 (avril 1970). Ces maximums sont notés aux époques où les pupes de glossines sont les plus concentrées dans les lieux de ponte. Avant le mois de février et après le mois de juin, les pupes parasitées sont extrêmement rares dans les gîtes autres que ceux à *Morelia*. Trois exemplaires seulement ont pu être obtenus dans des lots importants de pupes provenant de gîtes à *Mitragyna*.

Nos occupations ne nous permettaient pas alors de nous consacrer entièrement à l'observation de ce Bombylide sur le terrain et quelques adultes seulement ont pu y être remarqués. Depuis quelques mois, à partir du mois de septembre, nous avons assuré la capture systématique de tous les Bombylides rencontrés dans les différentes végétations de bordure des eaux d'inondation, notamment celles constituées par les buissons de *Ziziphus mucronata*. Ces recherches nous ont permis de capturer une vingtaine de *T. beckerianus* en des lieux et des époques où les récoltes de pupes n'avaient pas révélé la présence de cet insecte.

Par ailleurs, nous avons tout récemment obtenu ce même *Thyridanthrax* de localités où les glossines sont normalement absentes; ce qui prouve sa non spécificité parasitaire. (Seule une convergence entre sa concentration en période chaude vers les gîtes à glossines et entre celle des lieux de pontes de *G. tachinoides*, peut justifier le parasitisme saisonnier de ce Bombylide).

2. Comportement

Comme tous les Bombylides, *Thyridanthrax beckerianus* s'observe sous une forte insolation aux heures les plus chaudes de la journée. Il se remarque également par son mouvement oscillatoire vertical, soit dans les éclaircies des gîtes à *Morelia* où le sol présente des nappes ensoleillées et dans les coulées de gibier, soit sous la voûte buissonnante des végétaux de la savane. Ses oscillations n'excèdent guère une trentaine de centimètres au-dessus du sol et sont entrecoupées de brèves périodes de repos sur les plantes basses ou à même le sol.

1. Alimentation

Aucune précision ne peut être apportée sur la nature des espèces végétales visitées par cet

insecte pour se nourrir. Ses périodes d'apparition coïncident avec la floraison de diverses espèces végétales : *Morelia* (février-mars), *Crateva* et plantes herbacées (mars à mai), *Mitragyna* (août-septembre), *Ziziphus* et diverses plantes buissonnantes (septembre à novembre). Le régime alimentaire apparaît donc non spécialisé.

2. Déplacements et repos

Par des vols brefs et rapides, l'adulte se déplace d'un point à un autre où il effectue inlassablement ses mouvements verticaux. En saison chaude cette grande activité s'observe entre 11 heures et 15 heures; elle peut être interrompue par une pose de faible durée sur les plantes basses. Non dérangé, *T. beckerianus* montre une tendance à revenir régulièrement se placer aux mêmes points de la végétation.

Les lieux et les durées de repos prolongés n'ont pu être mis en évidence.

3. Accouplement

Si les accouplements de nombreuses espèces de Bombylides peuvent être observés assez facilement dans la nature, ceux de *T. beckerianus* restent pour nous encore inconnus.

4. Ponte

Elle est probablement liée aux mouvements d'oscillations verticales effectués par les femelles près de la surface du sol, lorsqu'elles parcourent les zones faiblement ombragées par les touffes d'herbes, les buissons ou les arbres de bordure des gîtes. La ponte serait alors dispersée, abondante, indépendante de la localisation du futur hôte.

Les essais de reproduction en captivité n'ont donné aucun résultat.

IV. STADES PREIMAGINAUX

Si la mise en évidence des œufs de *T. beckerianus* a jusqu'à présent pu échapper à nos investigations, nous avons eu par contre la possibilité d'étudier les différents stades du développement larvaire et nymphal.

1. Larve planidium

Plusieurs lots de pupes de *G. tachinoides* observées et disséquées immédiatement après

leur récolte nous ont permis de rencontrer des larves planidium; l'une en cours de pénétration dans la pupa, les autres déjà installées sur la nymphe de glossine.

La larve planidium s'introduit par effraction dans la pupa en forant par ses dents céphaliques un orifice parfaitement circulaire de 0,04 mm de diamètre. Cet orifice est ensuite comblé par un tissu cicatriciel jaunâtre, facilement repérable lorsqu'on examine par transparence sous la loupe binoculaire les enveloppes des pupes parasitées. Il est ainsi possible de remarquer que le point de pénétration se situe en n'importe quelle portion du puparium, mais généralement dans sa partie moyenne. On remarque également, sur l'ensemble des pupes parasitées examinées, la présence d'un seul orifice de pénétration. L'existence de deux forages (dont l'un inachevé) très proches l'un de l'autre, n'a été décelée qu'une seule fois. S'agit-il d'une double tentative de pénétration par la même larve, ou de la trace d'un essai d'introduction par une deuxième larve ? Quoi qu'il en soit, si plusieurs larves pénètrent dans la même pupa, une seule poursuit son développement.

La larve planidium de *T. beckerianus* est allongée, vermiforme, blanchâtre, d'une longueur moyenne de 1,4 mm. On peut y distinguer 14 segments : 1 segment céphalique réduit suivi d'un segment intermédiaire, 3 segments thoraciques portant chacun une paire de soies latérales et 9 segments abdominaux. Ces derniers montrent une morphologie différente : les segments abdominaux 2 à 6 possèdent 2 pseudopodes antéro-ventraux, le 8^e deux tubercules stigmatiques postéro-dorsaux et 2 paires de pseudopodes postéro-ventraux et le 9^e porte 2 bulbes sétifères où s'insèrent 2 longues soies caudales.

La description de cette larve est tout à fait comparable à celle donnée pour les planidiums de nombreux Bombylides chez lesquels ils ont été décrits. Il en est de même pour la capsule céphalique où on retrouve les principaux éléments caractéristiques : plaques et dents céphaliques, antennes, pièces buccales, décrits chez d'autres espèces (7).

2. Développement larvaire

Très rapidement le planidium se transforme en larve L2 après perte des denticules céphaliques, des soies et des pseudopodes. Encore

de petite taille au début du stade, la larve montre un corps annelé sous le tégument blanchâtre et transparent duquel apparaissent les premières nappes adipeuses. Cette jeune larve est toujours placée en position dorsale de la nymphe de glossine et conservera cette situation tout au long de son développement.

Le stade L2 apparaît après un délai que nous n'avons pu préciser à la suite de la pénétration du planidium. Il convient cependant de noter que les larves, tout au début de ce stade, ont pu être mises en évidence dans des pupes disséquées une semaine après leur récolte et conservées à 25°.

Après une croissance au cours de laquelle les nappes adipeuses se développent intensément, la larve L2 donne suite à la larve L3 qui occupe toute la cavité pupale. Elle se présente alors sous la forme d'une larve épaisse, en « boudin », d'un blanc crémeux. C'est ce stade qui a été le plus souvent observé et décrit par différents auteurs chez d'autres espèces et dont la description est tout à fait comparable à celle de *T. beckerianus* (3).

La mise en évidence de ce dernier stade larvaire par dissection de pupes montre fréquemment mais irrégulièrement des restes chitinisés de la glossine (plastron ventral thoracique composé des futures ailes et pattes) coincés sous la face ventrale de la larve. L'absence ou la présence de ces fragments dépend du stade de développement de la nymphe de glossine au moment de l'installation du planidium. Remarquons à ce sujet que l'introduction de la larvule infestante dans une pupa trop récemment formée (stade crémeux) semble conduire au pourrissement de l'ensemble (2 observations). Pour poursuivre son évolution, le parasite doit s'introduire dans une pupa où la nymphe-hôte est déjà constituée. Remarquons également que les larves L2 sont rencontrées sur des nymphes à l'aspect terni, apparemment altérées, qu'elles soient encore blanches ou déjà pigmentées, rendant impossible jusqu'à présent de conclure à sa survie parallèlement au développement du parasite.

3. Développement nymphal

Après sa formation, la larve L3 montre un début de céphalisation qui précède la formation de la nymphe. Celle-ci se constitue rapidement et, d'abord entièrement blanche, montre 6 tu-



Photo n° 1.
Larve planidium.

Photo n° 2.
Orifice de pénétration du
planidium dans le puparium
(le diamètre de cet orifice
est de 40 microns).

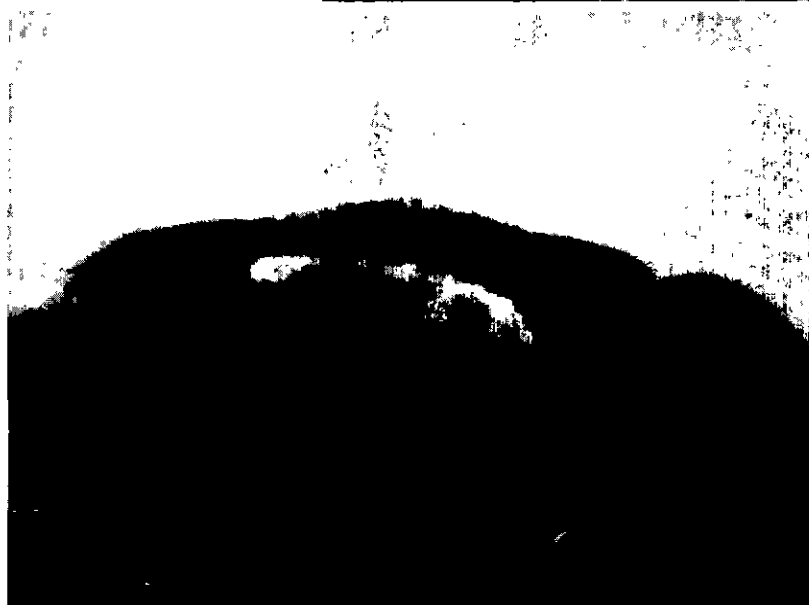


Photo n° 3.
Larve 2 sur nymphe
de glossine.



Photo n° 4.
Larve « boudin »
et « plastron » chitineux
de la glossine retirés
d'une pupe parasitée.



Photo n° 5.
Jeune nymphe
de *Thyridanthrax*
dans le puparium.

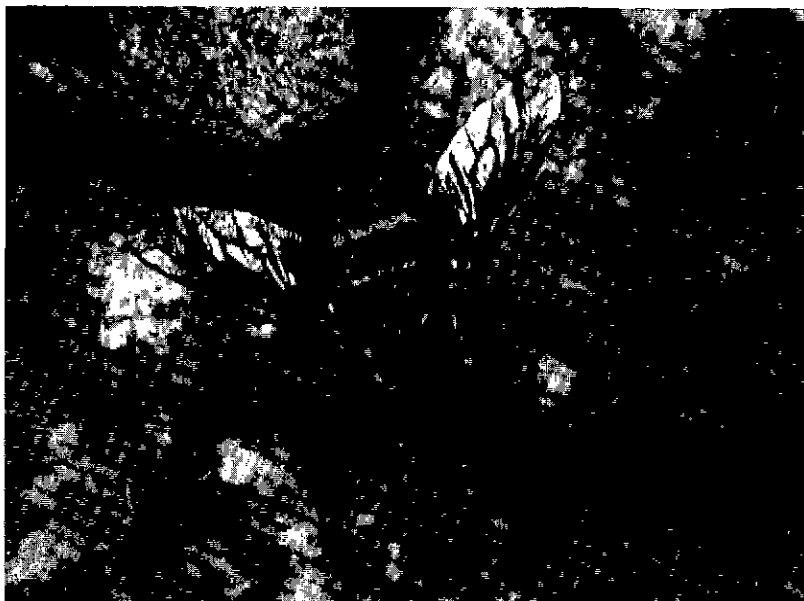


Photo n° 6.
T. beckerianus adulte.

bercules céphaliques, l'ébauche des appendices céphaliques et thoraciques, une touffe de longues soies sur le bord postérieur du thorax et, sur le bord postérieur de chaque segment abdominal, une rangée d'épines courtes. Progressivement la pigmentation s'installe, d'abord aux yeux, puis aux appendices et gagne finalement tout le corps. L'adulte apparaît enfin, noir, sous l'enveloppe nymphale.

Il a été possible de suivre l'évolution de la nymphe en plaçant en tubes individuels conservés à 25° toutes les larves L3 constituées, obtenues lors de la dissection de pupes. A cette température, la durée moyenne de la nymphose, comptée à partir du stade de « céphalisation » de la larve mûre est de 11 jours.

4. Eclosions

Nous n'avons remarqué aucune différence significative entre la durée de l'évolution nymphale des mâles et des femelles.

Sur l'ensemble des éclosions de *T. beckerianus* enregistrées au laboratoire, le sex-ratio à la naissance est égal à l'unité.

La taille des adultes est variable; selon HAEVERSEDGE (11), elle est en relation avec celle du puparium ou avec la quantité de nourriture prise par l'hôte. Ce dernier facteur pourrait avoir quelque rapport avec le stade d'évolution de la nymphe de glossine au moment où le parasite s'installe dans la pupa.

Les poids des pupes de *G. tachinoides* parasitées s'étalent de 10 à 18 mg; les plus lourdes donnent les adultes de *T. beckerianus* les plus grands. Les pupes d'un poids inférieur à 12 mg sont, soit altérées, soit parasitées; celles pesant moins de 10 mg sont toutes altérées. Les stades nymphaux du *Thyridanthrax* résistent mieux à la sécheresse que ceux de la glossine. En saison chaude, on trouve de nombreuses nymphes de tsé-tsé altérées alors que celles du Bombylide sont encore viables. Une fois cependant, un *Thyridanthrax* en formation a été trouvé desséché.

5. Diapause - durée du développement

De nombreux auteurs ont montré que *T. abruptus* pouvait rester en sommeil à l'intérieur de pupes de *G. morsitans* (4); il peut s'écouler 197 jours avant l'éclosion (16) et même 216 et 269 jours chez des pupes récoltées conservées en laboratoire (13).

Nous n'avons pas observé de diapause chez *T. beckerianus* parasitant *G. tachinoides*. Il est probable qu'elle existe, naturellement, à certains moments de l'année, justifiant ainsi l'apparition de ce Bombylide dans les gîtes, hors de leur période d'occupation par les glossines.

V. ELEVAGE DE *T. BECKERIANUS*

Comme ceux tentés par différents auteurs, nos essais d'élevage de *Thyridanthrax* se sont révélés infructueux (20). Tout au plus avons-nous pu conserver quelques individus, fraîchement éclos, pendant une semaine de jours. Les meilleurs délais ont été obtenus en les plaçant dans une cage de type Roubaud de grandes dimensions : 28 × 16 × 9 dans laquelle était placée une coupelle garnie d'un morceau de coton imbibé d'eau sucrée polyvitaminée. Les adultes des deux sexes ont été vus en train d'absorber le liquide « nourricier » sur le coton; aucun des mâles n'a montré un intérêt vis-à-vis des femelles présentes. L'exposition de la cage au soleil a considérablement augmenté l'activité de ces insectes, mais n'a entraîné aucune tentative de rapprochement sexuel.

VI. HOTES NATURELS

1. Autres que les glossines

Les captures de nombreux *T. beckerianus* adultes dans des localités où les glossines sont totalement absentes permettent d'affirmer la polyphagie des larves de ce Bombylide. Les hôtes parasités ne sont pas connus; ce sont peut-être d'autres Diptères, comme cela a été montré pour *T. abruptus* et *T. lugens* par MAC DONALD (15) et par HESSE (12) ou des insectes à développement hypogé tels que des Acridiens (18).

2. Glossines de l'espèce *G. tachinoides*

Jusqu'à présent, seules les pupes de *G. tachinoides* nous ont permis d'observer les stades préimaginaux de *T. beckerianus*. L'importance de ce parasitisme apparaissant principalement en saison chaude, il convient d'examiner les éléments qui le favorisent et agissent sur son intensité.

1. *Éléments liés au Thyridanthrax*

Les *T. beckerianus* sont des insectes héliophiles qui fréquentent les zones bien ensoleillées à proximité de la végétation arbustive (*Morelia*, *Crateva*) ou buissonnante (*Ziziphus*, *Bauhinia*). Bien qu'il n'ait pas été possible de localiser la répartition des œufs, nous avons remarqué que les femelles se déplacent plus volontiers en suivant la bordure des massifs arbustifs ou herbacés, là où le feuillage bas dégage un espace faiblement ombragé. Il est fort probable que les œufs soient déposés à la surface du sol, bénéficiant de la protection donnée par les mottes de terre, les feuilles tombées ou les pieds d'herbe. Les lieux potentiels de ponte sont ainsi très variés, mais se réduisent en période climatique rigoureuse à quelques endroits favorables. En conclusion, la distribution des œufs apparaît confinée aux endroits ombragés situés à proximité immédiate des zones de grand soleil et déterminés par des touffes d'arbustes ou de plantes herbacées en lisières peu denses des gîtes proprement dits. Les adultes n'ont jamais été observés dans les parties profondes des gîtes à *Morelia*.

2. *Éléments liés à G. tachinoides*

Les glossines habitent l'intérieur de ces mêmes gîtes; les lieux de ponte où les femelles déposent leur larve sont déterminés par la nature du sol (sableux ou argileux à surface ameublie) et leur situation protégée d'une forte insolation et d'une forte lumière. En saison chaude, les lieux de ponte sont limités à quelques surfaces mieux couvertes, sans arbustes bas et plantes basses touffues, où le substrat profond est encore humide et où les femelles peuvent pénétrer en volant pour aller pondre.

En conclusion :

- les populations de parasites (œufs) et de l'hôte (pupes) sont situées à des niveaux différents, l'une en surface du sol, l'autre sous terre;
- ni l'hôte, ni son parasite ne sont distribués au hasard;
- les populations adultes des parasites et des glossines occupent les mêmes biotopes, mais leurs zones d'évolution sont légèrement différentes; elles se rejoignent en partie aux périodes critiques de l'année. Lors de l'éclosion des œufs, les larves planidiums réalisent la jonction entre ces deux répartitions

indépendantes l'une de l'autre, mais qui sont voisines et parfois juxtaposées.

3. *Relations Thyridanthrax-glossines*

Les possibilités qu'ont les planidiums de rencontrer les pupes de glossines résultent donc d'une coïncidence dans l'espace et dans le temps de ces deux éléments.

a) Coïncidence dans l'espace.

- Facteurs favorables. La ponte du Bombylide et celle des glossines sont localisées dans les zones faiblement ombragées en bordure des gîtes, à l'ombre des plantes, dans les coulées de gibier ou les clairières.

- Facteurs liés à l'hôte : ameublissement du sol par la pénétration de la larve qui favorise celle ultérieure des planidiums.

- Facteurs liés au parasite : les chances de rencontre parasite-hôte sont augmentées par la grande fécondité des femelles de *Thyridanthrax*, la convergence des lieux de ponte préférentiels et les déplacements importants des planidiums dans le sol. [Ils peuvent atteindre 1 m pour ceux de *Villa brunnea*, (8).]

- Facteurs défavorables.

- Liés à l'hôte : dispersion des pupes fréquente en dehors de la saison chaude et profondeur d'enfouissement les mettant hors d'atteinte du parasite.

- Liés au parasite : pénétration du planidium dans les pupes mortes à contenu en voie de dessèchement, de putréfaction ou mycosé. Nous avons ainsi rencontré une fois, 3 larves planidium dans une seule pupa en cours de pourrissement.

b) Coïncidence dans le temps

Les pupes sont présentes dans le gîte pendant toute sa durée d'occupation par les glossines; la durée de la pupaison rend l'hôte accessible pendant une longue période.

Les planidiums évoluant dans les endroits favorables n'ont donc pas obligation de survivre pour attendre la présence des pupes qu'ils peuvent atteindre facilement. Les chances de rencontre résultent également de leur longévité; elle peut être d'au moins 6 semaines pour ceux de *V. brunnea* (8, 22). Une telle longévité chez *T. beckerianus* devrait permettre à toutes les larves infestantes de trouver asile.

Divers facteurs de mortalité peuvent interrompre l'évolution du parasite :

- Avant la découverte de l'hôte; les conditions climatiques, divers prédateurs, peuvent intervenir et détruire probablement un grand nombre de planidiums.
- Lors de la pénétration dans l'hôte :
 - DU MERLE signale des réactions de défense de sa part qui aboutissent à l'enkystement du planidium de *V. brunnea* peu après sa pénétration dans la chrysalide.
 - Ce même auteur note qu'après introduction de plusieurs planidiums dans le même hôte, un seul survit. Le pourrissement dans lequel nous avons trouvé le contenu d'une puppe renfermant 3 jeunes larves est-il une conséquence de la pénétration simultanée de ces trois parasites ?

La coïncidence temporelle entre *T. beckerianus* et *G. tachinoides* se trouve parfaitement réalisée aux époques de nos observations. La coïncidence spatiale est beaucoup moins facile; elle ne se trouve réalisée que dans les lieux communs de ponte, là où les pupes de *G. tachinoides* se trouvent peu enfoncées.

c) Parasitisme exercé sur les populations de *G. tachinoides*

L'appréciation du rôle limitatif du *T. beckerianus* sur les populations de *G. tachinoides* résulte de la connaissance et de l'analyse des différents facteurs conditionnant la rencontre de l'hôte par le parasite. Cette connaissance est encore très incomplète, la rencontre étant liée aux conditions climatiques, végétales et aux caractéristiques biologiques des deux insectes. Les chances de contact parasite-hôte sont limitées et le pourcentage de planidiums parvenant à l'état adulte est très faible; ce déficit se trouve compensé par la grande fécondité des femelles.

L'importance du parasitisme, observée notamment en saison chaude lorsque les biotopes des deux insectes se chevauchent, pose le problème de la protection du *Thyridanthrax* lorsque des insecticides rémanents sont appliqués dans les gîtes lors de campagnes de lutte contre les glossines.

Si les insecticides sont déposés convenablement et uniquement sur les lieux de repos des *G. tachinoides*, quelques *Thyridanthrax* peu-

vent être atteints au moment de l'application, mais dans l'ensemble, bon nombre d'entre eux échappe à l'insecticide en raison de leur zone d'activité qui déborde parfois largement les parties traitées de la végétation sur lesquelles ils ne se posent pas.

Il en serait tout autrement à la suite d'une application d'insecticide moins sélective, comme celles effectuées par voie aérienne par exemple.

DISCUSSION

Les Diptères Bombylides étudiés habituellement sous le nom de *Thyridanthrax argenti-frons* Austen 1929 doivent être désignés sous celui de *T. beckerianus* Bezzi 1929, afin de respecter la règle des priorités. Ces deux appellations données à des individus récoltés en des localités éloignées désignent la même espèce.

Le *Thyridanthrax* est connu en Afrique au Sud du Sahara comme parasite de pupes de glossines. Sa présence dans la vallée du Bas-Chari (Tchad et Nord-Cameroun), où il s'attaque aux pupes de *G. tachinoides* a été constatée récemment.

Thyridanthrax beckerianus est le plus souvent obtenu à partir de pupes récoltées dans les gîtes à glossines, mais peut être observé à l'état adulte à proximité de ces derniers. Son biotope se superpose en le débordant légèrement à celui de *G. tachinoides*; il est donc déterminé par les arbres, arbustes et buissons qui constituent et longent les galeries forestières riveraines des cours d'eau et des mares isolées. *T. beckerianus* peut cependant être rencontré dans des localités où les glossines sont absentes mais présentant les mêmes caractéristiques végétales.

Si le parasitisme des pupes de *G. tachinoides* est surtout remarquable pendant quelques mois (saison chaude), les adultes peuvent être observés pratiquement toute l'année, voletant près du sol, en plein soleil, près des buissons bas, ne se tenant au repos que pendant de brefs instants. Le régime alimentaire de ce Bombylide apparaît très variable; ses modalités d'accouplement et de ponte restent inconnues.

Des dissections systématiques de pupes de *G. tachinoides* ont permis la mise en évidence des différents stades du développement pré-imaginal. La larve planidium, longue de 1,4 mm, pénètre dans les pupes en forant avec

ses dents céphaliques un orifice circulaire de 0,04 mm de diamètre. La larve planidium de *T. beckerianus* est morphologiquement identique à celle des autres Bombylides. Elle s'installe sur la nymphe de glossine en position dorsale.

Très rapidement la larve 2 lui succède, croît, puis aboutit à la formation de la larve 3 qui, sous la forme d'un « boudin » blanchâtre, occupe entièrement la cavité pupale. La nymphe-hôte a alors totalement disparu; parfois, cependant, subsiste un plastron chitinisé composé des pièces buccales, des pattes et des ailes de la future glossine.

Le développement nymphal suivi à partir de larves à ce stade, maintenues à 25°, est d'une durée moyenne de 11 jours. Les adultes issus des éclosions enregistrées au laboratoire révèlent un sex-ratio égal à l'unité.

La durée totale du développement n'a pu être précisée; elle peut être longue, ce qui indique la possibilité d'une diapause prolongée.

Les essais d'élevage de *T. beckerianus* se sont montrés infructueux.

Leurs hôtes naturels sont certainement variés, mais non précisés jusqu'à ce jour. Seules les pupes de glossines (*G. tachinoides*) sont bien connues pour être régulièrement parasitées en saison chaude.

Les possibilités de rencontre des planidiums de ce *Thyridanthrax* avec les pupes de *G. tachinoides* résultent de coïncidences spatiale et temporelle de ces deux éléments. Celles-ci sont

le plus étroitement réalisées en saison chaude lorsque les lieux de ponte des glossines et des *Thyridanthrax* se rejoignent sous l'action des facteurs climatiques rigoureux de l'époque.

CONCLUSION

La connaissance de la biologie de *Thyridanthrax beckerianus* prend un relief particulier en considération de l'incidence parasitaire que ce Bombylide peut exercer sur les pupes de *G. tachinoides* et qui est de nature à limiter très sensiblement les populations de tsé-tsé.

Elle apporte des éléments intéressants dans l'établissement de programmes de lutte biologique contre les tsé-tsé, mais soulève le problème de son élevage et de son efficacité là où ce parasite est normalement présent.

La lutte contre les glossines par application d'insecticides rémanents doit tenir compte de ses effets sur les *Thyridanthrax*, leur action toxique se devant de respecter ce parasite naturel.

Remerciements

Nous exprimons nos plus vifs remerciements à Monsieur P. du MERLE, de la Station de Recherches forestières d'Avignon (I.H.R.A.) qui nous a aimablement communiqué des renseignements sur la systématique des Bombylides et a bien voulu contrôler la détermination de nos *Thyridanthrax*.

SUMMARY

Some aspects of the biology of *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924 (Diptera, Bombyliidae)

The author, who showed the presence of the Bombyliidae *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924, a parasite of *Glossina tachinoides* West pupae, in the Lower Chari River Valley, studies its characteristics and biology.

The important part played by *T. beckerianus* in limiting *Glossina* populations is clearly determined. When *Thyridanthrax* can be reared, it will be possible to use it in a programme of integrated biological control for *Glossina* in the areas where the ecological conditions will be suitable to its development.

Lastly, the author studies the incidence on *Thyridanthrax beckerianus* of insecticide applications commonly practised in tse-tse fly control.

RESUMEN

Algunos aspectos de la biología de *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924 (Diptera, Bombyliidae), parásito de las pupas de *G. tachinoides*

El autor que puso en evidencia, en el valle del bajo-Chari, la existencia del Bombyliidae *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924, parásito de las pupas de *Glossina tachinoides* W., estudia las características y la biología de ello.

Se establece netamente que *T. beckerianus* es causa de la limitación de las poblaciones de glosinas. El día cuando la cría de *Thyridanthrax* se pondrá posible, se podrá utilizar dicho parásito para la lucha biológica contra las glosinas, dónde las condiciones ecológicas locales serán favorables para su desarrollo.

En fin, el autor examina la incidencia sobre los poblaciones de *Thyridanthrax beckerianus* de las aplicaciones de insecticidas clásicamente utilizadas para la lucha contra las moscas tse-tse.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUSTEN (E. E.). The tse-tse fly parasites belonging to the genus *Thyridanthrax* with descriptions of new species. *Bull. ent. Res.*, 1929, **20**: 151-164.
2. BIBLIOTTI (E.), DEMOLIN (G.) et DU MERLE (P.). Parasitisme de la processionnaire du pin par *Villa quinquefasciata* Wied. apud Meig. (Dipt. Bombyliidae), importance du comportement de ponte du parasite. *Ann. Epiphyties*, 1965, **16** (3): 279-288.
3. BUXTON (P. A.). The natural history of tse-tse flies. London, H. K. LEWIS, 1955, 816 p. (Mem. Lond. Sch. Hyg. Trop. Med., n° 10).
4. CHORLEY (J. K.). The bionomics of *Glossina morsitans* in the Umniate fly belt; Southern Rhodesia, 1922-23, *Bull. ent. Res.*, 1929, **20**: 279-301.
5. DU MERLE (P.). Biologie et écologie d'un diptère Bombyliidae, *Villa brunnea* Becker, parasite de la processionnaire du pin. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 1970, (n° hors série, 3): 111-116.
6. DU MERLE (P.). Existence de deux diapauses facultatives au cours du cycle biologique de *Villa brunnea* Beck. (Dipt. Bombyliidae). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1969, **268** ser. D (20): 2433-2435.
7. DU MERLE (P.). Morphologie de la larve planidium d'un diptère Bombyliidae, *Villa brunnea*. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)* 1972, **8** (4): 915-950.
8. DU MERLE (P.). Sur quelques facteurs qui régissent l'efficacité de *Villa brunnea* Beck. (Dipt. Bombyliidae), dans la régulation des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep. Thaumetopoeidae) *Ann. Zool.*, 1971 (n° hors série. Ecologie animale): 57-66.
9. GRUVEL (J.). Contribution à l'étude écologique de *G. tachinoides* W., 1850 (Diptera, Muscidae) à la réserve de Kalamaloué, vallée du Bas-Chari. Thèse doctorat d'Etat Sci. Nat., Paris, 1974.
10. GRUVEL (J.), BALIS (I.). Note sur la présence de *Thyridanthrax argentiifrons* A. (Dipt. Bombyliidae), parasite des pupes de *Glossina tachinoides* W. dans la région du Bas-Chari, environs de Fort-Lamy. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (3): 567-569.
11. HAEVERSEDEGE (R. C.). Variation in the size of insect parasites of puparia in *Glossina* sp. *Bull. ent. Res.*, 1968, **58** (1): 154-158.
12. HESSE (A. J.). A revision of the Bombyliidae (Diptera) of Southern Africa. Part III. *Ann. S. Afr. Museum*, 1956, **35** (2): 465-972.
13. HURSEY (B. S.). 1970. Observations on factors affecting emergence of *Glossina pallidipes* A. and parasitisation of this species by *Thyridanthrax abruptus* Loew. Criação de mosca tse-tse em laboratório e sua aplicação prática. 1er symp. Intern. Lisboa 1969, 317-328.
14. LESTER (H. M. O.). Annual report. Tse-tse investigation, 1930. Annual medical and health report, Nigeria, Appendix B, 1931: 101-109.
15. MAC DONALD (W. A.). A calliphorid host of *Thyridanthrax abruptus*, L. W. in Nigeria (Dipt. Bombyliidae). *Bull. ent. Res.*, 1957, **48**: 533.
16. NASH (T. A. M.). A contribution to an knowledge of the bionomics of *Glossina morsitans*. *Bull. ent. Res.*, 1930, **21**: 201-256.
17. NASH (T. A. M.). The ecology of *G. morsitans* and two possible methods for its destruction. Part II. *Bull. ent. Res.*, 1933, **24**: 163-195.
18. POTGIETER (J. T.). A contribution to the biology of the brown swarm locust *Laustana pardalina* WLK and its natural enemies. *S. Afr. Dept. Agric. Sci. Bull.*, 1929 (82): 1-48.
19. POTTS (W. H.). Observations on *Glossina morsitans* W. in East Africa. *Bull. ent. Res.*, 1933, **24**: 293-300.
20. SAUNDERS (D. S.). Rearing tse-tse fly parasites in Blow fly Puparia, *Bull. Wild. Hlth. Org.*, 1964, **31**: 509-510.
21. SWYNNERTON (C. F. M.). The tse-tse flies of East Africa. A first study of their ecology, with a view to their control. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 1936, **84**: 1-579.
22. TAYLOR (A. W.). Pupal parasitism in *Glossina morsitans* and *G. tachinoides* at Gadau, Northern Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1932, **23** (1): 463-467.

Caryotype de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. Comparaison avec d'autres espèces du groupe *palpalis* et du groupe *morsitans*

par J. ITARD (*)

RESUME

Glossina palpalis gambiensis possède, comme les autres espèces du sous-genre *Nemorhina* (Groupe *palpalis*), quatre autosomes ($2 L_1 + 2 L_2$) et deux chromosomes sexuels (XX ou XY). Les espèces du sous-genre *Glossina* (Groupe *morsitans*), possèdent en outre un jeu de petits chromosomes surnuméraires, hétérochromatiques, dont le nombre varie d'une espèce, ou sous-espèce, à l'autre.

Les euchromosomes (L_1, L_2, X) sont très semblables dans les deux sous-genres. Par contre, le chromosome Y, hétérochromatique, est presque acrocentrique chez *G. f. fuscipes* et *G. m. morsitans*, alors qu'il est métacentrique chez *G. p. gambiensis*, *G. p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. austeni*, *G. m. submorsitans* et *G. m. centralis*.

I. INTRODUCTION

Depuis 1966, époque où nous avons publié nos premières observations sur les caryotypes de *G. tachinoides* et de *G. morsitans morsitans* (1), nous avons eu l'occasion d'étudier les chromosomes de *G. fuscipes fuscipes* (3, 5), de *G. austeni* (3, 5) et de *G. fusca congolensis* (4).

Des études très complètes ont également été effectuées, par SOUTHERN et ses collaborateurs, chez certaines espèces du groupe *morsitans* (7, 8, 9) et, plus récemment, chez quelques espèces du groupe *palpalis* (6).

Enfin nous avons pu, tout dernièrement, étudier les chromosomes de *G. palpalis gambiensis*, espèce que nous élevons dans notre laboratoire depuis juillet 1972 à partir de pupes et d'adultes récoltés en Haute-Volta.

Il devient ainsi possible de comparer les caryotypes de différentes espèces appartenant soit au sous-genre *Nemorhina* (groupe *palpalis*), soit au sous-genre *Glossina* (groupe *morsitans*).

II. CARYOTYPE DE *G. PALPALIS GAMBIENSIS* VAND., 1949

Cette espèce possède six chromosomes, dont deux paires d'autosomes et une paire d'hétérosomes ou chromosomes sexuels.

Les autosomes comprennent :

- une paire de grands chromosomes (chromosomes L_1), submétacentriques, avec une constriction secondaire sur le bras le plus long;
- une paire de chromosomes nettement plus courts (chromosomes L_2), presque métacentriques, sans constriction secondaire.

(*) Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort (France).

Les hétérosomes se différencient en un chromosome X et un chromosome Y. La femelle est homogamétique et possède deux chromosomes X. Le mâle est hétérogamétique et possède un chromosome X et un chromosome Y.

Le chromosome X est sensiblement de même longueur ou légèrement plus long que l'autosome L_1 , mais il est nettement métacentrique et ne possède pas de constriction secondaire.

Le chromosome Y a, à peu près, les mêmes dimensions que l'autosome L_2 ; il est métacentrique, comme le chromosome X, mais il est hétérochromatique alors que les autosomes et le chromosome X sont euchromatiques.

La formule chromosomique de *G. palpalis gambiensis* peut donc s'écrire de la façon suivante :

Femelle : $2n = 2L_1 + 2L_2 + XX$

Mâle : $2n = 2L_1 + 2L_2 + XY$

III. CARYOTYPES DES ESPECES DU SOUS-GENRE NEMORHINA (GROUPE PALPALIS)

Toutes les espèces étudiées dans ce sous-genre (*G. fuscipes fuscipes*, *G. tachinoides*, *G. palpalis gambiensis*, *G. palpalis palpalis*), possèdent six chromosomes, répartis en trois paires, à savoir deux paires d'autosomes (L_1 et L_2) et une paire de chromosomes sexuels. Les espèces appartenant à ce sous-genre ont donc une formule chromosomique identique ($2n = 4$ autosomes + 2 chromosomes sexuels).

Les dimensions et la morphologie générale des autosomes et du chromosome X sont très semblables d'une espèce à l'autre et correspondent à la description qui a été donnée ci-dessus pour les chromosomes de *G. palpalis gambiensis*.

Seul le chromosome Y présente quelques différences notables suivant les espèces.

Chez *G. fuscipes fuscipes*, il est plus court que l'autosome L_1 , mais plus long que l'autosome L_2 . Il est, de plus, très nettement hétérobrachial, le bras le plus court ne faisant environ que le 1/5 de la longueur totale du chromosome.

Chez *G. tachinoides*, *G. palpalis gambiensis*, *G. palpalis palpalis*, le chromosome Y est

métacentrique ou submétacentrique, ses deux bras étant de longueur sensiblement égale. Il est plus court que l'autosome L_2 chez *G. tachinoides*, alors que chez *G. palpalis gambiensis* il est légèrement plus long que lui.

IV. CARYOTYPES DES ESPECES DU SOUS-GENRE GLOSSINA (GROUPE MORSITANS)

Chez les espèces de ce sous-genre, on retrouve quatre autosomes ($2L_1 + 2L_2$), semblables à ceux décrits chez les espèces du groupe *palpalis*. On note également, chez la femelle, deux chromosomes X, métacentriques, ayant à peu près les mêmes dimensions que l'autosome L_1 , mais ne présentant pas de constriction secondaire.

Le mâle possède un chromosome X et un chromosome Y. Celui-ci, toujours hétérochromatique, est, chez *G. morsitans morsitans*, très semblable au chromosome Y de *G. fuscipes fuscipes*, alors que le chromosome Y de *G. austeni*, de *G. morsitans submorsitans* et de *G. morsitans centralis* est comparable au chromosome Y de *G. tachinoides*, de *G. palpalis gambiensis* et de *G. palpalis palpalis*.

On trouve en outre, chez toutes les espèces du sous-genre *Glossina*, un jeu de petits chromosomes hétérochromatiques et télocentriques, dont le nombre varie d'une espèce à l'autre. A l'intérieur d'une même espèce ou sous-espèce, on trouve fréquemment des variations individuelles, en plus ou en moins, dans le nombre de ces petits chromosomes, autour d'une moyenne commune à l'espèce ou sous-espèce considérée.

Ces petits chromosomes, ou chromosomes S, que dès 1970 (3) nous pensions être des chromosomes surnuméraires, ou chromosomes B, ne se retrouvent pas chez les espèces appartenant au groupe *palpalis*.

Les formules chromosomiques des espèces étudiées dans le groupe *morsitans* peuvent en conséquence s'écrire comme suit :

G. m. morsitans :

$$2n = 2L_1 + 2L_2 + XX \text{ (ou XY)} \\ + 4 (\pm 1 \text{ ou } 2) S$$

G. m. submorsitans :

$$2n = 2L_1 + 2L_2 + XX \text{ (ou XY)} \\ + 6 (\pm 1) S$$

G. austeni :

$$2n = 2L_1 + 2L_2 + XX \text{ (ou XY)} \\ + 10 (\pm 2) S$$

G. m. centralis :

$$2n = 2L_1 + 2L_2 + XX \text{ (ou XY)} \\ + 2M_3$$

Chez cette dernière espèce, SOUTHERN (7) note la présence de deux petits chromosomes métacentriques (M_3) et l'absence de chromosomes S télocentriques.

D'une manière générale, la formule chromosomique des espèces appartenant au groupe *morsitans* serait du type :

$$2n = 4 \text{ autosomes} + 2 \text{ chromosomes sexuels} \\ + n \text{ petits chromosomes surnuméraires}$$

V. CONCLUSIONS

La différence essentielle que l'on note entre les espèces appartenant au groupe *morsitans*

et celles appartenant au groupe *palpalis* réside dans la présence, chez les espèces du groupe *morsitans*, d'un nombre variable de petits chromosomes surnuméraires qui sont totalement absents chez les espèces du groupe *palpalis*.

La présence de ces petits chromosomes chez les espèces du groupe *morsitans* traduit peut-être une adaptation aux conditions écologiques particulières à ces espèces.

Il est en outre remarquable que des espèces aussi différentes que *G. fuscipes fuscipes* et *G. morsitans morsitans* possèdent, chez le mâle, des chromosomes Y très comparables, tandis que, de ce point de vue, *G. austeni*, *G. morsitans submorsitans* et *G. morsitans centralis* se rapprochent de *G. tachinoides* et des deux sous-espèces de *G. palpalis*.

Il serait très intéressant d'étudier le caryotype des autres sous-espèces de *G. fuscipes* (*G. fuscipes quanzensis* et *G. fuscipes martinii*), afin de vérifier si leur chromosome Y est semblable à celui de *G. fuscipes fuscipes*.

SUMMARY

Caryotype of *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. Comparison with other species of *palpalis* and *morsitans* group

Like other species of the sub-genus *Nemorhina* (*palpalis* group), *Glossina palpalis gambiensis* has four autosomes ($2L_1 + 2L_2$) and two sex chromosomes (XX or XY). The species of the sub-genus *Glossina* (*morsitans* group) have, besides, a set of small supernumary heterochromatic chromosomes which vary in number according to species or subspecies.

The eu-chromosomes (L_1, L_2, X) are very similar within these two sub-genus. On the contrary, the *G. f. fuscipes* and *G. m. morsitans* heterochromatic Y chromosome is almost acrocentric, while it is metacentric in *G. p. gambiensis*, *G. p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. austeni*, *G. m. submorsitans* and *G. m. centralis*.

RESUMEN

Cariotipo de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. Comparación con otras especies del grupo *palpalis* y del grupo *morsitans*

Glossina palpalis gambiensis posee, como las otras especies del subgénero *Nemorhina* (grupo *palpalis*), cuatro autosomas ($2L_1 + 2L_2$) y dos cromosomas sexuales (XX o XY). Además, las especies del subgénero *Glossina* (grupo *morsitans*) tienen un juego de pequeños cromosomas supernumerarios, heterocromáticos, cuyo número varía de una especie o subespecie a otra.

Los eucromosomas (L_1, L_2, X) son muy semejantes en los dos subgéneros.

En cambio, el cromosoma Y, heterocromático, es casi acrocentrico en *G. f. fuscipes* y *G. m. morsitans*, mientras que es metacentrico en *G. p. gambiensis*, *G. p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. austeni*, *G. m. submorsitans* y *G. m. centralis*.

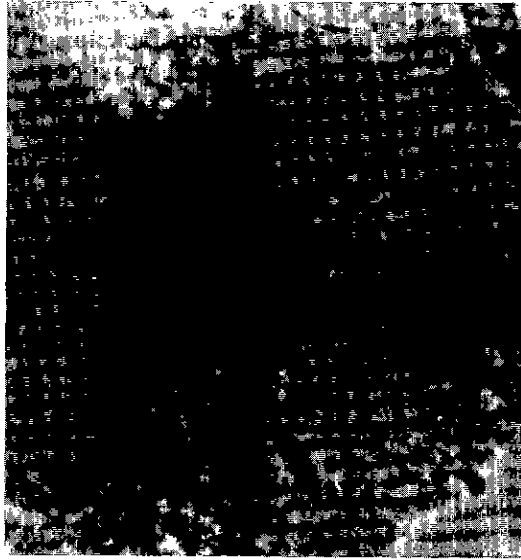


Fig. 1. — *G. palpalis gambiensis* femelle. Métaphase dans une cellule nerveuse (pupe de 8 jours).



Fig. 2. — *G. palpalis gambiensis* mâle. Métaphase dans une cellule nerveuse (pupe de 9 jours).

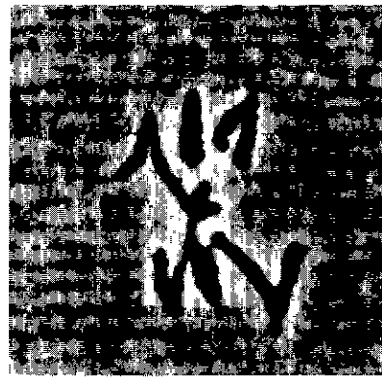


Fig. 3. — *G. palpalis gambiensis*. Spermatocyte d'une pupe de 8 jours. Début de l'anaphase I.



Fig. 4.



Fig. 4 et 5. — *G. palpatis gambiensis*. Spermatocyte d'une puppe de 8 jours.
Anaphase I. Figure 4: autosomes L_1 et L_2 . — Figure 5: hétérosomes X et Y.

BIBLIOGRAPHIE

1. ITARD (J.). Chromosomes de Glossines (*Diptera-Muscidae*). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1966, **263** Série D (19): 1395-1397.
2. ITARD (J.). Observations sur les caryotypes de quatre espèces de glossines. I.S.C.T.R. 12^e réunion. Bangui, R.C.A., novembre 1968.
3. ITARD (J.). Les caryotypes de six espèces de Glossines. Criação de mosca tsetse em laboratório, 1^{er} Symposium intern., Lisbonne 1970: 361-367.
4. ITARD (J.). Chromosomes de *Glossina fusca congolensis* Newstead et Evans, 1921 (*Diptera-Muscidae*). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1971, **272** série D (20): 2561-2564.
5. ITARD (J.). Revue des connaissances actuelles sur la cytogénétique des Glossines (*Diptera*). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (2): 151-167.
6. PELL (P. E.) et SOUTHERN (D. I.). Comparative cytogenetics of certain members of the *palpalis* group. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 14^e Seminar on Trypanosomiasis (sous presse).
7. PELL (P. E.), SOUTHERN (D. I.) et CRAIG-CAMERON (T. A.). Comparative cytogenetics of the *morsitans* group. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1973, **67** (2): 302.
8. SOUTHERN (D. I.), CRAIG-CAMERON (T. A.) et PELL (P. E.). The meiotic sequence in *Glossina morsitans morsitans*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1972, **66** (1): 145-149.
9. SOUTHERN (D. I.), CRAIG-CAMERON (T. A.) et PELL (P. E.). A critical chromosome analysis of *Glossina austeni* Newst. (*Dipt.*, *Glossinidae*). *Bull. ent. Res.*, 1972, **62** (2): 195-198.

Appréciation comparée de la densité d'une population isolée de *Glossina tachinoides* West. par deux méthodes classiques : le circuit de capture et les marquages-recaptures

par D. CUISANCE (*)

RESUME

Des méthodes d'évaluation de la densité apparente (méthode du « circuit de capture » ou « fly-round ») et de la densité réelle (marquage-recapture simple ou répété) ont été appliquées simultanément dans un gîte à *Glossina tachinoides* durant la saison sèche, période climatique relativement stable, au cours de laquelle les glossines se concentrent dans un gîte riverain du Chari.

L'évolution qualitative des courbes de densité de la population ainsi isolée est semblable avec les deux méthodes dans les conditions de l'observation.

Quantitativement, seules les méthodes de marquage-recapture permettent une évaluation de la densité réelle; l'approche de celle-ci par ces méthodes dépend de leur régularité d'application, des délais de marquages ou de recaptures; elles nécessitent aussi des populations numériquement importantes sous peine de perdre leur validité. La méthode du « circuit de capture » peut alors leur être substituée et rendre de grands services.

I. INTRODUCTION

Le dénombrement exact de la totalité des individus d'une espèce donnée, dans une aire géographique même limitée, est d'une réalisation généralement difficile, voire impossible. Si des mesures directes sont inaccessibles, des méthodes d'appréciation indirecte sont utilisables et permettent, malgré les erreurs qui leur sont inhérentes, de rendre de grands services.

La lutte contre les insectes vecteurs de germes pathogènes continue à susciter un vif intérêt; c'est précisément le cas des glossines; pour juger de l'efficacité des méthodes mises en œuvre, il est indispensable de pouvoir appré-

cier la densité d'une population avant, pendant et après une intervention. Des investigations semblables s'imposent de même lorsqu'il s'agit de suivre la dynamique d'une population sous l'effet des conditions climatiques ou de comparer des variations saisonnières ou annuelles de densité.

Le but de la présente note est de signaler les résultats enregistrés avec deux méthodes d'étude classiques, utilisées simultanément dans un gîte à *Glossina tachinoides*, dont la population isolée subit de grandes variations de densité durant la saison sèche.

II. HISTORIQUE

Les premiers observateurs s'étaient vite aperçus que les glossines étaient confinées à des

(*) I.E.M.V.T., Région de Recherches vétérinaires et zootechniques de l'Afrique Centrale, Laboratoire de Farcha, B.P. 433, N'Djamena, Tchad.

zones de végétation assez bien définies (*fly-belt*) et qu'il suffisait de parcourir ces lieux à des périodes précises pour capturer des mouches.

FISKE (4), citant déjà quelques auteurs l'ayant précédé, donne les premiers résultats des échantillonnages obtenus par cette méthode. Les entomologistes anglophones d'Afrique de l'Est et de l'Ouest adoptent cette méthode appelée *Fly-round*; cette technique du circuit de capture fut vraiment définie en 1930 par POTTS (20) comme étant l'étude d'une zone à travers laquelle l'entomologiste trace un sentier traversant différents types de végétation; l'équipe de captureurs la parcourt à des intervalles réguliers pendant une longue période, récoltant sur chaque tronçon du circuit toutes les glossines et notant l'espèce, le sexe et un grand nombre d'autres renseignements. Utilisée par de nombreux entomologistes de terrain, cette méthode a fourni des données importantes, variables suivant les espèces de glossines, et dont les résultats ont été comparés avec la méthode de marquage-recapture [JACKSON (12), GLASGOW & DUFFY (8), GLASGOW & WELCH (9)]. Cette dernière, plus précise, est généralement adoptée dans l'étude des densités de population.

Les premières données sur les proportions d'animaux marqués recapturés semblent avoir été fournies par PETERSEN (3) sur les poissons. Mais c'est LINCOLN (17) travaillant sur des canards en Amérique du Nord, qui donne une formule d'estimation d'une population appelée « Index de Lincoln » (nombre d'animaux marqués relâchés, divisé par la proportion trouvée marquée lors de la recapture). Sur les glossines, JACKSON (11), dans l'Est Africain, appliqua cet indice et le perfectionna (13) dans ses méthodes dites « positive et négative ».

On citera les travaux de DOWDESWELL, FISCHER et FORD sur les Lépidoptères, ceux de GILMOUR, WATERHOUSE et Mc INTYRE sur la mouche bleue du mouton, ceux de LAMOTTE sur les escargots, SLUITER, VAN HEERDT et BEZEM sur les chauves-souris, AGUESSE sur les libellules (15).

Des traitements mathématiques très élaborés essayant de cerner au maximum la densité réelle d'une population et ses fluctuations ont été entrepris par LESLIE et CHITTY (16), BAILEY (2, 3) entre autres.

Ces analyses très complexes, susceptibles de rendre de grands services, sont d'un maniement difficile et restent, malgré tout, entachées d'erreurs, car tous les facteurs conditionnant la dynamique de la population analysée ne peuvent être pris en considération.

Parce qu'il convenait de perturber le moins possible la population étudiée, mais qu'il fallait en extraire le plus grand nombre de données possibles, tout en utilisant des moyens simples d'investigations, nous avons retenu comme méthode de base celle du marquage-recapture simple ou répété, appliquée de façon hebdomadaire dans un gîte donné dont il convenait de suivre la dynamique de population. La constitution du lot de mouches à marquer se réalise au cours d'un circuit de capture dans le gîte ou *fly-round*; la recapture, à un délai donné, a lieu suivant le même protocole. On est ainsi amené à comparer un nombre brut de glossines capturées dans un nombre d'heures fixes par rapport aux résultats obtenus par la méthode du marquage-recapture, sensée fournir une densité réelle et à se demander si les deux types de résultats concernant *G. tachinoides* sont liés entre eux au cours de la saison d'observation.

III. LIEUX D'OBSERVATION

Décrit dans une précédente publication (5), le gîte retenu est situé dans la réserve de faune de la Kalamaloué, à une quinzaine de kilomètres de N'Djamena, sur la rive camerounaise du Chari; il a l'aspect d'une bande étroite de végétation (1 000 × 100 m), très dense, en forme de fuseau, tapissant des bas-fonds argilo-sableux, sans eau au cours de la saison sèche, mais totalement inondés en période de crue du Chari ou de ses défluentés en saison des pluies. La population de glossines (*Glossina tachinoides* uniquement) ne s'installe qu'après le retrait des eaux d'inondation en saison sèche et fraîche (décembre).

En saison des pluies, les glossines sont fortement dispersées du fait des conditions climatiques favorables à cette époque, mais avec la sécheresse et les fortes températures, elles se regroupent et se concentrent dans ces zones végétales que l'on appelle gîtes.

Le gîte choisi reste parfaitement isolé, car entouré de grandes savanes arides qui consti-

tuent des barrières infranchissables pour les glossines à ce moment de l'année. Il faut donc souligner qu'il s'agit là d'une population isolée dans l'espace et que l'observation, qui a lieu de février à juin, s'étale sur une période climatique relativement homogène, caractérisée par de fortes chaleurs et une humidité basse, mais qui tend à s'élever à mesure que l'on se rapproche de la saison des pluies (juillet).

IV. METHODE DU CIRCUIT DE CAPTURE OU « FLY-ROUND »

Le nombre de mouches capturées dépend de la densité de la population, mais aussi de l'activité des insectes. Aussi, certains auteurs parlent-ils de « densité-activité » obtenue par cette méthode. NASH (4) employa le terme de densité apparente par rapport à la densité réelle obtenue par la méthode de marquage-recapture.

A. Protocole expérimental

Les auteurs anglais distinguent au moins quatre types de « fly-round », les captures se faisant soit en se déplaçant, soit à des points fixes.

- Le circuit commun : long de 5 miles, il est parcouru par l'équipe qui s'arrête tous les 50 ou 100 yards pour capturer les mouches.
- Le *vegetation fly-round* : composé de plusieurs sections qui ont trait à différents types de végétation, il est utilisé pour établir des rapports entre la concentration en glossines et les groupements végétaux.
- Le *transect fly-round* : le parcours est droit et traverse la zone à étudier, qui est divisée en sections au bout de chacune desquelles ont lieu les captures; généralement, plusieurs parcours parallèles entre eux sont définis.
- Le *picket fly-round* : on choisit 6 à 8 places de capture, où les captureurs stationnent une heure environ; c'est une capture à points fixes.

Dans notre observation, il s'agit d'un circuit de type commun se rapprochant cependant fortement du *vegetation fly-round*. L'équipe de captureurs (7-8 membres) reste groupée dans un rayon de 20 à 30 m autour du chef d'équipe et se déplace dans le gîte en s'arrêtant tous les

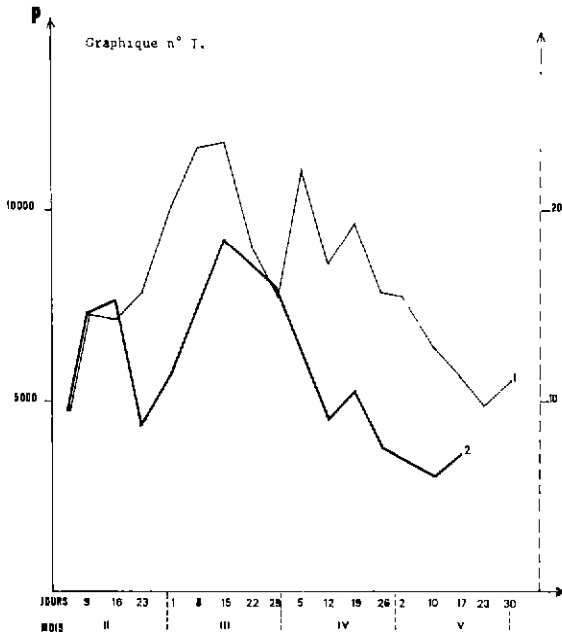
25 m environ; le circuit, qui dans sa forme (un huit) reste toujours le même, est parcouru deux fois dans la journée et traverse les zones de végétation connues pour être propices aux glossines.

Les heures de capture sont imposées principalement par les facteurs thermiques, hygrométriques, photoniques, mais la température ambiante conditionne à elle seule en grande partie l'activité de *Glossina tachinoides* dont l'optimum se situe entre 30-32° : en saison chaude les captures ont lieu le matin entre 7 h 30 et 11 h. Enfin cette méthode s'applique d'autant mieux à *G. tachinoides* que celle-ci pique préférentiellement l'homme (espèce anthropophile). Le captureur, qui représente l'appât, prend à l'aide d'un filet la glossine qui veut le piquer (« capture par unité d'effort » de type attractif). Le but est donc de donner à toute la population du gîte l'occasion de piquer l'homme et donc d'être capturée, afin de collecter le plus grand nombre de glossines par jour, suivant un protocole régulièrement constant.

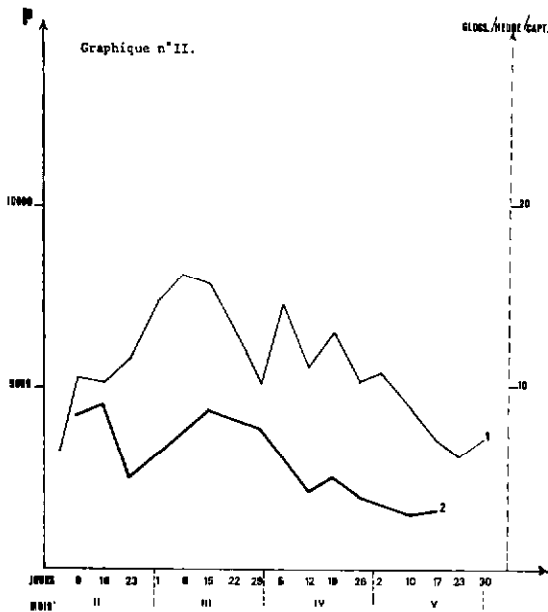
B. Résultats

GRUVEL (10), travaillant sur plusieurs gîtes à *G. tachinoides*, exprime la densité apparente par la moyenne horaire des captures faites dans une journée ou activité moyenne journalière horaire (A.M.J.H.). Pour notre part, durant les mois de février, mars, avril, mai, la méthode du circuit de capture a été pratiquée deux fois par semaine, et le nombre de glossines capturées est rapporté au nombre d'heures de capture et au nombre de captureurs, ce qui permet d'obtenir le nombre de glossines/heure/capteur. Une moyenne est faite des deux résultats obtenus chaque semaine et cette donnée moyenne est portée sur le graphique I (p. 440). Il est bien connu que, lors de captures au filet, le pourcentage des sexes est très différent : on capture environ 2/3 de mâles pour 1/3 de femelles, à cette période de l'année; ces dernières sont donc très mal représentées dans ce type d'échantillonnage. On retiendra seulement la courbe obtenue pour le total mâles et femelles et celle résultant des mâles seuls, les données chiffrées pour les femelles étant trop faibles. L'étude repose sur 20 920 glossines capturées dont 14 367 mâles.

On observe alors un accroissement rapide de la population; elle atteint son maximum à la



Graph. n° I. — Evolution de la densité de population (mâles et femelles) suivant la méthode du circuit de capture (1) et la méthode du marquage-recapture (2).



Graph. n° II. — Evolution de la densité de population (mâles seulement) suivant la méthode du circuit de capture (1) et la méthode du marquage-recapture (2).

mi-mars, puis décroît au cours de la fin mars ainsi qu'en avril et mai; la décroissance apparaît en dents de scie sur le graphique.

L'allure générale obtenue à partir des captures totales (mâles et femelles) est donc celle d'une courbe en clocher, celui-ci se situant à la mi-mars.

Pour la population de mâles seuls (graphique II) le même type de courbe apparaît; après une croissance rapide de la densité de population, on atteint le sommet du clocher qui se situe cette fois-ci 8 jours plus tôt par rapport à la courbe précédente, puis une décroissance en dents de scie lui fait suite au cours des mois d'avril et mai.

V. METHODE DU MARQUAGE-RECAPTURE SIMPLE

Elle permet d'obtenir théoriquement l'effectif réel de la population et donc d'en suivre les fluctuations. Si la méthode précédente n'apporte qu'une information relative, celle-ci est sensée donner un résultat quantitativement précis.

Dans différents gîtes de la réserve de la Kalamaloué, cette méthode a été employée entre 1966 et 1970 par GRUVEL (10) qui a pratiqué des sondages à des intervalles variables et en retenant des délais de recaptures plus ou moins grands, dans le but d'obtenir diverses données écologiques.

Nous avons repris la méthode en l'appliquant régulièrement toutes les semaines sur une période de quatre mois dans un gîte défini et en respectant un protocole rigoureusement constant de capture, de marquage et de recapture afin d'obtenir la courbe évolutive de la densité de population.

A. Protocole expérimental

Le principe est simple et n'est que la transposition de la méthode de dilution d'une substance colorée employée pour évaluer le volume d'un liquide qu'on ne peut recueillir en son entier (Le Berre).

$$P = \frac{M.T.}{m}$$

P = Population estimée.

M = N^{bre} de mouches marquées lâchées.

T = N^{bre} de mouches capturées.

m = N^{bre} de mouches marquées recapturées.

Cette méthode ne s'applique que si M , T et m sont assez grands et l'erreur standard calculée est :

$$\sigma = \sqrt{\frac{m(T - m)}{T^3}}$$

ce qui permet d'apprécier les valeurs supérieure et inférieure probables de P au risque choisi de 5 p. 100.

Entre le marquage et la recapture, un délai de 48 heures a été retenu; tout en permettant aux glossines marquées de se « diluer » dans la population, il n'autorise pas de grandes variations dans la natalité et la mortalité de celle-ci. Une étude sur la dispersion des glossines (vitesse et étendue) dans le gîte (5) a montré qu'au bout de 48 heures, la dispersion de mouches marquées pouvait être considérée comme très satisfaisante.

Comme il a été dit précédemment, la population du gîte décrit est isolée dans l'espace; aucune émigration ou immigration ne peuvent donc faire fluctuer une telle population. Des mouches marquées dans d'autres gîtes n'ont jamais été retrouvées dans ce gîte au cours de la saison chaude, alors qu'elles le sont facilement en saison des pluies; de même, aucune mouche marquée dans le gîte n'a été retrouvée dans les gîtes voisins. En dernier lieu, aucune perturbation profonde n'est venue modifier brutalement la population (abattage d'arbres, suppression des hôtes nourriciers constitués principalement par les guibs, feux de brousse, passage de troupeaux, etc.). Situé en pleine réserve, le biotope a été respecté. Les résultats obtenus dans ces conditions peuvent donc être considérés comme valables.

La technique de marquage utilisée est simple, rapide, pratique. Elle consiste à pulvériser sur les mouches, introduites par groupes d'une dizaine dans un tube à essai, un jet de poudre fluorescente (SWITZER Brothers Ins.) (23), ou à déposer avec un stylet sur le thorax de l'insecte une petite goutte de gouache (LINEL 7-77; J. M. PAILLARD). Ces marques restent visibles, sans toutefois trop attirer l'attention des prédateurs (lézards, araignées) ni affecter la vie des individus.

Les mouches marquées ont été libérées en un seul point (01) pour les lâchers, sauf ceux du 16 et 23 février, qui ont eu lieu en un autre point (02) distant de 250 m.

Durant la même période que précédemment (février, mars, avril, mai), la méthode de capture-marquage simple est pratiquée régulièrement chaque semaine; la couleur du marquage change à chaque sondage.

B. Résultats

Le total des glossines marquées et lâchées (M) correspond au total de celles récoltées lors d'un circuit de capture de cinq heures trente; la recapture (T), quarante huit heures après, a lieu suivant le même circuit. Les valeurs de la population P ainsi estimée, sont portées sur le graphique I, qui traduit l'évolution de cette dernière dans le temps d'observation considéré.

La courbe obtenue avec les chiffres globaux (mâles et femelles) indique une baisse de population entre le 16 et le 23 février, puis une croissance rapide jusqu'à la mi-mars suivie d'une décroissance en dents de scie durant avril et mai.

Si l'on considère la population P rapportée aux seules captures de mâles (graphique II), on observe une courbe qui suit la même évolution et pour laquelle le maximum est également atteint le 15 mars.

VI. COMPARAISON DES COURBES DE POPULATION OBTENUES PAR LES DEUX METHODES

— Sur le graphique I où sont portées les courbes évolutives obtenues par les deux méthodes sur l'ensemble des mouches, sans tenir compte des sexes, l'aspect en clocher est le même, les maximums étant atteints à la même date (15 mars). Les données fournies par les deux méthodes aboutissent donc à des courbes de population d'aspect général semblable. On notera simplement la différence mineure suivante : entre le 16 et le 23 février, la courbe obtenue par la méthode de marquage-recapture accuse une chute, qui trouve une explication dans le fait que pour ces deux dates, les lâchers de glossines marquées ont eu lieu en un point (02), qui n'est pas celui habituellement utilisé pour tous les autres lâchers (01); or, les conditions de survie ne sont pas les mêmes en ces deux points, 02 étant moins bien abrité que 01, ce qui donne des valeurs de m différentes, et explique ce décrochement dans la courbe.

— Sur le graphique II qui a trait aux courbes obtenues à partir des seules captures de mâles, on notera l'identité d'évolution avec la même réserve pour la période du 16 au 23 février. Toutefois, il faut signaler que les maximums pour les deux courbes accusent un léger décalage de 8 jours, qui reste une différence minime.

— D'une façon générale, on obtient par les deux méthodes utilisées dans les conditions définies (isolement de la population, stabilité relative des conditions climatiques à cette saison) des résultats très comparables.

- Avec la méthode du circuit de capture, JACKSON (12) travaillant sur *Glossina morsitans*, aboutit à des conclusions identiques; il considère que « les captures de glossines sur des circuits réguliers offrent une mesure sérieuse des changements de densité réelle » d'une population. Il sous-estime même fortement le facteur activité, qu'il considère comme mineur.

Les résultats obtenus par le circuit de capture dépendent en fait de l'activité des glossines, qui elle-même est sous la dépendance des facteurs extrinsèques (climat, nourriture etc.) et des facteurs intrinsèques (sexe, âge, état nutritionnel etc.). *Glossina tachinoides* ne viendra attaquer le captureur que si l'ensemble de ces conditions d'activité sont réunies. Les quantités capturées dépendent donc de nombreuses variables, dont les effets peuvent cependant être très sérieusement limités, si les captures ont lieu durant une même saison, aux mêmes heures, dans un même gîte, suivant un même circuit. Le nombre capturé est égal au produit de la densité par l'activité; si l'activité reste la même sur une même période, les captures varieront comme la densité. La courbe obtenue étant identique à celle relevée avec la méthode du marquage-recapture, justifie cette conclusion, qui est celle d'autres auteurs (LLOYD LI.) (18) qui acceptent le circuit de capture comme donnant une mesure relative utile de la densité de population.

Lorsque les conditions écologiques sont très fluctuantes, cette méthode ne peut donner de résultats valables.

Si JACKSON, sur *Glossina morsitans*, trouve une corrélation sérieuse entre la densité réelle et les données du circuit de capture, GLASGOW et DUFFY (8), GLASGOW et WELCH (9)

ne considèrent pas les variations du nombre de glossines capturées comme liées aux variations de la densité réelle des populations de *Glossina pallidipes*. Les résultats obtenus sur des espèces différentes et dans des conditions d'observation peu comparables, sont certainement à l'origine de ces opinions opposées.

Dans nos conditions d'observation (population isolée, stabilité climatique, constance des méthodes pratiquées), la densité apparente obtenue par le circuit de capture fluctue dans le temps de la même façon que la densité réelle fournie par la méthode du marquage-recapture.

- La méthode du marquage-recapture simple est sensée fournir la densité réelle de population, mais sa validité dépend de certains facteurs exposés précédemment.

Ici, la population n'a pas subi de variations brutales entre le marquage et la recapture; en particulier du fait de son isolement, les fluctuations dues à une émigration ou une immigration éventuelles sont à écarter. Seuls ont joué les facteurs natalité et mortalité, mais non pas de façon brutale.

Le délai de 48 heures entre le marquage et la recapture a été choisi, car il autorise une bonne dispersion et un brassage satisfaisant. C'est lui qui est retenu pour la méthode de capture-marquage simple, appliquée ici. Pour les besoins d'autres observations, des recaptures ont été effectuées aux délais de 6 j, 9 j, 13 j et même 16 j; les quantités m recapturées alors (tableau I, p. 443) vont en s'amenuisant, suivant une progression sensiblement géométrique et conditionnent P , dont les valeurs deviennent de plus en plus grandes (tableau II, p. 444) et ne peuvent être valablement retenues, car m recapturée ne représente plus seulement la dispersion des glossines, mais surtout leur disparition par mortalité. On a représenté sur le graphique III (p. 444), les courbes de variations de P (mâles et femelles) lorsque la méthode est appliquée à des délais de recaptures variables, pour la période où le point de lâcher a été toujours le même. On constate qu'aux délais de 2, 6 et 9 j, les courbes obtenues se superposent très bien; des valeurs de m , enregistrées à ces délais, de façon régulière dans le temps, conduisent à des valeurs de P quantitativement différentes pour une même date, mais variant de façon identique. Par contre, dès que l'on atteint le

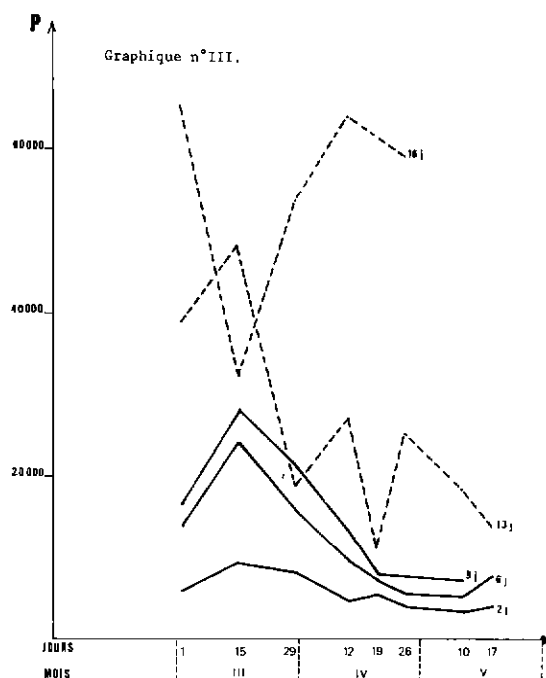
TABL. N° I - Valeur de m et P à différents délais de recapture (males et femelles)

Date de lâcher	M	I											Moy. =	P = M.I. / m	Densités de population obtenues						
		Total recapture																			
	2 j.	6 j.	9 j.	13 j.	16 j.	2 j.	6 j.	9 j.	13 j.	16 j.	2 j.	6 j.	9 j.	13 j.	16 j.	2 j.	6 j.	9 j.	13 j.	16 j.	
9.2.72	372	670	700	622	706	34	29	14	13	7	7 330	8 979	16 527	20 202	39 857						
16.2.72	508	622	706	747	882	41	21	14	9	6	7 706	13 283	27 105	49 784	81 280						
23.2.72	563	747	882	960	1 070	823	97	20	11	0	4 335	24 828	49 134	301 205	463 349						
1.3.72	701	960	1 070	823	888	118	54	35	16	11	5 703	13 890	16 453	38 905	65 320						
15.3.72	586	1 025	981	480	736	707	65	24	10	13	9 240	23 952	28 128	47 921	31 869						
29.3.72	529	708	804	716	532	912	47	27	18	9	7 968	15 752	21 042	18 761	53 605						
12.4.72	471	912	869	774	742	679	93	38	31	5	4 618	9 593	13 203	26 883	63 961						
19.4.72	481	869	742	679	712	79	51	42	31	-	5 291	6 998	7 776	11 047	-						
26.4.72	558	679	712	665	424	98	75	75	15	4	3 866	5 297	24 738	59 148							
10.5.72	534	424	577	529	473	74	62	40	14	-	3 059	4 969	7 062	18 041	-						
17.5.72	463	529	473	-	379	67	30	-	13	-	3 655	7 299	13 498	-							
											7,85	12 258	20 717	51 907	107 298						

TABLEAU N° II

Comparaison des valeurs obtenues pour P à différents délais de recaptures (moyennes)

P 2 j.	P 6 j./P 2 j.	P 9 j./P 2 j.	P 13 j./P 2 j.	P 16 j./P 2 j.
1	2,14	3,63	9,09	18,80



Graph. n° III. — Evolution de la densité de population suivant les délais utilisés avec la méthode de marquage-recapture ($P = M.T./m$).

délai de 13 j et plus encore celui de 16 j, les courbes deviennent aberrantes car m est alors trop petit.

Autrement dit, le délai de 48 heures semble donner une bonne appréciation de la valeur quantitative réelle de la population. Des délais plus longs (6 j, 9 j) donnent une valeur relative; mais celle-ci permet de suivre l'évolution graphique de la population dans le temps.

La taille de m conditionne l'évaluation correcte de la densité effective de la population; elle dépend du délai de recapture, mais aussi du lieu de lâcher de M . L'idéal serait de lâcher les glossines marquées en des points multiples pour leur assurer une bonne dispersion. Dans l'observation, tous les lâchers ont eu lieu au même point (01), sauf le 16 et le 23 février (point 02), période pour laquelle m a fluctué anormalement.

— La méthode du circuit de capture fournit donc une densité apparente, tandis que celle du marquage-recapture donne une densité réelle. La première méthode permet la capture d'une partie de la population : la fraction active qui vient attaquer le captureur; elle est fonction de la « disponibilité » ou *availability* des auteurs anglo-saxons, ou disposition qu'ont les glossines à venir piquer.

Dans un lieu donné et pour une saison déterminée, on peut calculer le rapport qui existe entre la fraction de population prise sur un circuit de capture et la population totale existante.

Cette aptitude à piquer dépend des facteurs extrinsèques et intrinsèques déjà cités. Lorsque les conditions climatiques d'activité sont optimales pour *G. tachinoides*, on capture en saison chaude environ 70 p. 100 de mâles. Selon BURSELL (19), les mâles sont capturés lorsqu'ils sont en phase 2 ou 4 de la digestion, alors que les femelles sont prises en phase 4 seulement, ce qui explique cette faible proportion des femelles dans les captures manuelles. On écartera donc les femelles de l'estimation de l'*availability*. Considérant les mâles seuls, on a calculé le rapport de la densité réelle à la densité apparente (tableau III) pour le gîte défini précédemment et pour la durée de la saison chaude 1972. Il varie pratiquement de 5 à 10 et sa valeur moyenne se situe à 6,4. Il y a environ 6 mâles dans le gîte lorsqu'on en capture un sur le circuit de capture.

A titre de comparaison, le tableau IV donne les valeurs de ce rapport pour d'autres espèces de glossines en Afrique de l'Est (*in* GLAS-GOW) (7).

Donc, la méthode du circuit de capture a l'avantage de la simplicité; sa valeur est relative. Le nombre de glossines prises par heure et par captureur donne un point de repère précieux, si le protocole de capture reste toujours le même dans un gîte bien défini et pendant une durée de temps dont les caractéristiques climatiques varient peu.

TABL.N°III-Evaluation de la "disponibilité" de *G. tachinoides* dans les conditions d'observation

Dates	Densité réelle (P = M.T.) / m	Densité apparente (circuit de capture)	Rapport ("disponibilité" ou "availability")
9.2.72	4 188	441	10,18
16.2.72	3 992	440	9,07
23.2.72	2 528	482	5,24
1.3.72	3 167	608	5,20
15.3.72	4 350	610	7,13
29.3.72	3 802	453	8,39
12.4.72	2 111	426	4,95
19.4.72	2 539	502	5,05
26.4.72	1 978	398	4,96
10.4.72	1 522	335	4,54
17.5.72	1 630	290	5,62
			m = 6,41 ± 1,18

TABL.N°IV-Valeurs de la "disponibilité" pour différentes espèces de glossines

E s p è c e	P a y s	"Disponibilité" ("availability")	Auteurs
<i>G. m. morsitans</i>	Tanzanie (Kakoma)	7,5	Jackson (1944)
<i>G. m. morsitans</i>	Tanzanie (Gedamara)	11,2 - 7,4	Jackson (1953)
<i>G. swynnertoni</i>	Tanzanie (Gedamara)	15,1 - 7,2	Jackson (1953)
<i>G. morsitans</i>	Ouganda (Ankolé)	526 - 50	Harley (1958)
<i>G. f. fuscipes</i>	Kenya (Port Victoria)	176	Glasgow (1954)
<i>G. f. fuscipes</i>	Kenya (Kuja River)	88	Glasgow (1954)
<i>G. f. fuscipes</i>	Kenya (Sari River)	150	Glasgow (1954)
<i>G. pallidipes</i>	Kenya (Lambwe)	1 000 - 200	Johns in Jackson (1954)
<i>G. tachinoides</i>	Tchad (N'Djamena)	10,1 - 4,5	Cuisance (1972)

Dans de telles conditions, elle a permis de tracer une courbe de densité apparente identique à celle de la densité réelle obtenue par marquage-recapture; cette dernière méthode, simple dans son principe, exige pour son application un échantillonnage important, un brassage satisfaisant et une population qui ne subit pas de changements brusques.

VII. LA METHODE DU MARQUAGE-RECAPTURE SIMPLE ET LES METHODES DES MARQUAGES-RECAPTURES REPETES (METHODES DE JACKSON)

La méthode de marquage-recapture simple est celle employée précédemment; après un

seul lâcher de glossines marquées, une seule capture a lieu au bout de 48 heures; elle permet de reprendre un certain nombre de mouches marquées et d'aboutir à une estimation de population basée donc sur les résultats d'un seul sondage « marquage-recapture » :

$$(P = \frac{M.T.}{m})$$

Au délai de 48 heures choisi, on suppose que la proportion des glossines marquées aux glossines non marquées est le reflet d'une bonne dilution et que la fraction marquée lâchée M n'a subi aucune décroissance due à la mortalité. En fait, lorsque les facteurs écologiques ne varient pas ou très peu, cette proportion de glossines marquées décroît d'une façon régulière qui suit sensiblement une progression géométrique (voir § précédent). Si on prend des échantillons à des intervalles de temps réguliers après le marquage, on peut estimer le taux de décroissance de la fraction marquée. Lorsqu'il est établi, il devient possible d'estimer la dilution exacte au jour même du marquage et par conséquent de calculer la valeur de la population à cette date.

JACKSON (13) a proposé deux méthodes basées sur ce principe (méthode « positive » et méthode « négative »); elles font appel à des marquages ou à des recaptures répétés; les résultats seront comparés à ceux de la méthode de marquage-recapture simple.

1. METHODE « POSITIVE » DE JACKSON

$$M \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{T \text{ capturé à différ. occasions}}{T_1 T_2 T_3 T_4} \\ \frac{m \text{ recapturé à différ. occasions}}{m_1 m_2 m_3 m_4} \end{array} \right.$$

A. Protocole expérimental

Il consiste à lâcher en une seule occasion une quantité M (assez grande) de mouches marquées. On pratique après ce lâcher plusieurs recaptures successives au cours desquelles on enregistre le nombre m de glossines marquées. Celles-ci sont relâchées après enregistrement de leurs quantités.

Un lâcher a lieu par semaine. Les recaptures se font suivant un circuit qui reste toujours le même. Elles ont été limitées à 4 séances aux délais de 2, 6, 9 et 13 j après le lâcher. Les techniques de marquage sont celles déjà décrites.

Pour pouvoir comparer les résultats, les quantités marquées et celles recapturées sont ramenées à 100 individus. Pour chaque délai de recapture, on calcule la valeur corrigée suivante :

$$y_1 = \frac{m_1 \times 100 \times 100}{M \cdot T_1}$$

$$y_2 = \frac{m_2 \times 100 \times 100}{M \cdot T_2}, \text{ etc.}$$

On obtient ainsi y_1, y_2, y_3, y_4 et l'on recherche y_0 . Il faut donc trouver le rapport moyen de chaque valeur de y à la valeur qui la précède et en particulier de y_1 à y_0 .

$$r = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{y_1 + y_2 + y_3}$$

$$\text{et } y_0 = \frac{y_1 + \dots + y_{k-1}}{r} \quad (y_1 \dots y_{k-2})$$

Ayant le point d'extrapolation y_0 , on a la population : $P = \frac{10^4}{y_0}$.

B. Résultats

La méthode « positive » de JACKSON a été appliquée à la population globale (mâles et femelles) d'une part, et à celle des mâles seuls, d'autre part.

— Appliquée aux quantités de glossines lâchées puis recapturées successivement sans tenir compte des sexes, la méthode donne, pour la période d'observation considérée, une courbe évolutive de la population représentée sur le graphique IV; après une chute brutale, on observe un accroissement de densité qui atteint son maximum le 29 mars pour décroître dans les jours suivants. Comparée à la courbe obtenue avec la méthode de marquage-recapture simple, on constate une similitude d'aspect avec cependant un maximum situé 15 jours plus tard dans le temps.

Les valeurs comparées de densité fournies par les deux méthodes donne en moyenne une population totale de 5 706 individus ($\pm 1 236$)

(une couleur par jour de capture); lors de la recapture unique qui les suit, on enregistre alors les glossines d'après la couleur du marquage qu'elles portent.

On procède donc de façon inverse à la méthode « positive ». L'observation se situe sur la même durée de temps : la saison chaude.

Les marquages ont été limités au nombre de quatre, espacés entre eux d'environ une semaine (quelques-uns quinze jours); la recapture finale a donc lieu environ trois semaines après le premier marquage.

De la même façon que pour la méthode précédente, on a corrigé les nombres obtenus comme si 100 mouches avaient été marquées et 100 mouches recapturées. On obtient alors les valeurs y_1, y_2, y_3, y_4 et on calcule le rapport

$$\text{moyen } r \text{ qui permettra de trouver } y_0 : P = \frac{10^4}{y_0}$$

B. Résultats

La courbe ainsi obtenue pour la saison considérée (graphique VI) traduit un accroissement de la densité de population totale (mâles et femelles) jusqu'à la mi-mars, suivi d'une chute progressive jusqu'au mois de mai. Si, pour la même période, on la compare à la courbe tracée avec les résultats de la méthode de marquage-recapture simple, on constate une similitude : elles ont en commun un aspect de courbe en clocher, le maximum étant atteint à la même date.

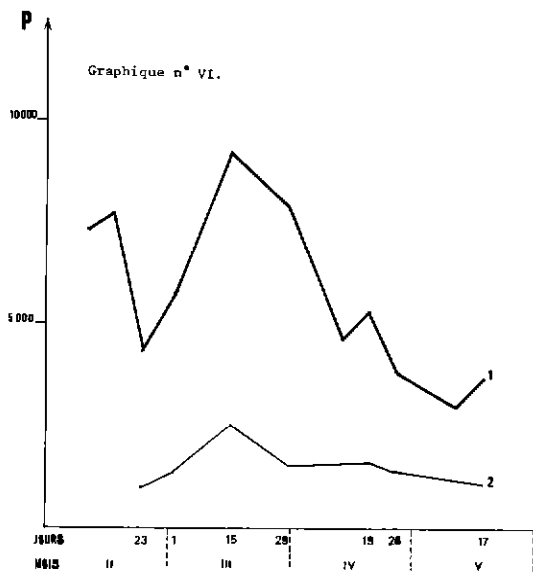
Par contre, les valeurs calculées de densité obtenues par les deux méthodes sont différentes ($t = 6,79$). Si la population du gîte est estimée à 5 706 individus d'un côté, elle n'est que de $1\,475 \pm 375$ par la méthode « négative ».

Considérant la population de mâles seuls, les mêmes remarques s'imposent : les courbes de densité suivent la même évolution, atteignent leurs maximums à la même date, mais les populations estimées sont quantitativement différentes :

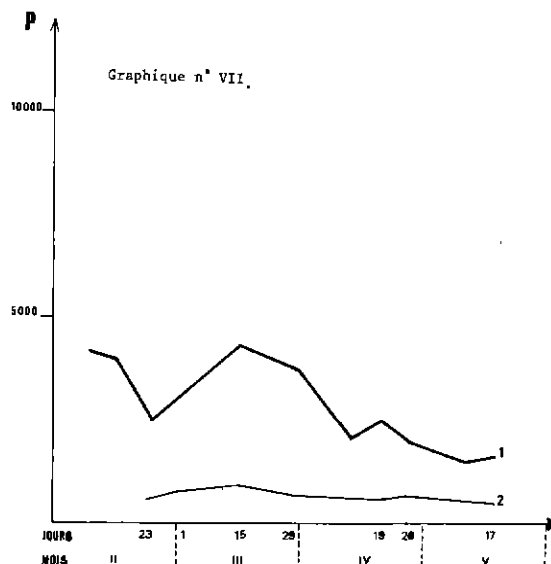
$$2\,891 \pm 635 \text{ et } 656 \pm 99 \text{ (} t = 5,53 \text{)}$$

C. Discussion

La méthode « négative » permet de savoir si la population croît ou décroît et concorde avec la méthode de marquage-recapture simple.



Graph. n° VI. — Evolution de la densité de population (mâles et femelles) suivant la méthode de marquage-recapture simple (1) et la méthode « négative » de Jackson (2).



Graph. n° VII. — Evolution de la densité de population (mâles seulement) suivant la méthode de marquage-recapture simple et la méthode « négative » de Jackson.

Elle nous donne cependant ici une mauvaise estimation de la densité réelle.

La méthode de marquage-recapture simple basée sur un seul délai de courte durée (2 j) donne une valeur de la densité légèrement sur-estimée. La méthode « négative » appliquée ici avec des délais de marquage trop grands, sous-estime certainement la population.

JACKSON trouvait des valeurs très semblables entre les résultats de ses deux méthodes (« positive » et « négative ») sur une même période d'observation. En fait, les résultats devraient être très proches, si, entre les recaptures successives de la méthode « positive » et entre les marquages successifs de la méthode « négative », les délais étaient les mêmes. Pour les besoins de différents objectifs visés dans cette expérience, nos délais de recaptures ont été de 2, 6, 9 et 13 j, alors que ceux des marquages étaient de 3 semaines, 2 semaines, 1 semaine avant la recapture finale. Les valeurs de m recapturé, différentes, expliquent ces écarts.

VIII. CONCLUSION

L'observation a porté sur une population de *Glossina tachinoides* isolée dans l'espace et concentrée sur une faible surface, autorisant ainsi des captures numériquement importantes; elle s'est déroulée sur une période climatique relativement stable (saison chaude).

— D'un point de vue qualitatif, la méthode du circuit de capture et celles du marquage-recapture simple ou répété, fournissent des données très concordantes quant à l'évolution de la densité de cette population. Croissance et décroissance se situent aux mêmes moments

et le maximum a lieu dans tous les cas entre le 15 et le 30 mars.

— D'un point de vue quantitatif, seules les méthodes de marquage-recapture permettent une approche de l'évaluation de la densité réelle; leur principe est simple, mais elles exigent d'être appliquées de façon constante et régulière. Le point de lâcher en particulier restera toujours le même.

Les méthodes « positive » et « négative » de JACKSON doivent donner sensiblement les mêmes résultats, si les délais de recaptures de l'une et les délais de marquages de l'autre sont identiques et assez courts. Reposant sur plusieurs délais, les valeurs de densité obtenues sont certainement plus proches de la réalité, mais ces méthodes faisant appel à des captures répétées, sont longues et astreignantes.

Si les méthodes de marquage-recapture sont seules à donner des valeurs numériques de la population P , leur application n'est possible que dans des gîtes de densité forte ou moyenne; lorsque celle-ci est faible, les quantités M , T et m sont trop basses pour donner des résultats valables. La méthode du circuit de capture peut alors rendre de grands services; en particulier, pour apprécier la valeur d'une méthode de lutte, elle permettra de suivre la décroissance de densité d'une population réduite et de juger des dernières étapes de son extermination.

SUMMARY

Compared density estimate of an isolated population of *Glossina tachinoides* West by two common methods: the fly-round and marking-recapture techniques

Methods for evaluating the estimated density (fly-round technique) and absolute density (simple or replicated marking-recapture techniques) were used simultaneously in a *Glossina tachinoides* habitat during the dry season, a rather stable climatic period in which *Glossina* concentrate in a habitat bordering on the Chari River.

Under observation conditions, the qualitative evolution of the density curves of the population thus isolated is the same for the two techniques.

From a quantitative point of view, absolute density can be evaluated only by marking-recapture techniques; the approach of this density depends on the regular application of these techniques, the delays in marking or recaptures; large populations are also required so that the techniques may be valid. The fly-round technique can then supersede them and be very useful.

RESUMEN

Apreciación comparada de la densidad de una población aislada de *Glossina tachinoides* West, mediante dos métodos clásicos: el circuito de captura y los marcados - nuevas capturas

Se aplicaron simultáneamente métodos de evaluación de la densidad aparente (método del « circuito de captura » o « fly-round ») y de la

densidad real (marcado-nueva captura simple o repetido) en un sitio de descanso de *Glossina tachinoides* durante la estación seca, periodo climático relativamente estable, durante la cual las glosinas se concentran en un sitio de las orillas del Chari.

En las condiciones de la observación, la evolución cualitativa de las curvas de densidad de la población así aislada es semejante con los dos métodos.

Cuantitativamente, solos los métodos de marcado-nueva captura permiten una evaluación de la densidad real.

La determinación de ésta mediante dichos métodos depende de su regularidad de aplicación, de los plazos de marcados o de nuevas capturas; Necesitan también poblaciones numericamente importantes bajo pena de perder su validez. Entonces se puede substituir el método del « circuito de captura » pudiendo hacer grandes servicios.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDREWARTHA (H. G.), BIRCH (L. C.). The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press, 1954, XVI, 782 p.
2. BAILEY (N. T. J.). On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika*, 1951, **38**: 293-306.
3. BAILEY (N. T. J.). Improvements in the interpretation of recapture data. *Biometrika*, 1952, **28**: 120-127.
4. BUXTON (P. A.). The natural history of tsetse flies. London, H. K. Lewis and Co Ltd, 1955, 816 p.
5. CUISANCE (D.), ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *Glossina tachinoides* W. lâchés dans les conditions naturelles. Environs de Fort-Lamy (Tchad). II. Longévité, dispersion. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (2): 169-186.
6. DAVIES (H.). Tsetse flies in Northern Nigeria. Ibadan University Press, 1967, 268 p.
7. GLASGOW (J. P.). The distribution and abundance of tsetse. Oxford, Pergamon Press, 1963, 252 p.
8. GLASGOW (J. P.), DUFFY (B. J.). Traps in field studies of *Glossina pallidipes* Austen. *Bull. ent. Res.*, 1961, **52**: 795.
9. GLASGOW (J. P.), WELCH (J. R.). Long-term fluctuations in numbers of the tsetse fly *Glossina swynnertoni* Austen. *Bull. ent. Res.*, 1962, **53**: 129.
10. GRUVEL (J.). Contribution à l'étude écologique de *G. tachinoides* dans la réserve de Kalamaloué, vallée du Bas-Chari. Thèse Doct. Sci., Paris, 1974.
11. JACKSON (C. H. N.). On a method of marking tsetse flies. *J. Anim. Ecol.*, 1933, **2**: 238-246.
12. JACKSON (C. H. N.). Some new methods in the study of *G. morsitans*. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1936, **4**: 812-96.
13. JACKSON (C. H. N.). The analysis of an animal population. *J. anim. Ecol.*, 1939, **8**: 238-246.
14. JACKSON (C. H. N.). The analysis of a tsetse fly population II. *Ann. Eugen., Lond.*, 1942, **11**: 176-205.
15. LE BERRE (R.). Cours du D.E.A. d'Ecologie. Faculté des Sciences de Paris, 1972.
16. LESLIE (P. H.), CHITTY (D.). The estimation of population parameters from data obtained by means of the capture-recapture method. I. The maximum likelihood equation for estimating the death-rate. *Biometrika*, 1951, **38**: 269-92.
17. LINCOLN (F. C.). Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns, Circ. U.S. Dep. Agric., 1930 n° 118.
18. LLOYD (L. L.). Assessment of a tsetse population. *Bull. ent. Res.*, 1936, **27**: 261-267.
19. MULLIGAN (H. W.). The african trypanosomiasis. London, George Allen and Unwin Ltd., 1970, 950 p.
20. POTTS (W. H.). A contribution to the study of numbers of tsetse fly (*Glossina morsitans* Westw.) by quantitative methods. *S. Afr. J. Sci.*, 1930, **27**: 491-497.
21. Rapports annuels, Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques d'Afrique Centrale, Laboratoire de Farcha, 1966 à 1970.
22. SADELER (C. B.). Cours du D.E.A. d'Ecologie. Faculté des Sciences de Paris, 1971.
23. TIBAYRENC (R.), ITARD (J.), CUISANCE (D.). Marquage des glosines par des poudres fluorescentes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2): 277-286.

Sécheresse, écologie et lutte contre *Glossina tachinoides* dans la région du Bas-Chari

par J. GRUVEL (*)

RESUME

La sécheresse intense qui s'installe en Afrique sahélienne depuis quelques années exerce également son influence au niveau des galeries ripicoles de la vallée du Chari. Elle modifie très sensiblement :

- les conditions écologiques vis-à-vis de *G. tachinoides* qui voit ses populations se réduire en limitant leur présence aux seuls rares endroits épargnés par le dessèchement;
- les conditions d'application de l'insecticide au cours de l'exécution de la campagne de lutte menée actuellement en aval de N'Djamena.

L'Afrique sahélienne connaît depuis plusieurs années des conditions de sécheresse exceptionnelle qui s'étendent à la région de N'Djamena et notamment à la vallée du bas-Chari.

Les deux grands facteurs de l'économie nationale, agriculture et élevage, sont durement touchés par ces modifications climatiques qui, en réduisant l'hydrographie de la région, entraînent un flétrissement de la végétation, non seulement de savane, mais également des bords du fleuve. En ces endroits, il modifie les biotopes de *Glossina tachinoides* et entraîne des variations de sa distribution et de sa densité.

Cette action résulte :

- de la diminution des pluies annuelles locales dont la répartition, trop étalée dans le temps, ne permet pas une saturation normale des terrains;
- de la réduction des zones d'inondation par le fleuve et ses défluent dont la baisse des niveaux, maximal et minimal, résulte de l'insuffisance et du mauvais étalement des pluies sur les hautes vallées du Chari et du Logone.

Cette note a pour but de mettre en évidence l'influence de cette période de sécheresse sur l'écologie de *G. tachinoides*, plus particulièrement dans la vallée du bas-Chari, et d'en dégager quelques remarques sur l'application des méthodes de lutte par pulvérisation d'insecticide.

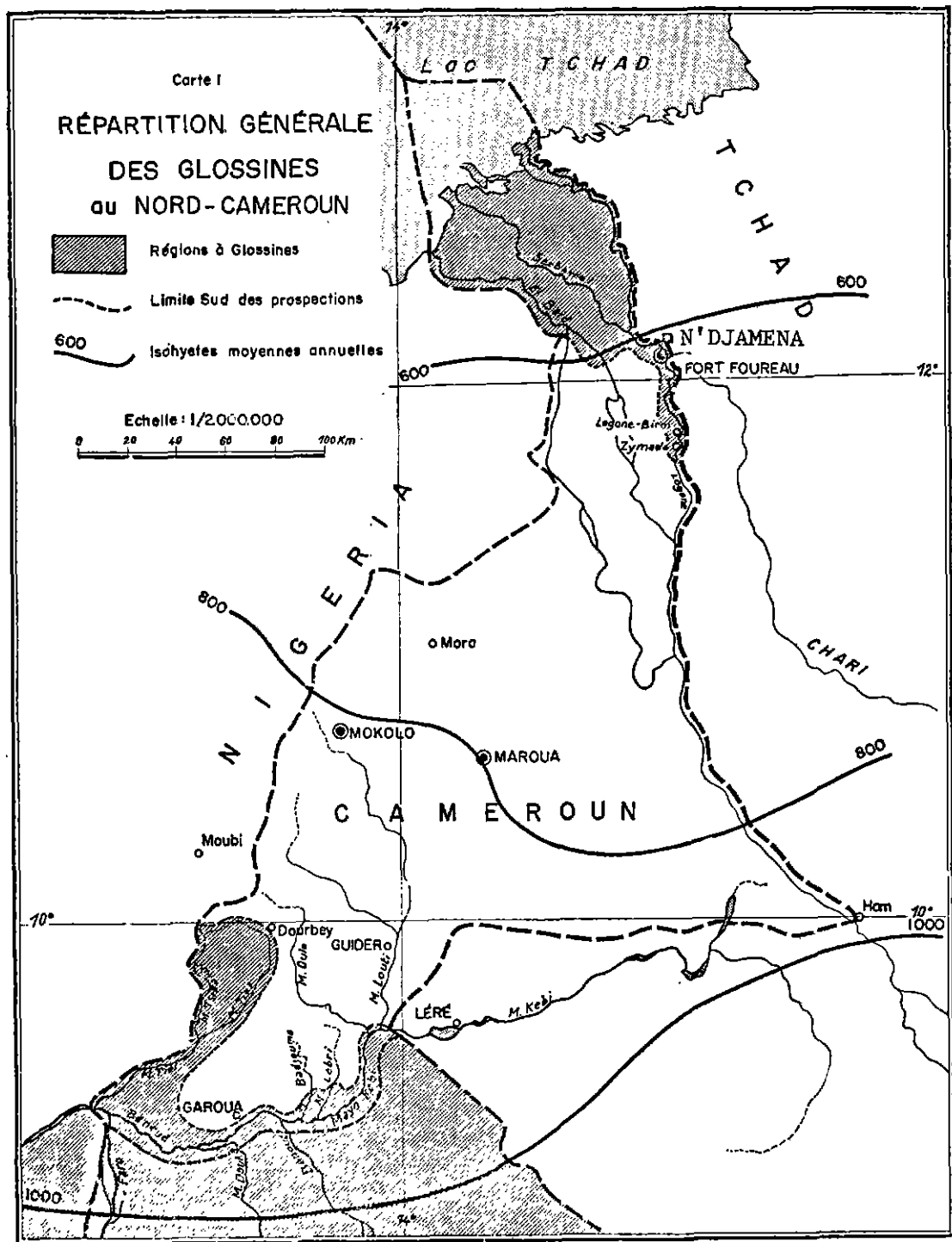
SECHERESSE ET ECOLOGIE DE *G. TACHINOIDES*

(Fig. 1 - Répartition - Carte)

On sait que la répartition de *Glossina tachinoides* W. dans la portion tchadienne et camerounaise du bassin du lac Tchad est liée au réseau hydrographique constitué par le Logone, le Chari, leurs affluents et leurs défluent dont l'El Beid pour le premier, le Bahr Erguig, le Serbewel et le Taf-taf pour le second, sont les plus importants.

- Les débordements annuels des fleuves alimentent normalement ces défluent qui conservent alors une grande partie de leur eau après la décrue. Tous ces cours d'eau, ainsi que quelques mares résiduelles, sont bordés naturellement par une végétation ripicole qui cons-

(*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Farcha, B.P. 433, N'Djamena, Tchad.



titue l'habitat typique de *G. tachinoides* 2 et 3 (*).

• Ces habitats sont inégalement occupés par les glossines au cours de l'année; suivant les

mouvements des eaux elles changent périodiquement de gîtes 4.

Les variations du niveau du Chari, relevées à la Station O.R.S.T.O.M. (**) de N'Djamena,

(*) Les numéros en italique renvoient à la bibliographie; ceux entre parenthèses aux zones de végétation.

(**) Nous remercions vivement les chercheurs de la Section d'Hydrologie qui nous ont aimablement communiqué ces renseignements.

TABLEAU N° I.-Variations des niveaux du Chari au cours des dix dernières années.

Périodes	Variations de hauteurs du Chari (mètre)			Observations
	M.	m.	Amplitude	
Moyennes de 1960 à 1970	7,23	0,92	6,31	M : 28 octobre; m : 28 avril (niveau inférieur à 4,08 mètres pendant 8 mois)
Année 1970	8,17	1,19	6,98	M : 25 octobre; m : 27 avril.
Année 1971	7,50	1,12	6,38	M : 16 octobre; m : 28 mai (m:étal depuis 14 mai)
Année 1972	4,29	1,00	3,29	M : en palier du 8 septembre au 11 novembre.
Année 1973	5,55	0,63	4,92	m:en palier du 12 au 30 avril M:fin octobre.

M = maximum; m = minimum.

sont données par les maximums et minimums, pour les dernières années, dans le tableau I.

• On remarque que, à partir de 1970, les valeurs caractéristiques accusent une baisse sensible, particulièrement remarquable en 1972 et 1973; le niveau minimal ayant été exceptionnellement bas cette dernière année. De plus, les maximums et les minimums qui se manifestent habituellement d'une manière très franche, à des intervalles de 6 mois, se trouvent maintenant émoussés et montrent même un étalement tout à fait anormal. Celui des maximums de 1972 est particulièrement saisissant.

• Les conséquences générales de ces baisses de niveau se font sentir nettement depuis la fin de l'année 1972 dans les défluent du Logone et du Chari :

- en amont de N'Djamena, l'El Beid et le Bahr Erguig, alimentés normalement, respectivement, par les débordements du Logone par les yaérés du nord-Cameroun et par ceux du Chari aux environs de Miltou, se sont trouvés dès le début de la dernière saison chaude, le premier totalement et le second partiellement à sec;
- plus localement, en aval de N'Djamena (vallée du bas-Chari), le Serbewel et le Taf-taf ont été *totalement* asséchés dès la fin du mois de mars 1973. De nombreuses mares intérieures ont, pour la première fois depuis très longtemps, été elles aussi entièrement privées d'eau.

Les populations de *G. tachinoides* se maintiennent dans des groupements végétaux ripicoles dont la composition, la distribution et la persistance dépendent de la durée des inondations qu'ils subissent 4. Elles suivent ou pré-

èdent annuellement la descente ou la montée des eaux et se trouvent localisées entre les portions des galeries végétales ripicoles, ou trop arides de l'intérieur, ou inondées des parties basses.

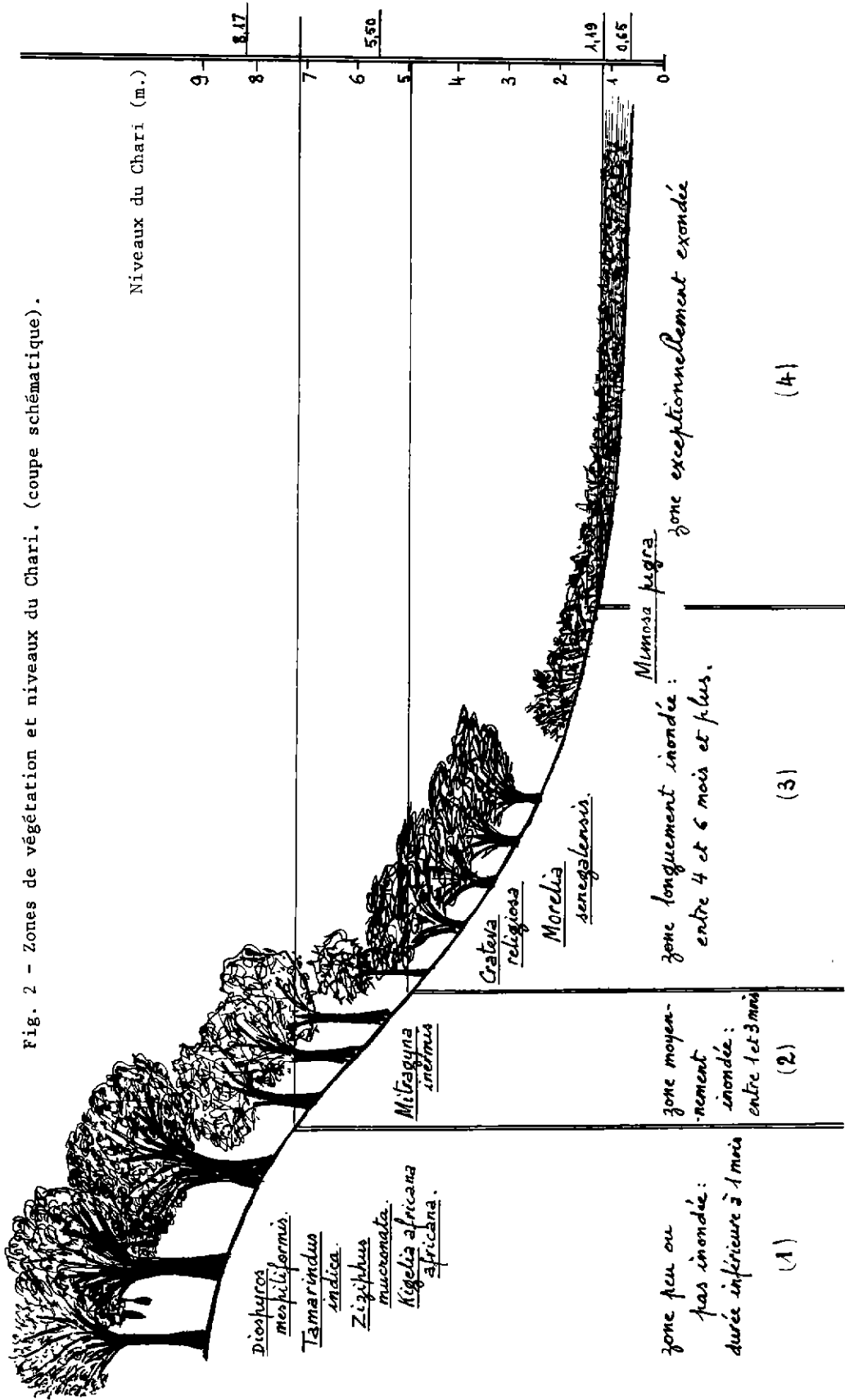
• En année normale, trois zones de végétation caractéristiques peuvent ainsi être distinguées (fig. 2, p. 454) :

- La zone (1), peu ou pas inondée, où les glossines sont présentes de fin août à début décembre;
- La zone (2), inondable près de 3 mois, est occupée par les mouches à la descente et à la montée des eaux : de novembre à mars puis de fin juillet à début septembre;
- La zone (3) inondée plus de 6 mois en moyenne chaque année, est habitée par les tsé-tsé de janvier à fin juillet. Les *Morelia senegalensis* forment les gîtes de cette zone qui se prolonge, vers les eaux libres, par des massifs de *Mimosa pigra* dont la plus grande surface est normalement immergée.

• Le tableau II rend compte des déplacements des populations de *G. tachinoides* observés au cours de l'année.

L'examen de ce tableau et de la figure 2 montre qu'en période de très basses eaux, comme ce fut le cas en 1973, une quatrième zone végétale constituée surtout de *Mimosa pigra* ou parfois de *Salix ledermanni* est mise à découvert et constitue les seuls lieux de survie des glossines. Celles-ci abandonnent totalement les gîtes habituels devenus trop arides où l'allongement de la période de dessèchement a déterminé la mort de nombreux arbres : *Morelia* notamment et même Mimosées. Grou-

Fig. 2 - Zones de végétation et niveaux du Chari. (coupe schématique).



tion en est difficile et la vitesse linéaire de progression des équipes de travail se trouve considérablement ralentie. De plus, la consommation d'insecticide y est nettement augmentée.

Mais il convient de remarquer qu'une sélection de ces champs de Mimosées s'impose :

— certains d'entre eux sont complètement isolés, loin de toute végétation arborée dense et de tous points d'eau voisins. Aucun gibier ne s'y rencontre et les glossines sont naturellement absentes de ces endroits. Il devient alors inutile de les traiter car, rapidement inondés, ils ne seront jamais habités par les glossines.

— d'autres, possédant encore quelques bas-fonds humides et situés à proximité des lieux de rassemblement des animaux peuvent retenir quelques populations de glossines. Exondés peu longtemps, l'intervention n'y a pour effet que de détruire les seules mouches présentes; la montée des eaux qui suivra rend, en noyant ces endroits, l'emploi d'un insecticide rémanent tout à fait superflu. De plus, l'assèchement de la végétation voisine suffit à s'opposer à l'installation des rares glossines ayant échappé au traitement. Il apparaît alors possible, en année de sécheresse exceptionnelle, de ne traiter qu'au moment des plus basses eaux et de n'utiliser que des insecticides aux effets fugaces n'entraînant pas les conséquences lointaines, polluantes, néfastes pour la faune sauvage environnante, trop souvent à déplorer à la suite d'applications massives d'insecticides chlorés.

La distinction qui vient d'être faite entraîne la nécessité de faire un choix dans les lieux susceptibles d'être traités, si l'on veut conserver les avantages de la sélectivité.

— En année normale, les prospections préalables aux pulvérisations peuvent être menées rapidement, ne considérant que l'aspect général des gîtes traditionnels et les attaques relativement fréquentes des mouches encore nombreuses.

— En année anormale de sécheresse, la sélection des gîtes à traiter est plus délicate. Elle doit faire intervenir l'examen de tous les facteurs écologiques contribuant au maintien des glossines dans une zone végétale donnée : densité de la végétation, humidité sous ombrage, proximité des points d'eau et fréquence du gibier. De plus, les tsé-tsé ne manifestent leur présence qu'aux heures où les conditions

climatiques déterminent leur maximum d'activité : mi-journée en saison fraîche, matin et soir en saison chaude. Ce point est extrêmement important à considérer avant de pouvoir conclure à l'absence ou à la présence de glossines. En période sèche où les durées d'activité sont limitées, toute recherche hors des heures favorables peut entraîner des conclusions fausses.

En année de sécheresse, le traitement des gîtes, sélectionnés par ces prospections préalables, pourra être fait tardivement, en saison chaude, lorsque les mouches sont à leur maximum de concentration; la durée d'intervention sera ainsi réduite.

Les pulvérisations des massifs de mimosées entraînent cependant une préparation préalable du terrain pour en faciliter les accès en profondeur. Toutefois, il apparaît inutile de poursuivre le traitement vers l'intérieur de ces massifs au-delà d'une dizaine de mètres, les glossines ne pénétrant la végétation que par ses limites dégagées. L'application de l'insecticide pourra être étendue aux troncs des arbres voisins appartenant à des gîtes de bordure encore denses, peu affectés par la dessiccation.

CONCLUSION

L'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies, localement et sur les hautes vallées du réseau hydrographique du Chari, déterminent en aval de N'Djamena un flétrissement précoce de la végétation riveraine. Celui-ci est particulièrement accentué le long des défluent et des mares intérieures qui n'ont pas été normalement alimentés en eau lors des crues du Chari dont le niveau s'est révélé dès 1972, particulièrement bas. Les minimums de saison chaude sont devenus en conséquence très inférieurs à la normale, voire nuls, dans quelques cours d'eau qui ont été pendant plusieurs semaines totalement asséchés. La végétation bordante s'est montrée rapidement inhabitable pour les glossines qui ne peuvent alors être rencontrées que dans les denses massifs de Mimosées occupant les bas-fonds conservant encore quelque humidité. Leur survie n'y reste cependant possible que dans la mesure où la faune sauvage peut se maintenir à proximité, bénéficiant de rares points d'eau pour s'abreuver.

Dans de telles conditions, l'exécution d'un programme de lutte apparaît en grande partie facilité; pouvant être limitée dans le temps à la période de concentration maximale des glossines et géographiquement aux seuls endroits où elles se réfugient. Mais, dans une certaine mesure, la préparation des pulvérisations au niveau des champs de mimosées peut parfois

entraîner un ralentissement dans l'exécution du travail qui peut cependant être estimé lors des prospections.

Il convient, par ailleurs, de souligner l'action destructrice des habitants sur les galeries ripicoles dont les effets s'ajoutent aux précédents pour réduire la distribution de *G. tachinoides*.

SUMMARY

Drought, ecology, and control of *Glossina tachinoides* in the Lower Chari area

The severe drought which has become prevailing in the Sahelian zone of Africa for some years has an effect at the level of the riparian galleries in the Chari Valley. It significantly modifies:

- the ecological conditions for *G. tachinoides* which sees its populations decrease in number by limiting their presence only to the few sites free of drought;
- the conditions of insecticide application in the course of the implementation of the control campaign carried out at present downstream of N'Djamena.

RESUMEN

Sequía, ecología y lucha por insecticidas contra *Glossina tachinoides* en la región del bajo-Chari

La sequía importante que ocurre en Africa saheliana desde algunos años ejerce su influencia en la vegetación de las orillas del Chari.

Modifica: las condiciones ecologicas para con *G. tachinoides* cuyas poblaciones siguen reduciendo y no se encuentran más que en sitios no secos; las condiciones de aplicación del insecticida durante la ejecución de la campaña de lucha actualmente efectuada más abajo de N'Djamena.

BIBLIOGRAPHIE

1. CUISANCE (D.). Evolution, sous l'action de la sécheresse, d'une population isolée de *G. tachinoides* West.; région du Bas-Logone. (Sous presse).
2. GRUVEL (J.). Les glossines, vectrices des trypanosomiasés au Tchad. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, 19 (2): 169-211.
3. GRUVEL (J.), TRONCY (P. M.) et TIBAYRENC (R.). Contribution à la connaissance de la distribution des glossines au Nord Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, 23 (1): 83-91.
4. GRUVEL (J.). Contribution à l'étude écologique de *G. tachinoides* West., dans la réserve de Kalamaloué, vallée du Bas-Chari. Thèse Doct. Etat Sci. nat. Paris, 1974.
5. MacLENNAN (K. J. R.). Fifty years of entomological research in relation to glossina extermination: current progress and future trends in Northern Nigeria. *Proc. ent. Soc. Nig.*, 1968, 1: 83-87.
6. MacLENNAN (K. J. R.). A consideration of environmental consequences following anti-tsetse operations in Nigeria. *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1973, 5: 40-45.

Haematoxenus separatus sp. n. (Sporozoa, Theileriidae), a new blood parasite of domestic sheep in Tanzania

by G. UILENBERG (*) and M. P. ANDREASEN (**)

RESUME

Haematoxenus separatus sp.n. (Sporozoa, Theileriidae),
nouvel hématozoaire du mouton domestique en Tanzanie,
transmissible par tiques

Après une revue du genre *Haematoxenus*, connu chez le bovin, le buffle africain et des antilopes africaines, les auteurs rapportent la découverte d'une nouvelle espèce de ce genre chez le mouton domestique en Tanzanie, *H. separatus* sp. n. Le parasite, apparu chez un mouton après splénectomie, a pu être transmis à un second mouton par inoculation de sang infecté. Le parasite diffère morphologiquement des *Theileriidae* déjà connues chez le mouton par la présence d'un voile, particularité du genre *Haematoxenus*; de plus, ses dimensions sont plus grandes que celles de *Theileria ovis* de Madagascar et de la République Centrafricaine. On ne sait pas encore si des éléments sans voile, apparus en même temps que les formes à voile, appartiennent à l'espèce *H. separatus* ou s'ils doivent être attribués à une infection mixte. Le voile est séparé du parasite, contrairement à celui d'*H. veliferus*. Le voile semble provenir du cytoplasme de l'érythrocyte infesté. La division d'*H. separatus* dans les globules rouges se fait en quatre, comme chez les autres *Theileriidae*. Des stades exo-érythrocytaires n'ont pas encore été observés. Une modification de la définition du genre *Haematoxenus* est proposée.

INTRODUCTION

The genus *Haematoxenus* was created for an intracellular blood parasite of cattle in Madagascar, *H. veliferus* Uilenberg, 1964. The only stages in the life cycle of this parasite which have been recognized until now are the erythrocytic forms, morphologically similar to

Theileriae, apart from the fact that many have a rectangular « veil » arising from the side of the organism. Division in four is also similar to the *Theileriae* (11).

H. veliferus has been found in cattle (both *Bos indicus* and *B. taurus*) in Madagascar (10, 11, 12, 13), in Nigeria (4, 3), in Kenya (2, 17), in Uganda (2, 8, 9), in the Central African Republic, the Chad and Mali (14). We have also seen it in a bloodsmear from a cow taken in the Ivory Coast in 1972 by our colleague Dr M. Clair, and recently in several cattle in Tanzania. The parasite is therefore widely spread in tropical Africa, and is quite common

(*) Tanzania F.A.O./U.N.D.P. Project "Improvement of Tick Control", c/o Central Veterinary Laboratory, P.O. Box 9254, Dar-es-Salaam, Tanzania.

(**) The Royal Veterinary and Agricultural University, Department of Veterinary Virology and Immunology, 13 Bülowsvej, 1870 Copenhagen V, Denmark.

in Madagascar (11, 12, 13), in Uganda (9, UILENBERG and ROBSON, unpublished observations, 1973), in Mali (15) and in Tanzania (UILENBERG, unpublished observations, 1973, 1974).

A morphologically identical parasite occurs in wild African buffaloes (*Syncerus caffer*) in the Central African Republic (14) and in Uganda (17).

Haematoxenus also occurs in African antelopes from impala (*Aepyceros melampus*) in Tanzania (5), and YOUNG (personal communication, 1973), has found it in hartebeest (*Alcelaphus buselaphus*) in Kenya. The morphology of the veil of the parasites in antelopes seems to be somewhat different from that of *H. veliferus*, being less regularly rectangular.

In this paper, we describe a new pathogenic parasite of domestic sheep in Tanzania, for which we propose the name *Haematoxenus separatus* sp. n., the "separated" *Haematoxenus*.

MATERIAL AND METHOD

A lamb (n° 1549) of the local breed of sheep, approximately 6 months old, born at Dar-es-Salaam, was splenectomized. Scanty theilerial parasites had been seen on one occasion in its blood prior to the operation, and it was hoped to obtain a high parasitaemia of *Theileria ovis* Rodhain, 1916, for transmission experiments with ticks. A second lamb, black-headed Persian, approximately one month of age, born at Dar-es-Salaam, was also splenectomized; it was hoped that this young animal, born in a flock where some tick control was practised, would still be free from *T. ovis*, in order to serve for transmission experiments.

OBSERVATIONS ON THE SHEEP

Lamb n° 1549

Scanty theilerial organisms appeared in its blood 3 days after splenectomy. They increased in number from day 6 after the operation, until on day 17 over 5 p. 100 of the erythrocytes were infested; the parasitaemia decreased after this maximum and the parasites were again scanty on day 21.

Theilerial organisms associated with veils were first noted on day 6. Their number increased at the same time as that of the normal theilerial organisms, until on day 17 a maximum of at least 1 p. 100 of erythrocytes infested was reached; their decrease also paralleled that of the normal organisms. During this period, the proportion of organisms associated with a veil to the normal ones appeared to remain relatively stable, at any one time some 10 to 15 p. 100 of the total number of parasites being associated with a veil. Both types fluctuated in number after day 21, from very scanty to fairly numerous (never exceeding 0,2 p. 100 of cells infested), and both could be found for at least fourteen months after splenectomy. The ratio of veiled to unveiled parasites appeared far less constant during this period of low parasitaemia.

Lamb 1549 also showed *Anaplasma ovis* Lestoquard, 1924 after the operation. The first anaplasms appeared on day 10, and they had become so numerous, associated with marked anaemic changes in the blood picture, on day 20, that the animal was treated with a tetracycline (Reverin®) at 10 mg/kg. The anaplasms then disappeared within a few days and have not been seen again.

Fever was noted on days 11 to 13, with a maximum of 41,0° C on day 12, associated with a rapid rise in number of both types of theilerial organisms, while *A. ovis* was still scanty. Anaemia was noted from day 19 onward, while the theilerial parasites were decreasing in number, associated with a rapid increase in parasitaemia by *A. ovis*; anaemic changes in the blood picture were most pronounced on days 21 to 23.

Persian lamb

No blood parasites appeared following splenectomy. On day 40 after the operation, it was injected subcutaneously with 5 ml of blood taken from lamb 1549. This was 58 days after the splenectomy of lamb 1549; both types of theilerial parasites were fairly numerous in its blood that day.

Very scanty theilerial organisms were seen in the blood of the Persian lamb 18 days after this injection. The type associated with a veil was observed with certainty 21 days after the injection. Unfortunately, the animal, which had

lost its mother and had become very weak, died 22 days after the injection.

DESCRIPTION OF *HAEMATOXENUS SEPARATUS* SP. N.

Morphology

(methanol fixation, Giemsa staining)
(fig. 1, 2, 3, microphoto)

Theileria-like organisms in the red blood cells, associated with a veil that does not arise from the parasite as in *H. veliferus*, but is separated from it. The long axis of the veil does not seem to have any particular orientation in relation to the parasite. No difference in colour or intensity of staining between the veil and the cytoplasm of the red cell has been observed, except in erythrocytes in the process of lysis, when the veil retains its original colour, while the normal cell cytoplasm becomes faint. The veil is most commonly situated outside the red cell, opposite a corresponding gap in the cell, and it appears to originate from erythrocyte cytoplasm. The veil can also be situated on or in the cell, in which case it is surrounded by an unstained halo. [A similar gap around the veil of *H. veliferus* is commonly seen, see UILENBERG (13, p. 432)]. The organism and its associated veil are sometimes seen lying free between the red cells, presumably a result of lysis of the host cell. The shape of the veil is on the whole rectangular, but the angles are commonly rounded, and ellipsoid and crescent-shaped veils occur. The dimensions of the veils vary from slightly more than 1 μ to over 3 μ in length, with a width of approximately 0,5 μ to more than 1 μ .

The organisms are typically *Theileria*-like. Round and oval parasites predominate, narrow rod-shaped ones also occur, but are less frequent. The largest parasites are well over 2 μ in length, the smallest are approximately 1,5 μ .

Dividing forms, associated with a veil, are present. Division is as in *Theileria*, with the formation of a Maltese cross, resulting in four small parasites.

Some or all of the unveiled theilerial organisms present at the same time as typical *H. separatus*, may belong to this species; small theilerial organisms without veils also occur in *H. veliferus* (11). Their average dimensions

are less than those of typical *H. separatus*; many are only 1 μ by less than 0,5 μ .

Life cycle

Unknown, apart from multiplication in four in the red cells.

Host

Domestic sheep.

Transmission

Artificial transmission is possible by subcutaneous injection of infected blood.

Pathogenicity

The fever in lamb 1549, although the temperature was normal at the maximum of the theilerial parasitaemia, may have been caused by the (possibly mixed) theilerial parasites, as *A. ovis* was still scanty at that time. The anaemia in lamb 1549 may well have been due mainly to *A. ovis*.

Differential diagnosis

H. separatus differs from *T. ovis* and *Theileria hirci* Dschunkowsky and Urodschewich, 1924 in the presence of the veil. The veil is such a striking feature that it is inconceivable that the different authors who have observed sheep *Theileriae* could have overlooked it. *T. hirci* has only been reported from northern Africa, southern Europe and Asia Minor, while *T. ovis*, the only other known *Theileria* of sheep, has been reported from many parts of Africa, including Tanzania [see for instance NEITZ (7)]. We have compared *H. separatus* to what we consider to be *T. ovis* from splenectomized sheep in Madagascar and the Central African Republic. The biggest forms of *T. ovis* do not reach the size of some almost *Babesia*-like parasites of well over 2 μ that are found in *H. separatus*. No veils like those of *H. separatus* were seen in smears from Malagasy and Central African sheep. Within some of the *T. ovis* infested red cells a darker patch like an ill-defined veil was seen, as well in smears from Madagascar as from the Central African Republic; this has been reported before in Malagasy sheep (13). Such darker patches, which are quite different from the clearly defined veils of *H. separatus* or *H. veliferus*,

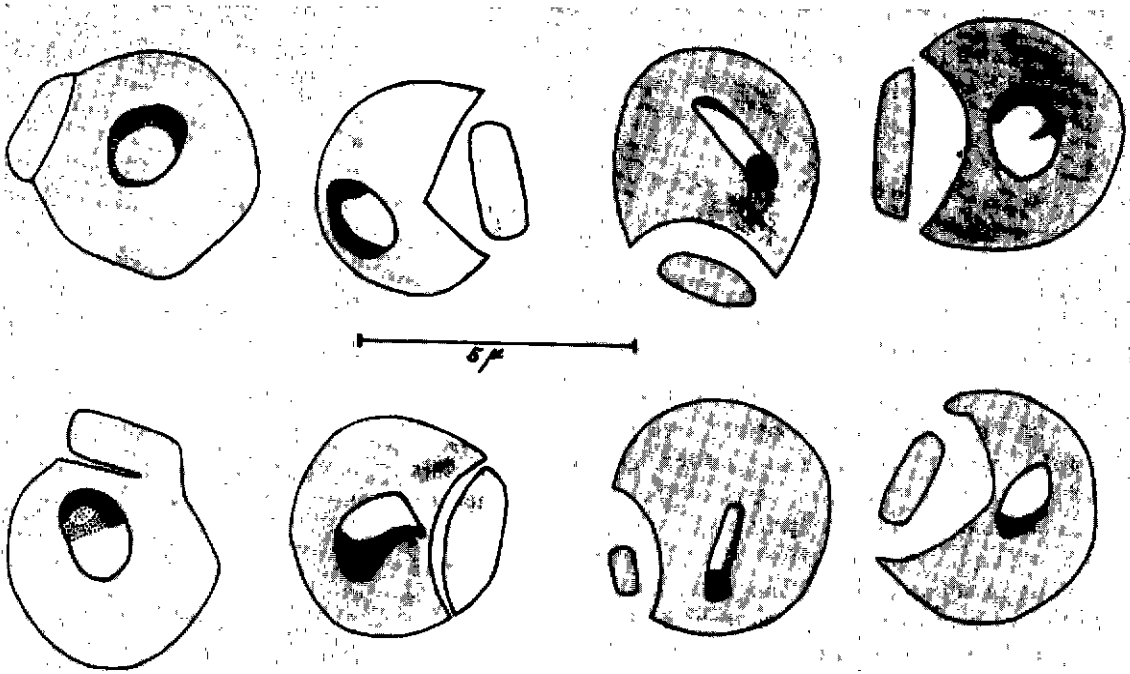


Fig. 1. — *Haematoxenus separatus* dans les erythrocytes de mouton.

Fig. 1. — *Haematoxenus separatus* in sheep erythrocytes.

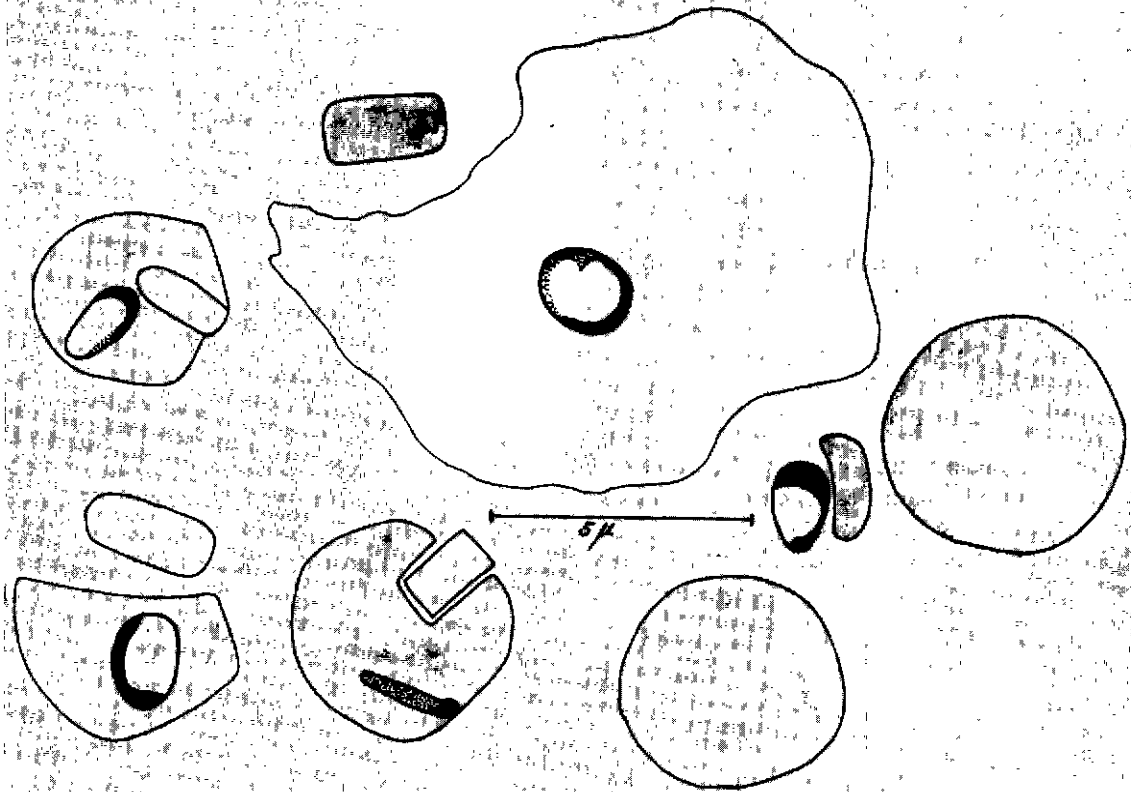


Fig. 2. — *Haematoxenus separatus* comprenant un parasite libre avec voile et un parasite dans un globule rouge en voie de lyse, le voile gardant sa couleur originale.

Fig. 2. — *Haematoxenus separatus*, including one free-lying parasite with veil, and one parasite in lysing red cell, the veil retaining its original colour.

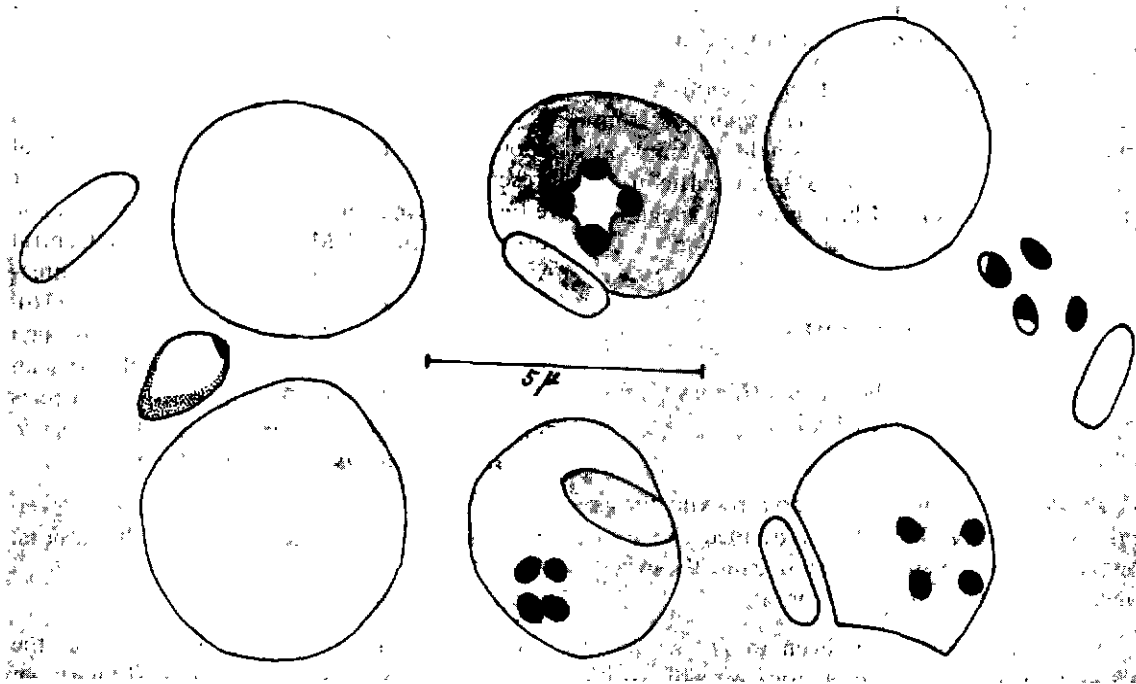


Fig. 3. — *Haematoxenus separatus* comprenant un parasite libre avec voile, trois formes en division dans des globules rouges, et un parasite libre qui vient apparemment de terminer sa division en 4, avec son voile.

Fig. 3. — *Haematoxenus separatus*, including one free-lying parasite with veil, three dividing forms in red cells, and one free-lying parasite that has apparently just completed its division in four, with accompanying veil.

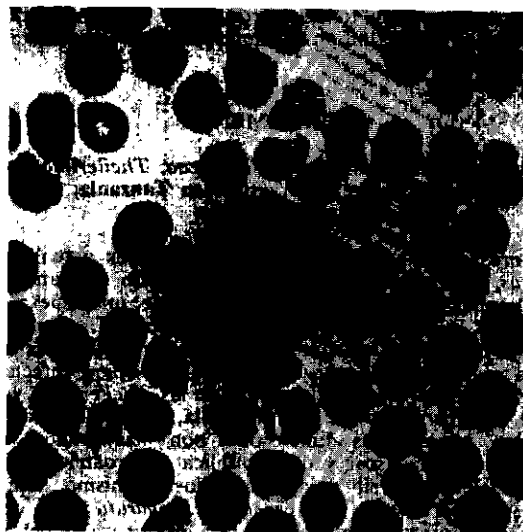


Fig. 4. — Microphotographie d'*Haematoxenus separatus* dans les erythrocytes de mouton.

Fig. 4. — Microphotograph of *Haematoxenus separatus* in sheep erythrocyte.

have not been seen in red cells of lamb 1549 infested with unveiled or veiled organisms.

The position of the veil in relation to the parasite is quite different in *H. separatus* from that in *H. veliferus*. One single attempt at transmission of *H. veliferus* from cattle to a splenectomized sheep has given a negative result (11).

DISCUSSION

The definition of the genus *Haematoxenus* by BARNETT (1) and LEVINE (6) should be amended as follows :

Theileriidae in which the erythrocytic forms are associated with a clearly defined more or less rectangular veil, separated from the organism or appearing to arise from it.

As noted before (15), even in *H. veliferus* the veil probably does not arise directly from the organism, but seems to be separated from it by a narrow band of erythrocytic cytoplasm, visible with the electron microscope (unpublished electron microscopic photographs made by Dr H. M. D. HOYTE, Brisbane, 1965). It

now appears that the veil originates from erythrocytic cytoplasm. Its mode of origin and its function remain quite unknown.

Veil-like structures may be more wide-spread amongst the *Theileriidae* than is realized at present. As noted above, darker patches of red cell cytoplasm are associated with some forms of *T. ovis* in Madagascar and the Central African Republic. They also occur in infections with the British cattle *Theileria* (16), which may not be *T. mutans* after all, as such structures have not been seen with African or Malagasy *T. mutans*. Intermediate species between typical representatives of *Theileria* and *Haematoxenus* might thus occur.

Specimen slides of *H. separatus* have been deposited in the collections of both authors.

Acknowledgements

We are grateful to the Director of the Livestock Development of the Ministry of Agriculture and to the Director of the Central Veterinary Laboratory in Dar-es-Salaam for permission to publish this paper. We also wish to thank Mr D. S. M. Kadaso, Assistant Field Officer, for his assistance.

SUMMARY

The authors describe a new species of the *Theileriidae*, *Haematoxenus separatus* sp. n., in domestic sheep in Tanzania. The parasite appeared in the blood after splenectomy of a carrier, transmission by injection of infected blood was successful. The veil of this species is separated from the parasite, not appearing to arise from it as in *H. veliferus* of cattle. An amendment for the definition of the genus *Haematoxenus* is proposed.

RESUMEN

Haematoxenus separatus sp. n. (*Sporozoa*, *Theileriidae*) nuevo hematozoario de la oveja doméstica en Tanzania, trasmisible por garrapatas

Los autores pasan en revista los conocimientos actuales del genero *Haematoxenus*, conocido en el bovino, el búfalo africano y antílopes africanos. Después, notan el descubrimiento de una nueva especie de dicho genero en la oveja doméstica en Tanzania, *H. separatus* sp. n. Se pudo transmitir el parásito, encontrado en una oveja después de esplenectomia, a una segunda oveja por inoculación de sangre infectada.

El parásito difiere morfológicamente de las *Theileriidae* ya conocidas en la oveja por la presencia de una vela, particularidad del genero *Haematoxenus*. Además sus dimensiones son más grandes que las de *Theileria ovis* de Madagascar y de República Centroafricana. No se sabe todavía si los elementos sin vela, aparecidos al mismo tiempo que las formas con vela, pertenecen a la especie *H. separatus* o si deben de ser atribuidos a una infección mixta. La vela es separada del parásito, al contrario de la de *H. veliferus*. Parece provenir del citoplasma del eritrocito infestado. *H. separatus*, como los otros *Theileriidae*, se divide en cuatro en los glóbulos rojos. No se observaron todavía estados exo-eritrocitarios. Se propone una modificación de la definición del genero *Haematoxenus*.

LITERATURE REFERENCES

1. BARNETT (S.F.). Theileriasis. In: WEINMAN (D.) and RISTIC (M.). Infectious blood diseases of man and animals. Diseases caused by Protista. Vol. II. The pathogens, the infections, and the consequences. New York and London, Academic Press, 1968 : 269-328.
2. BUYS (J.), FOLKERS (C.) and PERIE (N.M.). *Haematoxenus veliferus* in cattle in Uganda and Kenya. *J. Parasit.*, 1969, **55** : 1066.
3. FOLKERS (C.), BUYS (J.), BLOTKAMP (J.), VAN HOEVE (K.) and KUIL (H.). Survey on blood parasites of cattle presented for treatment against trypanosomiasis in Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1970, **18** : 215-220.
4. FOLKERS (C.) and KUIL (H.). Blood-parasites in cattle, sheep and goats in Northern Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1967, **15** : 121-123.
5. IRVIN (A.D.), OMWOYO (P.), PURNELL (R.E.), PEIRCE (M.A.) and SCHIEMANN (B.). Blood parasites of the impala (*Aepyceros melampus*) in the Serengeti National Park. *Vet. Rec.*, 1973, **93** : 200-203.
6. LEVINE (N.D.). Taxonomy of the piroplasms. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 1971, **90** : 2-33.
7. NEITZ (W.O.). Theilerioses. In: BRANDLY (C.A.) and JUNGHERR (E.L.). *Adv. Vet. Sci.*, Vol. V., New York and London, Academic Press, 1959 : 241-297.
8. OTENG (A.K.). *Haematoxenus veliferus* Uilenberg, 1964 : a new piroplasm of cattle, recorded at Entebbe, Uganda. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1970, **18** : 19-20.
9. OTENG (A.K.) and ODEKE (G.M.). The incidence of *Haematoxenus veliferus* (Uilenberg, 1964) in cattle in Serere and Kyoga Counties of Uganda. *East Afr. Agric. For. J.*, 1972, **37** : 211.
10. UILENBERG (G.). *Haematoxenus veliferus*, n.g., n. sp., parasite *incertae sedis* du sang de bovins à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** : 655-662.
11. UILENBERG (G.). Acquisitions nouvelles dans la connaissance d'*Haematoxenus veliferus* hématozoaire des bovins à Madagascar. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1965a, **58** : 432-445.
12. UILENBERG (G.). Influence du détiqage sur la présence de parasites sanguins chez les bovins malgaches observés après splénectomie. Indications pratiques pour la lutte contre les hématozoaires pathogènes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965b, **18** : 165-173.
13. UILENBERG (G.). *Haematoxenus veliferus*, hématozoaire des bovins à Madagascar. Note complémentaire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, 1965c, **18** : 429-433.
14. UILENBERG (G.). Existence d'*Haematoxenus veliferus* (Sporozoa, Theileriidae) en Afrique Centrale. Présence d'*Haematoxenus* sp. chez le buffle africain. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, 1970, **23** : 455-456.
15. UILENBERG (G.). Contribution à la connaissance des protozoaires et Rickettsiales sanguicoles et des tiques d'animaux à Madagascar. Ph. D. Thesis, State University, Utrecht, 1972 : 12.
16. UILENBERG (G.), ROBSON (J.) and PEDERSEN (V.). Some experiments on the transmission of *Theileria mutans* (Theiler, 1906) and *Theileria parva* (Theiler, 1904) by the ticks *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) and *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann, 1901, in Uganda. *Z. Tropenmed. Parasit.*, 1974, **25** : 207-216.
17. YOUNG (A.S.), IRVIN (A.D.) and WOODFORD (M.J.). *Haematoxenus* species from Ugandan buffalo *Syncerus caffer*. *J. Wildlife Dis.*, 1973, **9** : 94-98.

Modifications de certains constituants biochimiques du sang chez les zébus naturellement infestés par *Fasciola gigantica*

par J. BLANCOU (*), Y. CHENEAU (*) et A. BOUCHET (*)

(avec la collaboration technique de Françoise ALEXANDRE et D. RAMBELOMANANA)

RESUME

Le dosage de douze constituants biochimiques du sang de cinquante zébus atteints de fasciolose grave démontre que le taux de six d'entre eux varie, de façon significative ou hautement significative, par rapport à celui relevé chez cinquante témoins.

Il s'agit des taux d'albumine, de bilirubine, de transaminase glutamique-pyruvique, de gamma-globulines, de Béta-globulines et des protéines sériques. Ce sont les variations des taux de bilirubine et de transaminase glutamique-pyruvique qui semblent en corrélation la plus étroite avec la fasciolose et peuvent confirmer le diagnostic de cette parasitose.

INTRODUCTION

L'étude des modifications des constituants biochimiques essentiels du sang dans la fasciolose a été surtout réalisée chez les ovins infestés artificiellement (2, 3, 7, 13, 15, 16, 17, 22, 24, 26).

Les études de même ordre sont beaucoup plus fragmentaires chez les bovins et concernent uniquement le parasitisme par *Fasciola hepatica* (1, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 18, 20, 21, 27), le plus souvent créé artificiellement.

Nous nous sommes donc proposé, dans le présent travail, de contribuer à élargir nos connaissances sur la physio-pathologie de l'infestation parasitaire naturelle, à *Fasciola gigantica* en particulier. Notre but était aussi de dégager, éventuellement, des critères de diagnostic des états avancés de fasciolose, complémentaire des méthodes coproscopiques ou immunologiques (4, 5).

MATERIEL

Animaux

Les sangs des 100 animaux objets des analyses biochimiques que nous rapportons ont été choisis parmi ceux de 1 770 zébus malgaches tués dans un abattoir industriel de Tananarive, au cours des mois de novembre-décembre et janvier 1972-1973. Ce sont des animaux âgés de 6 ans ou plus.

Etant donné l'incertitude quant à l'existence et la gravité de l'infestation au moment de l'abattage, une trentaine des zébus abattus dans la journée font l'objet d'un prélèvement de sang au moment de la saignée. Ce n'est qu'après le résultat d'autopsie que certains prélèvements sont retenus et groupés en deux catégories.

1. Prélèvements correspondants à des animaux totalement indemnes de lésions macroscopiques de fasciolose ou de tuberculose (*), qui constituent le groupe témoin.

(*) I.E.M.V.T., Laboratoire central de l'Elevage, B.P. 4, Tananarive, République Malgache.

(*) L'incidence de la tuberculose bovine est de 50 p. 100 sur les sujets abattus à Tananarive.

2. Prélèvements correspondants à des animaux, exempts de tuberculose, atteints de formes graves de fasciolose : angio-cholite chronique, cirrrose et nombre de douves par foie supérieur à 70.

Matériel d'analyse

Matériel classique nécessaire aux prélèvements puis aux analyses effectuées selon les techniques décrites au chapitre suivant.

Certains réactifs sont livrés standardisés et prêts à l'emploi, en particulier pour le dosage des lipides totaux et des transaminases (**).

METHODES

Prélèvements

Le sang est prélevé, lors de la saignée jugulaire, en deux flacons de verre : l'un, vide, où sera récolté le sérum; l'autre, contenant du mélange de WINTROBE, où sera récolté le plasma.

Analyses

Douze tests ont été effectués, choisis parmi ceux qui nous paraissaient avoir le plus de chances d'être modifiés dans les états d'hépatite parasitaire avancée :

Protéinogramme

Selon la technique de GRASSMAN et HANNIG (électrophorèse sur papier, coloration au noir Amido - 10 B, interprétation par Integraph ELPHOR) (19).

Protéines sériques

Méthode photométrique au biuret de RIEGLER, technique de GORNALL (11).

Fibrinogène

Microdosage photométrique par la technique de LECLERC et KHODABANDEH (11).

Lipides totaux

Méthode pondérale après extraction au méthylal-méthanol par la méthode de DELSAL, technique de HARLEY (11).

Bilirubine totale

Diazoréaction d'Hijmans VANDENBERGH

après libération de la bilirubine totale par la réaction de JENDRASSIK et GROF (11).

Transaminases glutamique oxaloacétique (T.G.O.) et glutamique pyruvique (T.G.P.)

D'après la technique de FRANKEL et REITMAN (23).

Calcium

Microdosage par complexométrie (méthodes à la calcéine) selon DREUX et GIRARD (11).

RESULTATS

Les résultats figurent sur les graphiques suivants, concernant 50 zébus gravement infestés par « *Fasciola gigantica* » et 50 zébus témoins, indemnes de fasciolose et de tuberculose.

L'analyse statistique des résultats individuels des 100 sujets (FISHER et STUDENT) permet de déterminer les tests les plus discriminants, quant à l'état parasitaire.

Cette relation, nulle pour certains constituants, est au contraire très hautement significative, ou significative, pour d'autres.

La classification, dans l'ordre d'importance du coefficient « t » déterminé entre les deux groupes, parasités et témoins est indiquée dans le tableau p. 471.

DISCUSSION

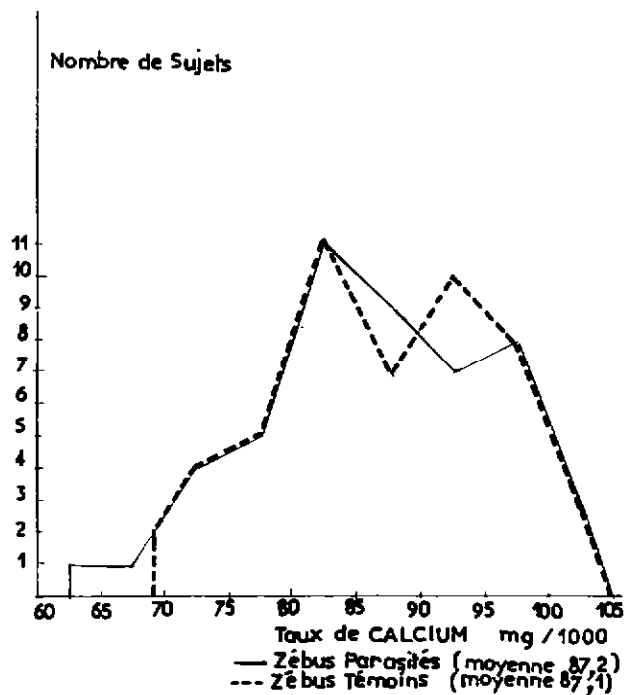
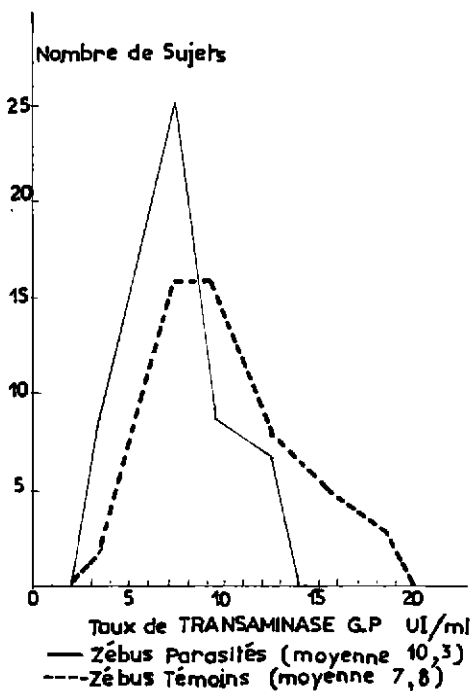
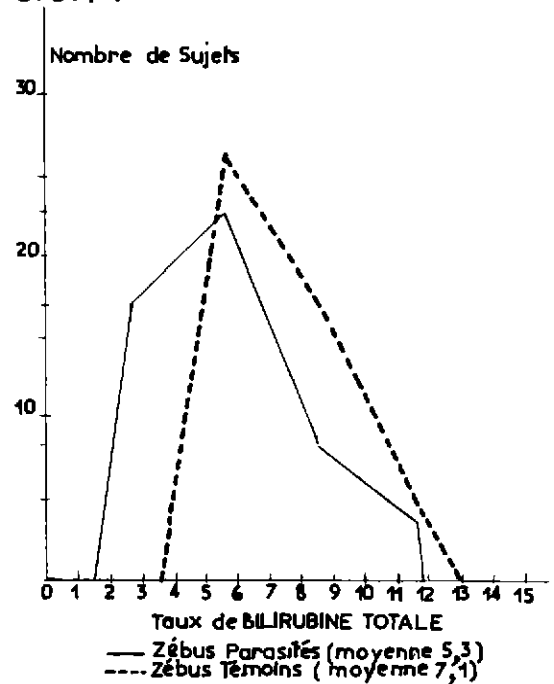
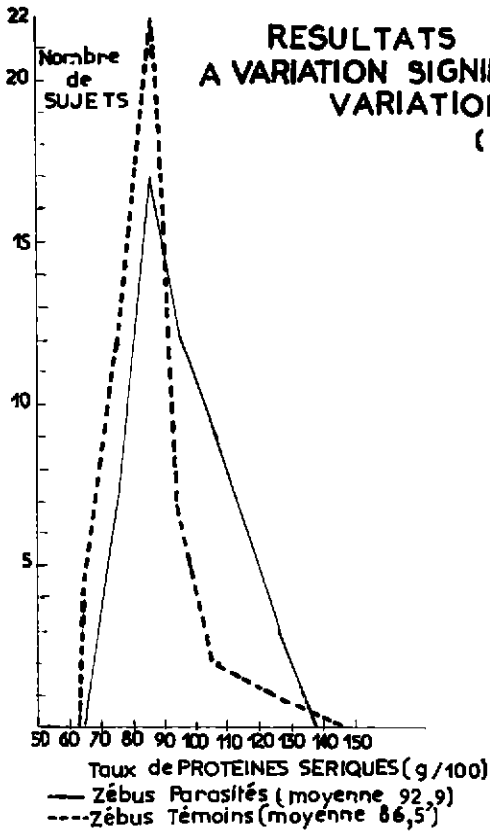
En considérant chacun de nos résultats, par rapport à ceux obtenus par d'autres auteurs, nous pouvons encore mieux dégager la valeur qui s'y attache.

1. Protéinogramme

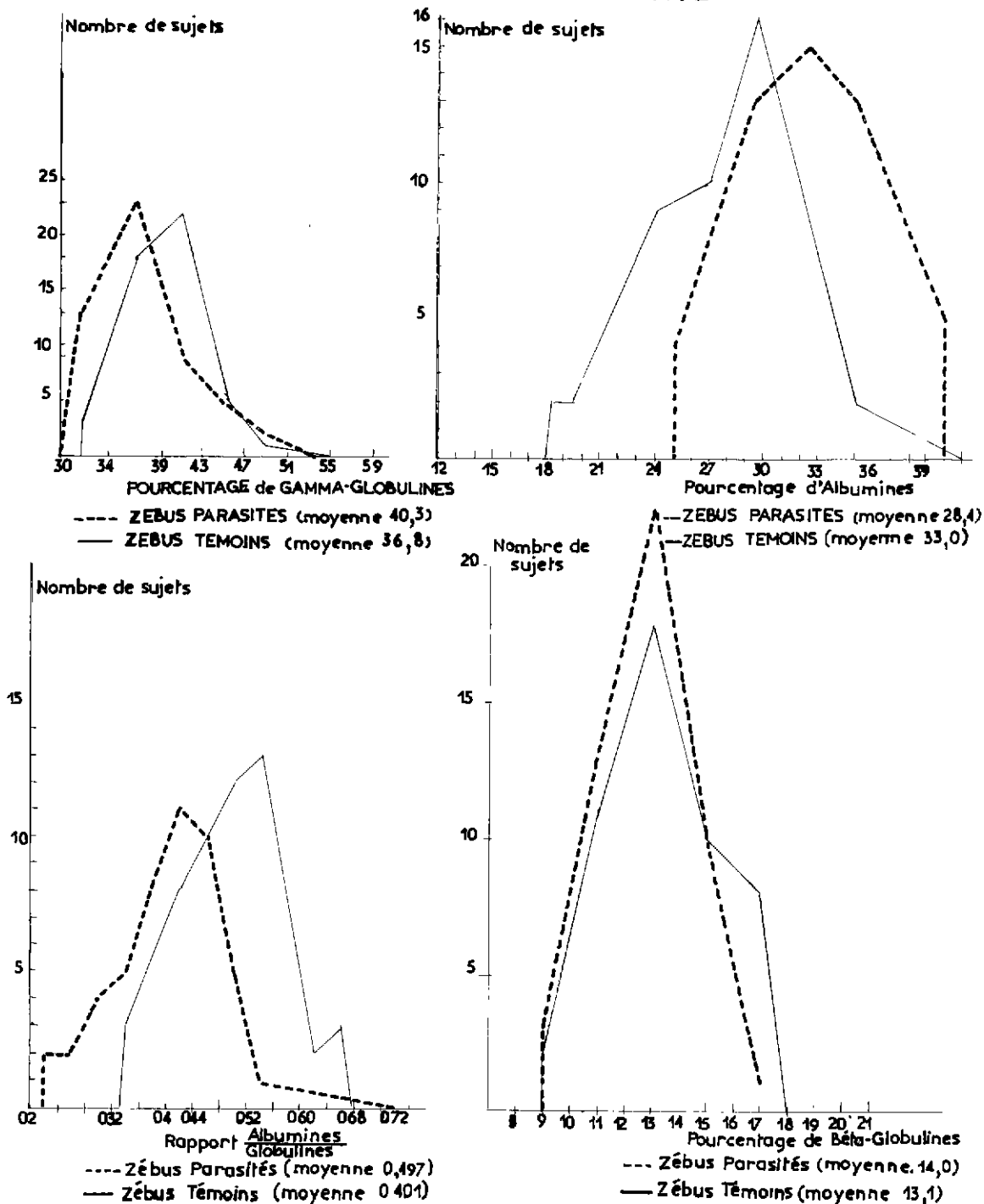
Trois de ses composantes varient, dans notre étude, de façon significative ou hautement significative lors de fascioloses graves : Albumines, Bétaglobulines, Gamma Globulines. Cette variation est signalée par la plupart des auteurs précédemment cités. Mais elle n'est pas spécifique de l'hépatite parasitaire et signe seulement un état pathologique infectieux. W. MULLIGAN (21) en donne une explication détaillée dans le cas de la fasciolose, se basant sur l'étude du métabolisme de protéines marquées à l'iode radioactif. L'altération des muqueuses de l'animal parasité au niveau cellulaire entraîne une fuite protéique (« hypoalbuminémie hyperca-

(**) « Mercko-tests ».

**RESULTATS COMPARES DE TROIS ANALYSES
A VARIATION SIGNIFICATIVE ET D'UNE ANALYSE A
VARIATION NON SIGNIFICATIVE
(CALCIUM)**



RÉSULTATS COMPARÉS DE QUATRE ANALYSES A VARIATION SIGNIFICATIVE



Analyses	Moyennes		Valeur de \bar{t} *	Valeur de la corrélation
	Témoins	Parasités		
Rapport $\frac{\text{Albumines}}{\text{Globulines}}$	0,401	0,497	6,76	Hautement significative (inférieure à $t = 0,01$)
Albumines	33 p. 100	28,4 p.100	5,89	Hautement significative (inférieure à $t = 0,01$)
Bilirubine	7,1 mg/1000	5,3 mg/1000	4,04	Hautement significative (inférieure à $t = 0,01$)
Gamma globulines	36,8 p. 100	40,3 p.100	4,00	Hautement significative (inférieure à $t = 0,01$)
Transaminases T.G.P.	7,8 UI/ml	10,3 UI/ml	3,50	Significative (inférieure à $t = 0,01$)
Protéines sériques	86,5 g/100	92,9 g/100	2,32	Significative (inférieure à $t = 0,05$)
Bêta globulines	13,1 p. 100	14 p.100	2,11	Significative (inférieure à $t = 0,05$)
Fibrinogène	7,6 g/1000	8,3 g/1000	1,69	Non significative (inférieure à $t = 0,1$)
Transaminases T.G.O.	63,6 UI/ml	55,9 UI/ml	1,55	Non significative (inférieure à $t = 0,2$)
Lipides totaux	3,8 g/1000	4,1 g/1000	1,44	Non significative (inférieure à $t = 0,2$)
Alpha 2 globulines	10,2 p. 100	9,8 p.100	0,76	Non significative
Alpha 1 globulines	7 p. 100	6,9 p.100	0,75	Non significative
Calcium	87,1 mg/1000	87,2 mg/1000	0,03	Non significative

* Pour 98 degrés de liberté la différence des moyennes est significative entre le groupe témoin et celui des animaux parasités aux niveaux. $t = 0,05$: 1,99 et $t = 0,01$: 2,63.

tabolique »), compensée par une synthèse accrue de gamma globulines.

2. Bilirubine totale

La variation de ce constituant est considérée comme non significative par O. MOLINARI (20) et A. A. VASIL'EV (28). S. K. DWIDEDI considère son augmentation comme significative à $P = 0,01$ (8).

La valeur moyenne relevée dans notre étude est de 5,3 mg/1 000 chez les zébus parasités contre 7,1 mg/1 000 chez les témoins (variation hautement significative). Cette diminution paraît aberrante compte tenu de l'atteinte hépatique. Aussi est-ce à la variation de ce constituant que nous attachons le plus grand intérêt pour le diagnostic de la fasciolose. De plus, au cours d'une étude similaire sur la tuberculose, la moyenne relevée chez les sujets tuberculeux était de 7,12 mg/1 000 contre 7,19 mg/1 000 chez les témoins ($t = 0,17$). L'interférence

est donc impossible entre ces deux maladies chroniques, ce qui renforce la spécificité de l'analyse. A partir du seuil de 4,1 mg/1 000 il s'agit, une fois sur deux, d'un animal exempt de fasciolose.

3. Transaminases T.G.P.

Cette analyse a été peu pratiquée dans la fasciolose bovine. J. HANKIEWICZ (14) ne trouve pas de variations significatives des transaminases lors de l'infestation par « *Fasciola hepatica* ». Dans notre étude, si la transaminase glutamique-oxaloacétique ne varie pas significativement, la transaminase glutamique-pyruvique a par contre une activité diminuée de façon hautement significative chez les sujets parasités. Cette variation aberrante est confirmée et expliquée par celle de la bilirubine. Elle pourrait être utilisée, au même titre qu'elle, comme épreuve de diagnostic quoique de façon moins pratique.

4. Protéines sériques

Leur taux augmente de façon significative, ce qui correspond aux résultats des recherches dans l'infestation par « *Fasciola hepatica* » (2, 10, 25) sauf celles de J. KONRAD (18).

Comme dans le cas des variations du protéinogramme il s'agit d'une modification non spécifique, notée dans des états infectieux

variés. Aussi n'est-elle pas utilisable dans un but diagnostique.

5. Autres constituants

Leur variation n'est pas significative, et n'a pas été étudiée par d'autres auteurs sauf celle du calcium (9, 18) qu'ils trouvent également sans signification.

SUMMARY

The change in the composition of the blood in bovine fasciolosis (*Fasciola gigantica*)

Among 12 biochemical parameters of 50 zebu cattle affected with acute fasciolosis, 6 are significantly, or highly significantly, different from 50 controls: albumin, bilirubin, G.P. transaminase, gamma and beta globulines and total serum protein content. Bilirubin and G.P. transaminase changes seem connected with *Fasciola gigantica* infection.

RESUMEN

Modificaciones de algunos constituyentes bioquímicos de la sangre en cebues naturalmente infestados por *Fasciola gigantica*

El dosaje de 12 constituyentes bioquímicos de la sangre de 50 cebues atacados por fascioliasis grave demuestra que la tasa de 6 de ellos varía de modo significativo o muy significativo con relación a la observada en 50 animales testigos.

Se tratan de las tasas de albumina, de bilirrubina, de transaminasa glutámica-piruvica, de gama-globulinas, de beta-globulinas y de proteínas séricas. Son las variaciones de las tasas de bilirrubina y de transaminasa glutámica-piruvica que parecen muy ligadas con la fascioliasis y pueden confirmar el diagnóstico de esta parasitosis.

BIBLIOGRAPHIE

- BALIAN (B.). Ricerche ematologiche e biochimiche in bovini normali ed affetti da distomatosi epatica. *Nuova Vet.*, 1940, **18**: 134-142.
- BALIAN (B.). Ricerche ematologiche e biochimiche in ovini normali ed affetti da distomatosi epatica. *Nuova Vet.*, 1940, **18**: 154-160.
- BAYSU (N.), TIGIN (Y.) et GURALP (N.). *Fasciola gigantica* ile enfekte edilmiş keyunların serumunda spesifik karaciğer enzimlerinin diğnoz yönünden önemi ve bu enfeksiyon delayisi ile kan tablesunda maydama gelen degisiklikler 2. *Veteriner Fakültesi dergisi*, 1971, **18** (1): 97-110.
- BLANCOU (J.), BOUCHET (A.) et DAYNES (P.). Etude sur l'allergie, les anticorps précipitants et les anticorps fixant le complément au cours de l'infestation par *Fasciola gigantica*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (3): 373-379.
- BOUCHET (A.), DAYNES (P.) et GAULIER (E.). Etude de quelques modifications sanguines chez les bovins au cours d'une infestation de moyenne importance par *Fasciola gigantica*. Influence du traitement. Rapport I.E.M.V.T., 1971. Archives I.E.M.V.T.
- CHO (T.H.) et KIM (D.W.). Serum quinine oxidase activity of koreas cattle with hepatic fascioliasis. *Res. Rep. off. rur. Dev. Scuron, Korea*, 1968, **11** (5): 83-89.
- DREPPER (K.) et KEDENBURG (C.P.). Activity of some liver specific enzymes in the serum of sheep experimentally infected with *Fasciola hepatica*. *Tierärztl Umsch.*, 1967, **22**: 396-397.
- DWIDEDI (S.K.), JOSHI (H.C.) et SHIUNANI (G.A.). Evaluation of liver function tests in *Fasciola* infection in cattle and buffaloes. *Indian J. anim. Hlth.*, 1972, **11** (1): 81-84.
- ENIGK (K.), FEDER (H.), DEY-HAZRA (A.) et WEINGARTNER (E.). Mineralstoffgehalt des Blutplasmas, der Erythrocyton und der Leber Während der Präpatenz der Fascioloze beim Rind. *Zentbl. Vet. med.*, 1972, **19 B** (3): 238-257.
- FALASCHINI (A.) et MANTOVANI (G.). Osservazioni sul comportamento delle proteine del siero di sangue in bovini da macello colpiti da lesioni parassitarie a sede epatica. *Ann. Fac. Med. Vet. Torino* 1954, **4**: 213-217.
- FLEURY (P.), COURTOIS (J.E.) et LECLERC (M.). Fiches techniques de chimie biologique. Paris, VEGA, 1965.
- GENCHI (C.) et LOCATELLI (A.). Sorbitol dehydrogenase and aspartate transaminase in

- cattle affected with fascioliasis. *Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 1969, **22** (1968): 565-567.
13. GORYACHEV (V. E.). Changes in carbohydrate-protein complexes in the blood of sheep with fascioliasis, and their clinical significance. *Mater. Konf. vses. Obshch. Gel'mint, Moskova*, 1967, **2**: 96-102.
 14. HANKIEWICZ (J.), HANKIEWICZ (K.). Serum (glutamic oxalic and glutamic pyruvic) transaminase activity in slaughtered cattle infected with fascioliasis. *Wien tierarztl. Wschr.*, 1964, **51**: 145-151 (G.c).
 15. KAMALYAN (G. V.), ABRAMYAN (E. G.), MNATSAKANYAN (A. A.) et BUNIATYAN (L. O.). The free amino-acid content and the transaminase activity of the serum, liver and kidneys in experimental fascioliasis in sheep and rabbits. *Biol. Zh. Arm.*, 1969, **22** (6): 92-95.
 16. KEARNEY (A.), CONNOLLY (J. F.) et DOWNEY (N. E.). Serum transaminase levels in treated *Fasciola hepatica* infected sheep. *Vet. Rec.*, 1967, **81** (6): 134-139.
 17. KONA (E.). Elektroforetické vyséťrovanie bielkovinových frakcií krvného séra a peritoneálneho i perikardialneho exsudatú u oviec, chorých na fasciolózu. *Vet. Cas.*, 1957, **6**: 146-150.
 18. KONRAD (J.). The biochemical picture in bovine hepatic cirrhosis due to Fascioliasis. *Tierarztl. Umsch.*, 1968, **23**: 239-372, 375-376.
 19. LOISELEUR (J.) et Collab. Techniques de Laboratoire. Paris, Masson, 1953.
 20. MOLINARI (P.) et VALCARENCHI (G.). Indagini funzionali del fegatonella distomatosi dei bovini. *Veterinaria, Milano*, 1959, **8**: 71-74.
 21. MULLIGAN (W.). The effect of helminthic infection on the protein metabolism of the host. *Proc. Nutr. Soc.*, 1972, **31** (1): 47-51.
 22. PINKIEWICZ (E.) et MADEJ (E.). Changes in the peripheral blood of Ca, P, K, Na, Mg and AP in the course of experimental fascioliasis in sheep. *Acta parasit. polon.*, 1967, **15** (30): 225-229.
 23. REITMAN (S.) et FRANKEL (F.). *Am. J. Chim. Path.*, 1957, **28**: 56.
 24. SINCLAIR (K. B.). Serum calcium and magnesium levels in sheep infected with *Fasciola hepatica*. *Vet. Rec.*, 1960, **72**: 506.
 25. SINCLAIR (K. B.). Observations on the clinical pathology of ovine fascioliasis. *Brit. vet. J.*, 1962, **118**: 37-53.
 26. TOMICKI (Z.) et MALINOWSKA (A.). Próba bromsulfotaleinowa (B.S.F. clearance) w motylicy watrobowej u bydla. *Med. Vet.*, 1961, **17**: 591-594.
 27. TIGIN (Y.), BAYSU (N.) et GURALP (N.). *Fasciola gigantica* ile enfekte edilmiş koyunların serumunda spesifik karaciğer enzimlerinin diağnoz yönünden önemi ve bu enfeksiyon dolayısı ile kan tablosunda meydana gelen gegisilkikler 1. *Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1971, **18** (1): 81-96.
 28. VASIL'EV (A. A.). Study of some parameters of metabolism in cattle with spontaneous fascioliasis, before and after anthelmintic treatment. *Sbornik Rabot po gel' mintologü (Vses. Inst. gel' mint)*, 1967, **13**: 253-268.

Note sur l'involution utérine chez le zébu Gobra

par J.-P. DENIS (*) et G. GACHON (*)
(avec la collaboration technique de A. DOUCOURE)

RESUME

La durée de l'involution utérine chez le zébu Gobra est de 29 ± 1 jours.

Ce résultat a été obtenu par palpation des appareils génitaux de quatre-vingt-trois femelles durant la saison de vêlage 1972.

INTRODUCTION

Le nombre de veaux produits durant la vie de production de la femelle conditionne sa valeur sur le plan zootechnique. Un certain nombre de travaux ont été exécutés et rapportés concernant l'activité reproductrice des femelles Gobra, notamment l'âge au premier vêlage (4) et l'intervalle entre les vêlages (3).

Cet intervalle entre les vêlages comprend :

- la durée de la gestation;
- l'intervalle entre la parturition et la nouvelle fécondation (période de service) qui comprend lui-même :
 - la période pendant laquelle la femelle est fécondable,
 - la période d'involution utérine.

C'est l'étude de ce dernier intervalle de temps qui fait l'objet du présent document (8, 9).

MATERIEL ET METHODES

Les données recueillies concernent le zébu Gobra sélectionné pour améliorer ses qualités bouchères au C.R.Z. de Dara Djoloff (Sénégal). Les femelles sont mises à la reproduction à partir de 24 mois actuellement. Il existe une saison

de monte qui s'étend sur 4 mois entre le 15 août et le 15 décembre de chaque année. Durant la saison de vêlages 1972, les appareils génitaux

TABLEAU N° I
Histogramme des durées d'involution utérine chez le zébu Gobra

Durée des involutions en jours	Nombre	p. 100
16	2	2,4
17	—	—
18	1	1,2
19	—	—
20	—	—
21	3	3,6
22	2	2,4
23	3	3,6
24	1	1,2
25	8	9,6
26	9	10,8
27	7	8,4
28	4	4,8
29	9	10,8
30	8	9,6
31	4	4,8
32	7	8,4
33	3	3,6
34	2	2,4
35	3	3,6
36	2	2,4
37	1	1,2
38	2	2,4
39	1	1,2
40	1	1,2
Total	83	100

(*) Service de Zootechnie. Centre de Recherches zootechniques de Dara Djoloff, République du Sénégal.

de 83 femelles ont été systématiquement explorés, deux fois par semaine à partir de la 1^{re} semaine après le part.

Il s'agissait de mettre en évidence le retour à la normale de cet appareil qui conditionne ses nouvelles possibilités de fonctionnement.

RESULTATS

La durée de l'involution utérine résultant des observations effectuées est de 29 ± 1 jours. L'histogramme des valeurs des durées apparaît au tableau I et au graphique n° 1.

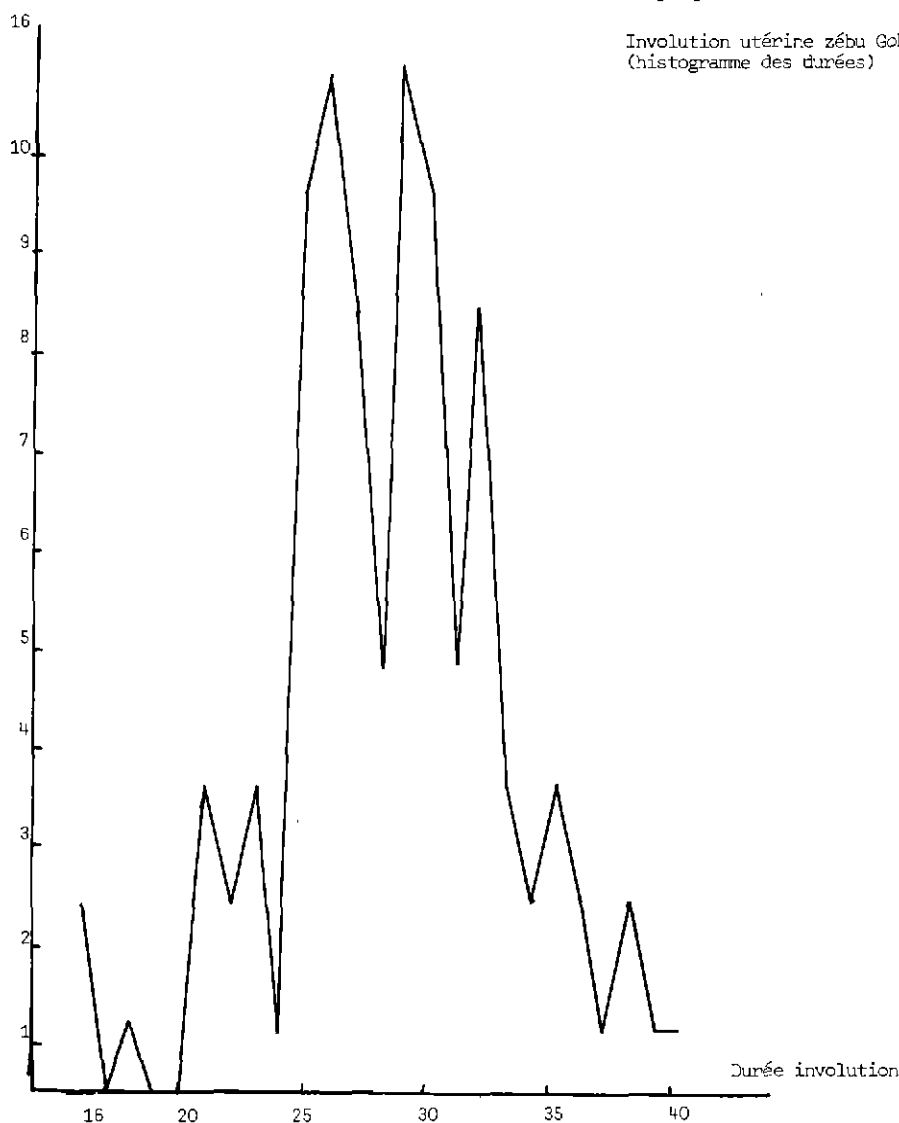
DISCUSSION

La durée de l'involution trouvée chez le zébu Gobra est proche de celle couramment admise chez les taurins. Pour MOLLER (6) travaillant sur 59 vaches en lactation traites et 76 allaitant leurs veaux, l'involution utérine est complète à 31 jours. MARION et collab. (5) rapportent les résultats de la palpation régulière deux fois par semaine des appareils génitaux de 385 vaches. La durée de l'involution ainsi déterminée est de :

$34,01 \pm 5,8$ jours chez les primipares, et
 $40,59 \pm 6,4$ jours chez les pluripares.

Graphique n°1

Involution utérine zébu Gobra
 (histogramme des durées)



Ils signalent qu'existent des variations saisonnières significatives de la durée de l'involution.

Pour JOHANNIS et collab. (1967), l'involution complète est acquise de 21 à 24 jours après le vêlage, mais l'ovulation et le corps jaune n'apparaissent qu'après le 30^e jour pour la plupart des femelles.

SERVATIUS rapporté par CRAPLET (2) donne des chiffres plus faibles. Si l'on prend comme unité la taille de l'utérus après le part, celle-ci devient 1/2 au 4^e jour, 1/3 au 8^e jour et normale au 14^e jour. Par contre, SOMMER, toujours rapporté par CRAPLET (2), étudiant la variation de poids de l'organe donne les résultats suivants :

- après le part : 10 kg
- 2^e jour : 6,7
- 5^e jour : 3,4
- 28^e jour : 0,6 (poids normal)

Les valeurs ne sont pas toutes identiques, mais il apparaît en moyenne qu'il faut environ 1 mois avant que l'appareil génital retrouve ses possibilités normales de fonctionnement.

Cette vue est confirmée par le fait que les saillies trop rapprochées du part ne sont en général pas fécondantes et même parfois génératrices d'une diminution des possibilités de fécondation ultérieure.

En effet, pour COOPER et collab. (1), si les vaches sont saillies avant le 40^e jour, le nombre de saillies par fécondation augmente. Les mêmes résultats sont rapportés par OLDS et COOPER (7) pour lesquels les pourcentages de fécondation sont de 62 p. 100, 73 p. 100 et 74 p. 100 respectivement pour des saillies effectuées 11 à 20 jours, 40 à 41 jours et 71 à 80 jours après le vêlage.

CONCLUSION

Sur le plan pratique, il apparaît que le fait de laisser le taureau en permanence dans le troupeau après le part des femelles est inutile, puisque l'appareil génital n'est pas revenu à la normale et ne peut donc avoir un fonctionnement correct retrouvé avant 1 mois. La présence du taureau risque d'autre part d'entraîner un pourcentage de fécondation affaibli.

SUMMARY

Uterine involution of senegalese Gobra Zebu

Length of uterine involution is 29 ± 1 days for senegalese Gobra Zebu. This result was obtained by uterus palpation of 83 cows during the calving season 1972.

RESUMEN

Nota sobre la involución uterina en el cebú Gobra

La duración de la involución uterina en el cebú Gobra es de 29 ± 1 días.

Se obtuvo este resultado por palpación de los aparatos genitales de 83 hembras durante su estación de parto 1972.

BIBLIOGRAPHIE

1. COOPER (T.), OLDS (D.) et DEATON (O. W.). Causes of variation in calving intervals of dairy cattle. *Progr. Rep. Ky Agric. Exp. Stn* n° 170, 76. Analyse in : *Anim. Breed. Abstr.*, 1968, 36 (1) : 58.
2. CRAPLET (C.). Reproduction normale et pathologique des bovins. Paris, Vigot Frères, 1952, p. 111.
3. DENIS (J. P.). L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (Peulh sénégalais). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (4) : 635-47.
4. DENIS (J. P.). Note sur l'âge au premier vêlage chez le zébu Gobra, Communication au Congrès International de Zootechnie. 19-23 juillet 1971, Versailles.
5. MARION (G. B.), NORWOOD (J. S.) et GIER (H. T.). Uterus of the cows after parturition: factors affecting regression. *Am. J. Vet. Res.*, 1968, 29 : 71-75.
6. MÖLLER (K.). Uterine involution and ovarian activity after calving. *N.Z. vet. J.*, 1970, 18 : 140-145. Analyse in : *Anim. Breed. Abstr.*, 1971, 39 (1) : 80.
7. OLDS (D.) et COOPER (T.). Effect of *post-partum* rest period in dairy cattle on the occurrence of breeding abnormalities and on calving intervals. *J. anim. vet. med. Ass.*, 1970, 157 : 92-97. Analyse in : *Anim. Breed. Abstr.*, 1971, 39 (1) : 80.
8. Rapport annuel 1972 C.R.Z. Dara-Djoloff, Section de Recherches.
9. Rapport annuel. Laboratoire national de l'Elevage. I.E.M.V.T. 1972. Service de Zootechnie.

Influence du mode d'exploitation sur la productivité des pâturages naturels de Madagascar.

Conséquences

par P. GRANIER (*), Y. CABANIS, A. BIGOT

RESUME

Le mode d'exploitation (dates et nombre de coupes) influe sur la productivité globale et saisonnière différemment selon le type de pâturage (zone humide ou sèche) et le climat.

L'expérimentation a permis de préciser les relations entre le climat, les sols et la végétation et de préconiser un mode d'exploitation en fonction à la fois de la spéculation envisagée et de la zone intéressée.

I. ETUDE EXPERIMENTALE

Au cours d'une première phase de travaux, la productivité théorique de l'herbe (3, 4) a été étudiée pour chaque type de pâturage dans les deux Centres de Recherches de l'I.E.M.V.T. à Madagascar dont les caractéristiques écologiques sont les suivantes :

C.R.Z.F. Kianjasoa

- Domaine du Centre (Moyen-Ouest).
- 1 600 mm de pluies, 120 jours de pluies/an.
- 27 p. 100 de bas-fonds humides toute l'année, sols ferrallitiques.

C.R.Z.F. Miadana

- Domaine de l'Ouest.
- 1 200 mm de pluies, 80 jours de pluies/an.
- 4 p. 100 de bas-fonds se desséchant en fin de saison sèche. Sols sablonneux, sédimentaires.

Ces premiers travaux ont permis de donner, avec la productivité théorique du pâturage, la

charge à l'hectare, le nombre de coupes ou de passages, la durée des temps de repos selon la saison et les divers types de pâturages.

La présente note permet de déterminer les variations de la productivité selon le mode d'exploitation. Reprenant les mêmes parcelles témoins qui avaient servi à calculer l'évolution des rendements de chaque association végétale représentative d'un type de pâturage, on a fait varier le nombre de coupes. En se basant sur une étude du comportement du bétail (2) qui montrait que celui-ci ne pâturait pratiquement plus sur les terres hautes en saison sèche, mais surpâturait les bas-fonds, on a étudié ce que devenait la productivité en raccourcissant les temps de repos en saison des pluies sur les terres hautes, et en saison sèche sur les terres basses pour se rapprocher des conditions naturelles.

Nous avons distingué, pour les bas-fonds, un *mode d'exploitation continu*, qui consiste à couper l'herbe chaque fois qu'elle atteint la hauteur de pâture (25 cm), d'un *mode d'exploitation rationné* dans lequel le pâturage est sous-exploité en saison des pluies afin de voir s'il y avait une augmentation concomitante de la productivité en saison sèche.

(I.E.M.V.T., Région de Recherches vétérinaires et zootechniques de Madagascar, B.P. 4, Tananarive.

(*) Adresse actuelle: Laboratoire de l'Elevage, B.P. 485, Niamey (Niger).

II. RESULTATS

A. PATURAGES DE SAISON DES PLUIES

Les études avaient pour but de montrer si le mode d'exploitation avait une influence sur le rendement global annuel et si les variations permettaient d'apporter une contribution à la connaissance des milieux (Ouest et Moyen-Ouest).

1. Moyen-Ouest (Kianjasoa) (Graph. I)

Au cours des années 1966-1967, des carrés de 4 m² ayant un coin commun, situés sur une bande de végétation homogène étaient fauchés tous les 10 jours afin de permettre l'établissement de courbes de croissance de l'herbe sous l'influence de divers traitements.

En 1968 et 1969, le protocole prévoyait que la totalité de la bande de végétation homogène serait fauchée lorsque la hauteur moyenne de la strate herbacée atteindrait 35 cm de hauteur et qu'à partir de cette coupe, des carrés de 4 m² (deuxième cycle) seraient fauchés tous les 15 jours environ (comme l'on avait procédé dans les expérimentations précédentes).

Résultats

- Première coupe : le 19 février.
- Rendement en t/ha/vert : 7,5.
- Teneur en matière sèche : 27 p. 100.
- Rendement en t/ha/M.S. : 2,0.
- Productivité du deuxième cycle.

Dates des coupes	Rendement en t/ha/vert	Pourcentage M.S.	Rendement en t/ha/M.S.
5 mars	0,625	20	0,125
20 mars	1,52	22	0,33
4 avril	2,25	25	0,56
19 avril	3,37	28	0,94
4 mai	3,8	29	1,10
20 mai	4,5	29	1,3
3 juin	3,5	35	1,25

A partir de cette date, le pâturage se dessèche, les rendements diminuent du fait de la chute des feuilles et des fragments de chaumes : le développement du deuxième cycle est terminé, le rendement en M.S. se stabilise ensuite aux environs de 1,2 t/ha.

La productivité maximale des regains est donc de 1,3 t/ha/M.S. le 20 mai.

La productivité cumulée de la parcelle est de :

$$2,0 + 1,3 = 3,3 \text{ t/ha/M.S.}$$

Or, la coupe unique d'une bande témoin donne à la même date un rendement pratiquement identique de 3,4 t/ha/M.S.

Conclusions

a) Le nombre de coupes ne modifie pas la productivité annuelle.

b) La multiplication des coupes n'influe pas sur les dates d'exploitation, les rendements maximaux des regains se situent à peu près à la même date que ceux de la coupe unique.

2. Ouest (Miadana) (Graph. II)

Avec la même méthode, on obtient les rendements suivants :

• Coupe unique	(t/ha/M.S.)
21 avril = 13,5 à 28 p. 100 M.S.	= 3,78
6 mai = 17 à 30 p. 100 M.S.	= 5,1
• Productivité cumulée de deux coupes	
21 janv. = 6,6 à 20 p. 100 M.S.	= 1,32
21 avril = 13,3 à 28 p. 100 M.S.	= 3,72
	5,04
31 janv. = 7 à 22 p. 100 M.S.	= 1,54
6 mai = 15 à 30 p. 100 M.S.	= 4,50
	6,04
10 févr. = 7,3 à 24 p. 100 M.S.	= 1,75
6 mai = 11 à 30 p. 100 M.S.	= 3,3
	5,05

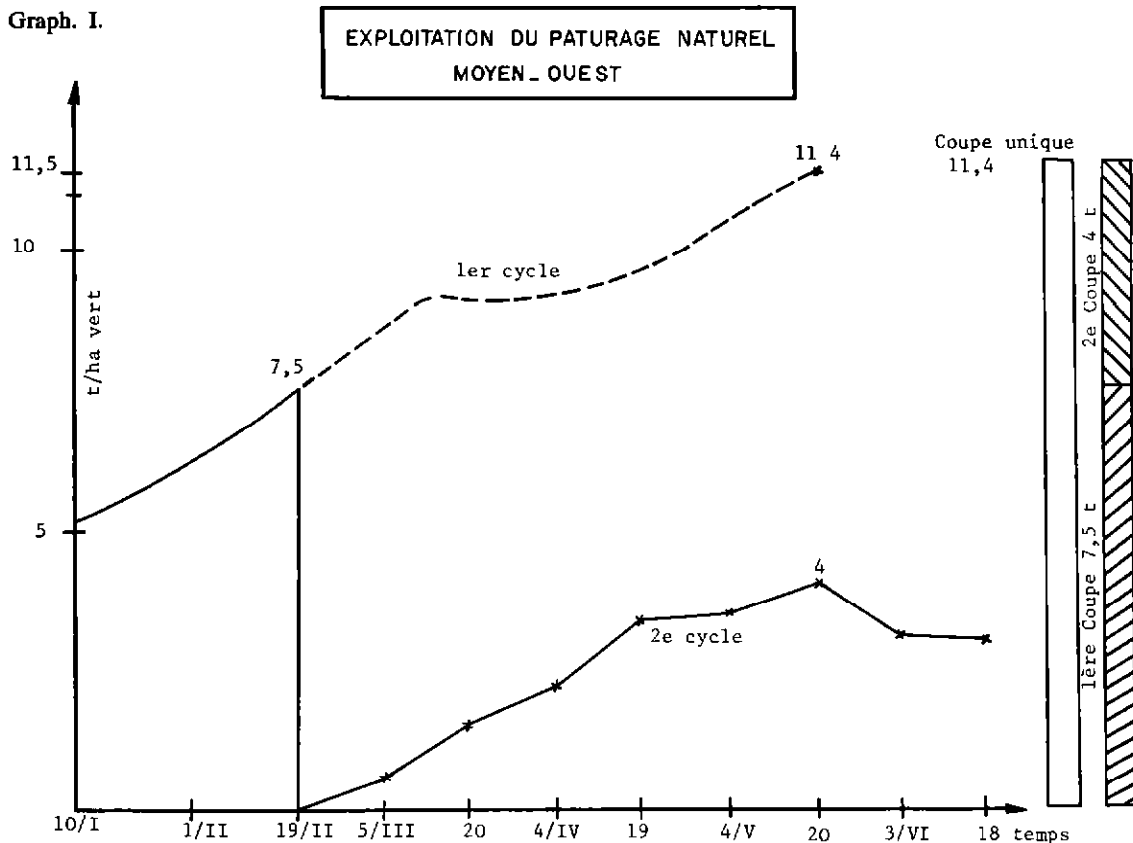
Nous pouvons conclure que dans l'Ouest :

a) La productivité cumulée de deux coupes successives peut être supérieure à la productivité d'une seule coupe.

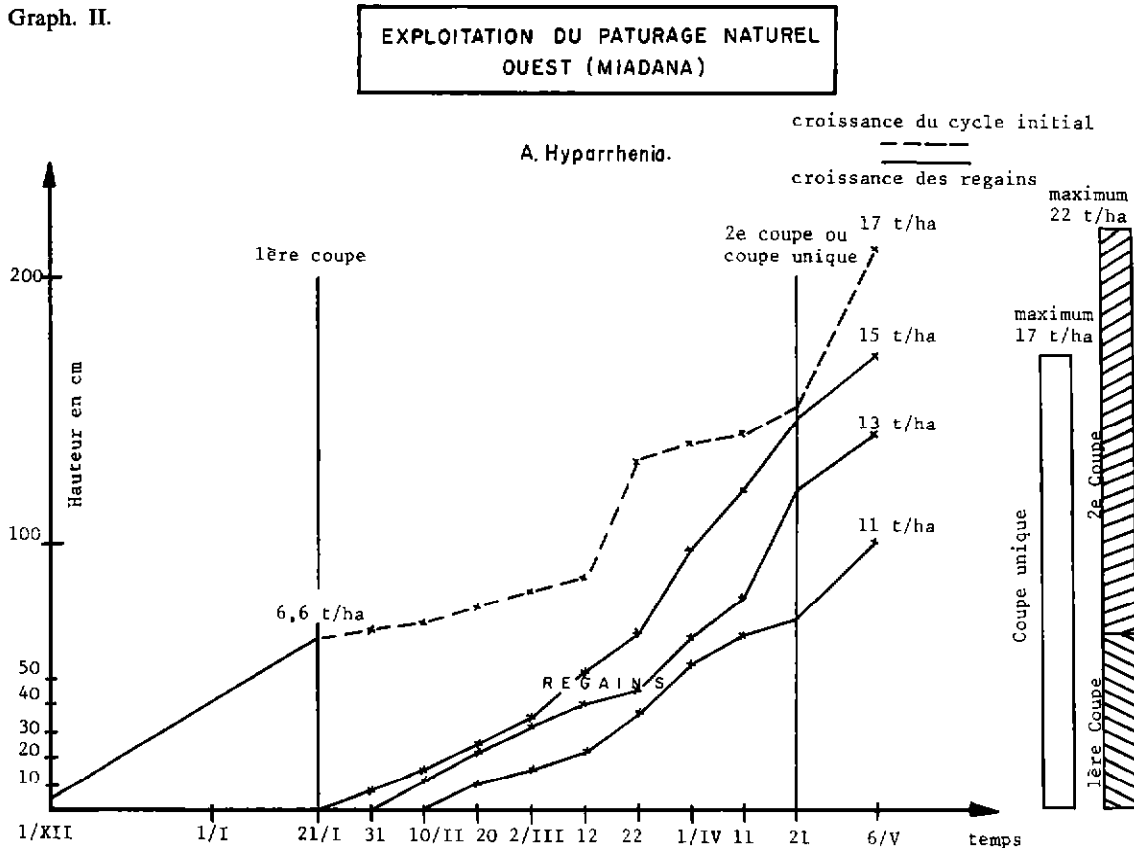
b) Le temps de repos en saison des pluies est d'environ 2 mois et la productivité des regains est maximale si le temps de repos est d'environ 3 mois.

Il est donc nécessaire, pour tenir compte de la date d'arrêt des pluies qui conditionne la croissance des regains que la première exploitation soit effectuée à la fin du mois de janvier.

Graph. I.



Graph. II.



B. PATURAGES DE SAISON SECHE

1. Moyen-Ouest (Kianjasoa)

Les tableaux I et II donnent les variations de la productivité des pâturages des mêmes associations végétales de bas-fond exploités soit en continu, soit en rationné comme il a été défini ci-dessus.

On remarque :

a) que dans le cas d'une exploitation rationnée, la productivité annuelle est toujours inférieure à celle obtenue en exploitation continue. En « continu », on fait 2 ou 3 coupes en saison des pluies et en « rationné » une seule, au moment où la production de matière sèche par jour est la plus élevée. Il y a inévitablement une perte que l'on ne peut compenser sur un bilan annuel;

b) la productivité en saison sèche est toujours plus élevée en exploitation rationnée (3 coupes au lieu de 2). L'allongement du temps de repos en saison des pluies permet

d'effectuer une coupe supplémentaire en pleine saison sèche et c'est là l'intérêt essentiel de ce mode d'exploitation, la charge du bas-fond en saison sèche étant le facteur limitant la productivité de l'élevage en général;

c) l'accroissement de la productivité est nettement plus élevé pour la prairie humide que pour les colluvions qui se comportent comme un pâturage de terres hautes, le bilan hydrique des sols étant déficitaire en fin de saison sèche.

2. Ouest (Miadana)

Une répétition de cette expérimentation sur les bas-fonds du CRZF de Miadana donne des résultats très différents parce que l'approvisionnement en eau de ces terres n'est pas suffisant pour maintenir une croissance de l'herbe continue. La végétation, par ailleurs, est composée non par des graminées basses comme dans le Moyen-Ouest (*Panicum*, *Leersia*, *Cynodon*) mais par de grandes graminées (*Hyparrhenia*, *Echinochloa*, *Ischaemum*) qui sont déprimées par des coupes répétées.

TABLEAU N° I.-Productivités comparées moyennes en UF par ha (Moyen-Ouest)

		Rendement moyen en t/ha M.S.			Rendement moyen en U.F. (déduction faite des refus)		
		Annuel	Saison des pluies	Saison sèche	Annuel	Saison des pluies	Saison sèche
Prairie humide	Pâturage continu	11,6	7,6	4	4 065	2 930	1 135
	Pâturage rationné	10,2	3	7,2	3 270	1 170	2 100
Colluvions	Pâturage continu	6,6	5,8	0,8	2 155	1 920	235
	Pâturage rationné	4,5	3,0	1,5	1 610	1 170	440

TABLEAU N° II.-Productivité des bas fonds (par ha géographique) (Moyen-Ouest).

Mode d'exploitation	Type de pâturages	Productivité annuelle en UF/ha			Pourcentages respectifs/ha géographique	Productivité moyenne en UF/ha géographique de bas fond	
		Annuelle	Saison des pluies	Saison sèche		Annuelle	Saison sèche
Pâturage continu	Prairie humide	4 065	2 930	1 135	50 p.100	2 030	565
	Colluvions	2 155	1 920	235	30 p.100	646	70
	Total					2 676	635
Pâturage rationné	Prairie humide	3 270	1 170	2 100	50 p.100	1 635	1 050
	Colluvions	1 610	1 170	440	30 p.100	480	130
	Total					2 115	1 180

En pâturage rationné, la productivité annuelle moyenne se maintient à environ 6 t/ha de M.S., tandis qu'en exploitation continue, elle descend à 5 t/ha la première année. Cette baisse est essentiellement due au faible développement de *Hyparrhenia rufa*.

Par contre, il n'y a aucune différence sensible entre les productivités en saison sèche obtenues avec les deux modes d'exploitation parce que les terres sablonneuses et perméables sont sèches et le facteur déterminant est l'eau et non le rythme des coupes.

III. DISCUSSION DES RESULTATS

A. CONSEQUENCES PRATIQUES

1. Pâturages de saison des pluies

a) Moyen-Ouest

Fanage et réserve de foin

Le rendement des regains n'est pas suffisant pour justifier une deuxième coupe. Le prix de revient du foin s'abaisse lorsque les rendements/ha s'élèvent. Il est préférable de faire une seule coupe à la floraison des graminées, et il y a intérêt à se baser sur la floraison de la plus productrice, c'est-à-dire *Hyparrhenia rufa* (avril).

D'autre part, étant donné que les réserves racinaires sont peu importantes (regains médiocres) on ne risque pas, avec une seule coupe en fin de végétation, d'épuiser les souches comme le feraient deux coupes successives.

Pâturage

Si l'on exploite en faisant pâturer, ce qui est le cas le plus fréquent, il faut s'efforcer de maintenir le bétail sur les pâturages des terres hautes en saison des pluies :

- puisqu'il n'y a pas de regains, le pâturage sera au repos jusqu'à la saison des pluies suivante et on ne risque pas de dégrader la végétation;
- on limite les feux courants sur les parcelles exploitées (pas de combustible);
- on exploite au maximum les potentialités de ces pâturages;
- on réserve les terres basses pour la saison sèche;

— en concentrant le bétail sur une partie seulement des surfaces disponibles dans la rotation, on accroît le recouvrement et la quantité des matières végétales sur les zones en défens, ce qui permettra d'introduire le feu à contre-saison l'année suivante sur celles-ci (6).

b) Ouest

Le même raisonnement appliqué à l'Ouest montre que, dans cette zone, on a au contraire intérêt à exploiter le pâturage naturel en deux fois.

En station pendant la saison des pluies, il est parfois impossible de pénétrer dans les parcelles avec des engins mécaniques, mais on peut faire pâturer lorsque l'herbe atteint 50 cm de hauteur.

On retarde ainsi les cycles végétatifs, et on peut faire un foin moins ligneux (regains) après la fin des pluies avec des rendements qui, bien qu'inférieurs à ceux donnés par une coupe unique, justifient une exploitation mécanisée. Une solution serait de faire de l'ensilage avec la première coupe et du foin avec la deuxième sur les parcelles où les engins peuvent pénétrer en février.

En élevage extensif, si l'on ne fait pas de foin, on a intérêt à déplacer le bétail au cours de la même saison des pluies pour permettre aux regains de donner un pâturage suffisant (rendement en matière sèche). Comme dans le Moyen-Ouest, une mise en défens partielle permet d'introduire le feu à contre saison, l'année suivante.

Il faut remarquer que la digestibilité du fourrage produit au cours des deuxièmes cycles (regains) risque d'être plus élevée que si l'on ne fait qu'une coupe, la teneur en lignine et hemicellulose étant moins élevée.

2. Pâturages de saison sèche (bas-fond)

a) Moyen-Ouest

Dans le Moyen-Ouest, il est rationnel d'exploiter essentiellement les pâturages de plateau en saison des pluies et de réserver les bas-fonds pour la saison sèche. Il n'est pas souhaitable de les laisser en défens, sinon on provoque une lignification des tiges et une augmentation considérable du pourcentage de refus (25 p. 100). Les résultats de l'expérimentation montrent qu'il est préférable d'effectuer un

pâturage en mars pour que le bas-fond puisse être exploité intensivement à partir du mois de juin (début de la saison sèche).

Les résultats chiffrés en Unités Fourragères donnent (tableau II) pour un hectare géographique de bas-fond une production en saison sèche de :

- Exploitation continue : 635 UF.
- Exploitation rationnée : 1 180 UF.

Dans les conclusions des travaux précédents (3) nous indiquions que la charge à l'hectare pouvait être évaluée à 1,5/1,8 tête UBT par ha géographique de bas-fond. Avec une exploitation intensifiée en saison sèche, la charge peut être augmentée jusqu'au maximum de 2,6 tête/ha si les superficies de pâturages de terres hautes sont suffisantes.

Lorsque l'on considère une période limitée de pâture, la charge peut être très élevée : cette notion est très souvent confirmée en milieu tropical. Par exemple, en saison des pluies, à cause de la mise en exploitation par rotation d'un tiers des surfaces, la charge momentanée est 3 fois supérieure à la charge annuelle.

b) Ouest

Malgré l'assèchement des bas-fonds, des repousses sont pâturables en saison sèche. Contrairement à ce que l'on observe dans le Moyen-Ouest, le mode rationné ne donne pas un accroissement des rendements en saison sèche et d'autre part, l'exploitation continue des bas-fonds réduit la productivité globale annuelle.

Dans la mesure où cela est possible, il faut réserver les bas-fonds pour la saison sèche, afin de ne pas dégrader la végétation. On a observé que le pâturage en saison des pluies

pouvait provoquer l'arrachement des touffes d'*Hyparrhenia rufa* et que le piétinement excessif détruisait en partie les germinations. Afin d'éviter une lignification excessive des chaumes, on peut faire pâturer légèrement le bétail pendant le mois d'avril.

Les feux de contre-saison donnent de bons résultats sur de tels pâturages, si l'on respecte un temps de repos de 2 mois.

La charge à l'hectare limitante en saison sèche reste inchangée; elle est de l'ordre de 1,6 ha de bas-fond par tête si l'on applique le même raisonnement que pour le Moyen-Ouest.

Si les superficies de bas-fond sont insuffisantes, il devient indispensable de compléter le bétail.

B. RELATIONS CLIMAT/SOLS/VEGETATION

Si nous considérons l'association végétale à *Hyparrhenia rufa* dominant dans les deux régions étudiées, nous remarquons qu'elle est située dans des zones différentes de la catena.

Dans le Moyen-Ouest elle recouvre les plateaux, alors que dans l'Ouest elle est localisée sur les bas de pentes. Nous savons que les exigences écologiques d'une association sont beaucoup plus strictes que celles d'une espèce, aussi il n'est pas sans intérêt d'établir la comparaison entre les deux milieux.

La comparaison de ces différents facteurs écologiques permet d'expliquer la présence de l'association à *Hyparrhenia* sur des milieux différents.

TABLEAU

Caractéristiques	Moyen-Ouest	Ouest
<i>Climat</i>		
Pluviométrie	1.600	1.200
Température moyenne annuelle	21	27
Nombre de jours de pluies	120	80
<i>Sols</i>	Ferralitiques à horizon compact moyennement désaturés	Ferrugineux, sableux bien pourvus en matière organique et minéraux
<i>Eau</i>		
Capacité de rétention de l'eau	Elevée dans les argiles	Faible dans les sables
Répartition locale des pluies	Drainage vertical vers les bas-fonds	Drainage latéral et accumulation en bas de pentes

L'insuffisance des pluies dans l'Ouest est compensée par l'accumulation locale des eaux de drainage, des forces de rétention peu élevées dans les sables, une teneur en matière organique élevée qui accumule plus d'eau et qui constitue une réserve d'éléments minéraux utilisables par les plantes après minéralisation (1).

Lorsque les exigences d'une association végétale sont connues, on peut affirmer que, si le climat devient plus rigoureux, elle sera localisée sur des sols plus riches.

IV. CONCLUSIONS

Le rythme des coupes peut avoir une influence sur la productivité des pâturages. Dans le Moyen-Ouest, les pâturages des terres hautes ont une productivité qui n'est pas influencée par le nombre des coupes en saison des pluies, tandis que dans les bas-fonds on peut accroître les rendements des coupes en saison sèche si l'on allonge les temps de repos en saison des pluies.

Dans l'Ouest où les bas-fonds se dessèchent progressivement pendant la saison sèche mais où des conditions écologiques particulières sont favorables à la pousse de l'herbe en saison des pluies, l'augmentation du nombre des coupes accroît la productivité des pâturages des terres hautes, mais les rendements en bas-fonds ne sont pas influencés par les variations des durées des temps de repos.

Ces résultats peuvent être interprétés si l'on considère l'ensemble des facteurs écologiques.

Dans les bas-fonds du Moyen-Ouest, l'eau est en quantité suffisante pendant toute la saison sèche pour permettre une croissance continue de l'herbe, alors que dans l'Ouest l'évaporation et l'infiltration assèchent les sols.

Depuis toujours, ces particularités connues empiriquement des éleveurs ont été à la base des mouvements de troupeaux qui se déplacent vers les zones de transition du Moyen-Ouest en saison sèche, fait le plus marquant de l'économie de l'élevage à Madagascar.

SUMMARY

Influence of the method of management on natural grassland productivity in Madagascar

The method of management (dates and number of cuttings) influences differently overall and seasonal productivity according to grassland type (wet or dry area) and climate.

Experiments make it possible to define more exactly relationships between climate, soils and vegetation and recommend a management method depending on the crop considered and the area concerned.

RESUMEN

Influencia del modo de explotación sobre la productividad de los pastos naturales de Madagascar

El modo de explotación (fechas y número de siegas) influye sobre la productividad global y estacional diferentemente según el tipo de pasto (zona húmeda o seca) y el clima.

La experimentación permitió precisar las relaciones entre el clima, los suelos y la vegetación y preconizar un modo de explotación en función a la vez de la especulación considerada y de la zona interesada.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURGEAT (F.). Etude de la basse vallée du Kamoro. Tananarive, ORSTOM, 1964.
2. DELAPORTE (J.). Contribution à l'étude du comportement des bovins en élevage extensif à Madagascar. Thèse, Doct. vét. Lyon, 1971.
3. GRANIER (P.), LAHORE (J.), DUBOIS (P.). Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (2): 203-217.
4. GRANIER (P.). Productivité du pâturage naturel de bas-fond dans le Moyen-Ouest de Madagascar. *Terre Malgache*, 1970, (8): 167-178.
5. GRANIER (P.). Influence du mode d'exploitation du pâturage sur les rendements en matière sèche. Rapport I.E.M.V.T., juin 1970.
6. GRANIER (P.), GILIBERT (J.). Contribution à l'étude de l'exploitation par rotation des pâturages de savane soudanienne. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2): 223-233.
7. LEMEE. Précis de Biogéographie. Paris, Masson.

Étude de l'évolution de quelques caractéristiques hydriques des sols liée à une modification du couvert végétal en savane occidentale de moyenne altitude à Madagascar

par A. CORNET (*)

RESUME

Dans le cadre des études de pâturages naturels et artificiels réalisées à la Station de Kianjasoa dans le moyen Ouest malgache, l'évolution des sols a été examinée sous pâturage brûlé chaque année, mis en défens depuis huit ans et cultivé en *Stylosanthes gracilis*.

Cette évolution a été estimée par l'étude des propriétés physiques et hydriques des sols. Ces dernières ont été réalisées par la mesure de l'humidité, de l'infiltration et du ressuyage à l'aide d'un humidimètre à neutrons.

Ces travaux ont montré que *Stylosanthes gracilis* améliorait le sol comme une mise en repos prolongée, en particulier en améliorant la porosité, la perméabilité et en faisant disparaître l'horizon induré.

Il en résulte qu'une jachère fourragère à *Stylosanthes gracilis* peut avoir un effet améliorant sur le sol, comparable à celui d'une jachère longue non fourragère.

INTRODUCTION

Le Moyen-Ouest Malgache, qui appartient à la partie occidentale des hauts plateaux, est presque uniformément recouvert d'une savane herbeuse périodiquement incendiée. Le sol ferrallitique, à texture argilo-sableuse, avec à faible profondeur un horizon induré, n'a qu'une médiocre aptitude culturale.

Des essais de mise en défens contre le feu et le bétail, effectués par l'I.E.M.V.T. au centre de Kianjasoa, ont montré qu'il y avait alors évolution du couvert végétal et amélioration des caractéristiques du sol; amélioration qui se retrouve également sous cultures de *Stylosanthes gracilis*, légumineuse fourragère.

Il nous a paru intéressant d'étudier quelques aspects de cette évolution du sol afin d'en dégager l'intérêt qu'elle peut présenter pour une éventuelle utilisation.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur GRANIER qui a bien voulu mettre à notre disposition les moyens de l'I.E.M.V.T., ainsi que Monsieur BOURGEAT, Professeur à l'E.N.S.A., pour leurs conseils et leur aide.

I. DESCRIPTION DU MILIEU ET PROTOCOLE EXPERIMENTAL

A. CLIMAT

La station de Kianjasoa, de par sa situation dans la partie ouest des plateaux à une altitude de 1 000 m, se trouve dans une zone à climat

(*) Laboratoire de Botanique, Mission Orstom, Tananarive. R.R.Z.M., Madagascar.

Adresse actuelle : B.P. 1385, Dakar, Sénégal.

tropical d'altitude sub-humide (2) présentant 6 mois de saison sèche et un déficit hydrique cumulé de 240 mm. Les caractéristiques climatiques moyennes sont :

1. Température

Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
23,5	23,6	23,5	23,0	20,9	18,8	18,5	19,3	21,4	23,3	23,4	22,9

Moyenne des maximums : 23,6°; mois le plus chaud : février.

Moyenne des minimums : 18,5°; mois le plus froid : juillet.

Moyenne des maximums du mois le plus chaud : 28,3° C.

Moyenne des minimums du mois le plus froid : 10,8° C.

Ecart entre les moyennes mensuelles : 5,1° C.

Ecart entre les moyennes annuelles : 2,5° C (23,6 et 21,1).

2. Pluviométrie

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyenne	355,7	296,5	229,1	83,2	32,3	13,5	22,0	9,0	24,4	56,2	161,4	310,3
1972	192,8	294,2	252,9	143,2	52,8	4,0	61,0	6,0	0	143,1	56,6	368,1

Moyenne annuelle : 1 593,6 mm.

Total en 1972 : 1 574,7 mm.

Ecart entre les moyennes annuelles : 783,2 mm (1 583,3 et 1 070,1).

Pour la répartition journalière des pluies en 1972, voir figure 1.

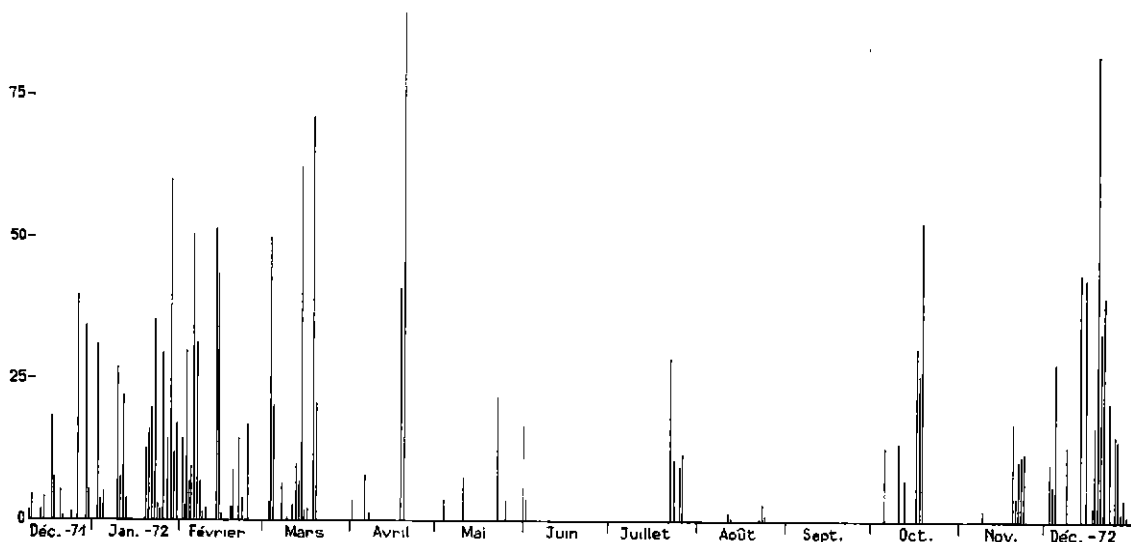


fig: 1 Répartition journalière des pluies en mm.

B. VEGETATION ET SOL

La végétation naturelle actuelle est une savane herbeuse à *Imperata cylindrica*, *Aristida rufescens* et *Heteropogon contortus* maintenue

en équilibre par le pâturage et le régime des feux. Mise en défens, cette savane évolue floristiquement avec dominance d'*Aristida rufescens*, puis embroussaillage par *Sarcobotrya strigosa* et *Psidium guayava*.

Le sol sous-jacent est selon BOURGEAT (1) « un sol ferrallitique rajeuni à horizon friable faiblement désaturé et faiblement allitique, enrichi en quartz, riche en fer amorphe » à texture argilo-sableuse présentant un horizon induré entre 40 et 70 cm de profondeur.

C. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Les trois parcelles mises à notre disposition étaient initialement recouvertes d'une savane brûlée régulièrement et situées sur un sol identique, elles ont subi trois traitements différents par la suite :

- La parcelle I est une savane brûlée régulièrement, elle sert de témoin;
- La parcelle II est la même savane protégée des feux et du bétail depuis 8 ans, elle a évolué floristiquement et tend peu à peu vers l'embroussaillage;
- La parcelle III est cultivée en *Stylosanthes gracilis* depuis 1969, le semis de *Stylosanthes* a été effectué après labour (*).

Nous avons installé, en novembre 1971, trois tubes de 160 cm de profondeur dans chaque parcelle et, de décembre 1971 à octobre 1972, suivi l'évolution de l'humidité du sol dans les trois parcelles, grâce à un humidimètre à neutrons (**).

En fait nous avons l'intention de poursuivre ces mesures jusqu'en décembre 1972; mais les feux exceptionnels d'octobre 1972 ont détruit les installations dans les parcelles II et III.

Durant la période sèche, juillet à octobre, nous avons réalisé : les fosses pédologiques, la mesure des densités apparentes par méthode du densitomètre à membrane, l'étude de l'infiltration sous charge constante et du ressuyage. Ces différents éléments devaient nous permettre d'apprécier les modifications subies par les sols.

II. OBSERVATIONS ET RESULTATS

1. Caractère physique du sol

La comparaison des profils des trois parcelles montre des différences notables.

Description des profils des trois parcelles étudiées

Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III
<ul style="list-style-type: none"> — 0-5 cm : horizon humifère. — 5-30 cm : horizon assez meuble. Rouge sombre. — 30-70 cm : horizon très compact. Rouge brique ne laissant pas ou peu passer de racines. — 70-160 cm : horizon rouge vif plus meuble d'apparence sableuse. — Vers 160-180 cm : présence de nombreuses pierres de petites tailles. 	<ul style="list-style-type: none"> — 0-10 cm : horizon humifère très spongieux avec une couche de litière et de nombreux rhizomes. — 10-40 cm : horizon rouge sombre meuble assez riche en matière organique. — 40-70 cm : zone rouge brique encore indurée, mais traversée par de nombreuses racines. — 70-160 cm : horizon rouge vif assez meuble. — Vers 160-180 cm : présence de nombreux cailloux. 	<ul style="list-style-type: none"> — 0-20 cm : horizon noir riche en racines et en matière organique, meuble à bonne structure. — 20-70 cm : horizon rouge sombre non induré. — 70-160 cm : horizon rouge un peu plus clair mais peu différent du précédent.

On voit que l'horizon compact 30-70 qui s'est constitué sous savane brûlée régulièrement, tend à disparaître lentement lors de la mise

en défens et assez rapidement sous l'effet du *Stylosanthes*.

Remarque : Une fosse réalisée dans une mise en défens de 12 ans montre un profil partiellement analogue à celui de la parcelle II mais avec disparition de l'horizon induré rouge brique 40-70 devenu meuble.

L'étude des densités apparentes réalisée par la méthode du densitomètre à membrane sem-

(*) Des parcelles homologues de celles utilisées ici ont été en 1971-72 plantées en maïs (par l'I.E.M.V.T.), avec et sans engrais, en vue de voir l'action de l'amélioration du sol sur les rendements de cette culture.

(**) HP 310 mis aimablement à notre disposition par le Laboratoire des Radio-Isotopes de l'Université de Tananarive.

ble ici assez bonne car elle donne une faible dispersion des valeurs. Les résultats (fig. 2) montrent un abaissement très important de la densité apparente dans le cas du *Stylosanthes gracilis* (parcelle III). Par contre l'horizon 40-60 de la parcelle II bien que moins compact présente une densité égale ou supérieure à celui de la parcelle I. La grosse différence de densité apparente de l'horizon 0-20 entre les parcelles III et I, II est vraisemblablement due aux travaux d'installation du *Stylosanthes* dans la parcelle III (labour ...) (fig. 2).

L'analyse granulométrique confirme (tableau I et fig. 3) que les sols diffèrent peu entre eux du point de vue texture, donc que leurs différences physiques ne sont pas liées à des différences de texture, mais plutôt à leur

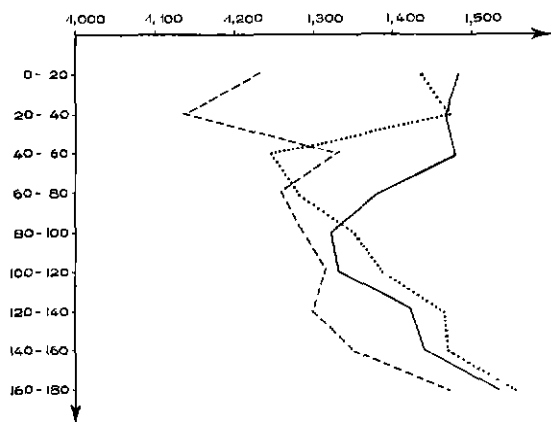


fig. 2 Densité apparente

Parcelle I
 — II —
 - - - III - - -

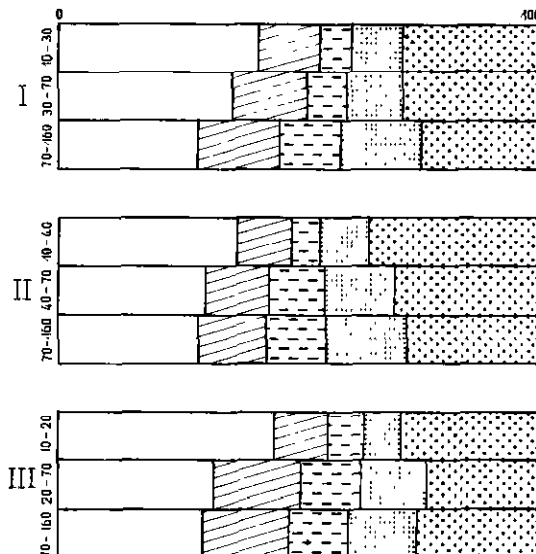


fig. 3 Répartition de la granulométrie dans les trois parcelles

structure qui, elle, est modifiable par le couvert végétal et le système racinaire des plantes.

2. Caractéristiques hydriques des sols

a) Infiltration

Durant la saison sèche, on peut, en maintenant une hauteur d'eau constante dans une couronne cylindrique, étudier l'infiltration de l'eau (5).

Si la charge est la même, il est possible de comparer divers sols quant à la vitesse d'infiltration. Ici elle était fixée à 10 cm, les résultats sont donnés par le tableau II et figure 4. Ils montrent une augmentation très nette de la vitesse d'infiltration dans la couche 0-60 pour

TABLEAU N° I.-Granulométrie comparée des trois parcelles

	Parcelle I			Parcelle II			Parcelle III		
	I ₁ 10/30	I ₂ 30/70	I ₃ 70/160	II ₁ 10/40	II ₂ 40/70	II ₃ 70/160	III ₁ 10/20	III ₂ 20/70	III ₃ 70/160
2	41,7	36,1	28,4	37,1	30,7	29,2	45,0	32,1	30,2
2 à 20	12,8	15,7	17,5	11,5	13,4	14,3	11,1	18,1	18,0
20 à 50	6,5	8,0	12,9	5,7	11,5	12,4	7,4	12,5	12,1
50 à 200	10,2	11,5	16,8	10,6	14,6	16,9	8,1	13,9	14,5
200	29,0	28,7	24,4	35,1	29,8	27,2	28,4	23,4	25,2

Rectification : 1^{re} colonne, les valeurs sont en μ .
 1^{re} ligne, lire : < 2 μ ; dernière ligne : > 200 μ .

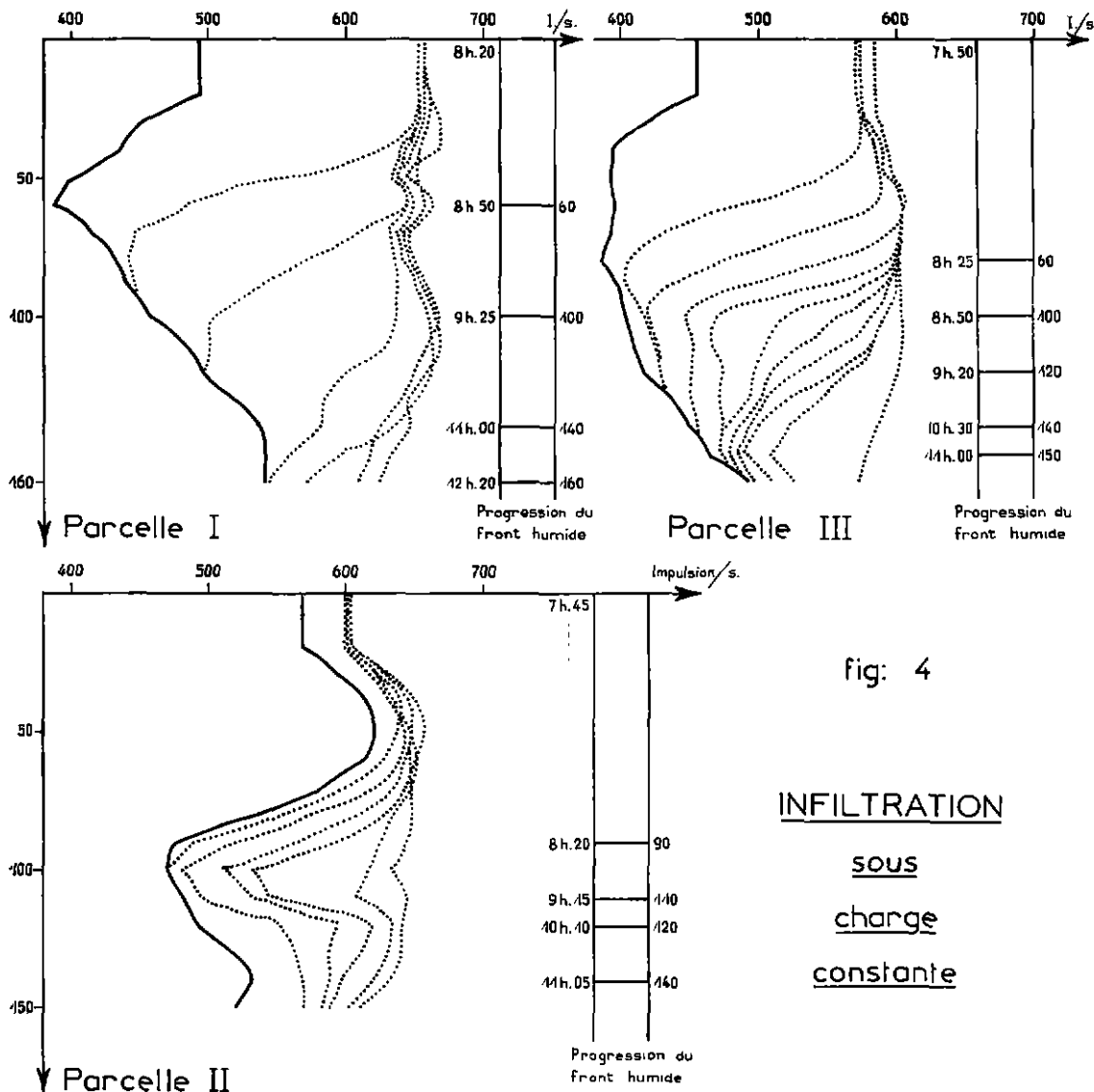


fig: 4

INFILTRATION
sous
charge
constante

— Profil sec
..... Profil d'infiltration

la parcelle III et surtout pour la parcelle II. On peut penser que l'abondance des racines dans la couche supérieure est cause de cette plus grande perméabilité de même que l'amélioration de la structure de cette couche.

On peut rapprocher ces résultats de ceux obtenus par le C.T.F.T. (3) dans la mesure du ruissellement sur des parcelles élémentaires effectuée à Kianjasoa. Il n'y a pas eu de mesures réalisées sur savane mise en défens mais

ce cas est à rapprocher du pâturage naturel fauché, non brûlé, bien que le ruissellement dans la mise en défens doit être inférieur et probablement voisin de 0 en raison de la couche de litière accumulée.

« — Pâturage artificiel de *Stylosanthes* : c'est la parcelle qui donne toujours les ruissellements les plus faibles avec une moyenne de 1,3 p. 100 sur les 4 campagnes ... (1967-1968 à 1971-1972).

TABLEAU N°II.-Cinétique d'infiltration sous charge constante

Profil	Profondeur du front en cm	Heure	Progression en mm	V i t e s s e s	
				cm/mm	m/s
I	0 mise en eau	8 h 20			
	60	8 h 50	30	2,0	$3,33 \cdot 10^{-4}$
	100	9 h 25	65	1,54	$2,57 \cdot 10^{-4}$
	140	11 h 00	160	0,875	$1,46 \cdot 10^{-4}$
	160	12 h 20	240	0,666	$1,11 \cdot 10^{-4}$
II	0 mise en eau	7 h 45			
	90	8 h 20	35	2,57	$4,28 \cdot 10^{-4}$
	110	9 h 15	90	1,22	$2,03 \cdot 10^{-4}$
	120	10 h 10	145	0,828	$1,380 \cdot 10^{-4}$
	140	11 h 05	200	0,700	$1,17 \cdot 10^{-4}$
III	0 mise en eau	7 h 50			
	80	8 h 25	35	2,29	$3,82 \cdot 10^{-4}$
	100	8 h 50	60	1,67	$2,78 \cdot 10^{-4}$
	120	9 h 20	90	1,33	$2,22 \cdot 10^{-4}$
	140	10 h 30	160	0,875	$1,46 \cdot 10^{-4}$
	150	11 h 00	190	0,789	$1,31 \cdot 10^{-4}$

Ensemble du profil 0-140 (I=1,46 10^{-4}
(II=1,17 10^{-4} m/s
(III=1,46 10^{-4}

Couche superficielle 0-60 (I=3,33 10^{-4}
(II=4,28 10^{-4} m/s
(III=3,82 10^{-4}

— *Pâturage naturel fauché* : les ruissellements restent faibles, de 5,4 p. 100 en moyenne.

— *Pâturage naturel brûlé* : ... le ruissellement y est près de deux fois plus important que sur la parcelle fauchée. 9,1 p. 100 en moyenne. »

b) *Ressuyage et capacité de rétention*

L'étude de la cinétique de ressuyage après saturation du sol permet (4, 5) de déterminer, par le passage du ressuyage rapide au ressuyage lent, la capacité de rétention des sols. Les mesures étant trop espacées nous n'avons pu avoir ici qu'une estimation grossière de la capacité de rétention.

TABLEAU N°III.-Capacité de rétention (humidité en p.100 pondéral)

Horizon	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III
0 - 20	27,8	23,5	28,9
20 - 60	26,5	25,0	23,3
60 - 120	27,5	26,0	25,9
120 - 160	25,20	24,0	25,8

On constate que la capacité de rétention est d'autant plus faible que la porosité est plus forte (densité apparente moindre).

La forte valeur obtenue pour la parcelle III dans l'horizon 0-20 peut s'expliquer du fait de sa richesse en matière organique.

Une diminution de la capacité de rétention se produit en bas du profil, ce qui semble lié à la diminution dans cette zone du taux d'argile et à l'augmentation de la teneur en sable.

3. *Étude au cours de la saison 1971-1972 de l'évolution de l'humidité du sol*

L'étude de cette évolution a été réalisée par la mesure, tous les 15 jours, de l'humidité du sol à l'aide de l'humidimètre à neutrons, elle montre :

a) *L'évolution de la réserve totale en eau du sol*

Cette évolution au cours de la saison est représentée sur la figure 5. On constate que la parcelle I possède la réserve totale en eau la plus forte; les parcelles II et III ayant à tout

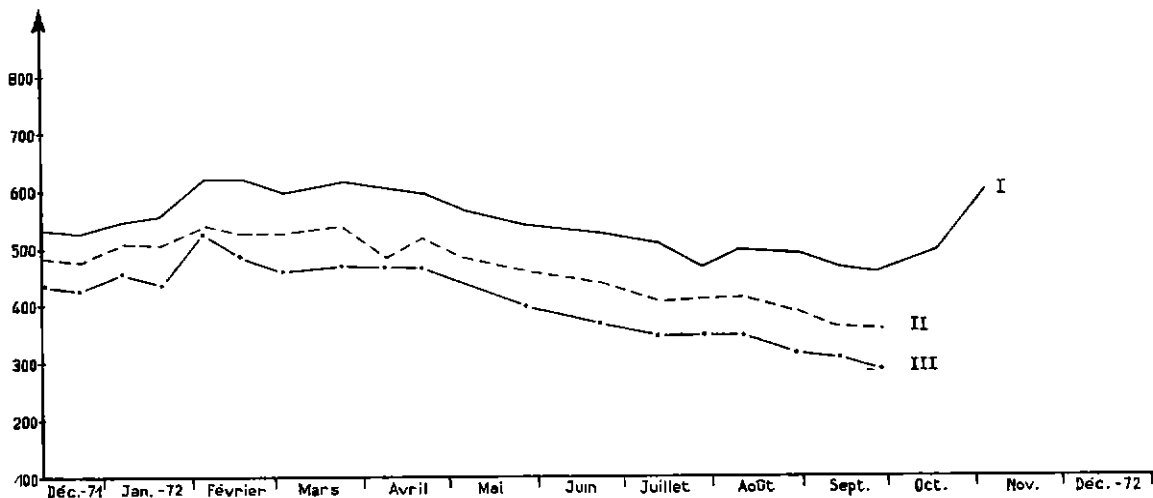


fig. 5 Réserve totale du sol en mm.

moment des réserves inférieures. Cela semble lié à une augmentation de la perméabilité et de la porosité du sol dans le cas des parcelles II et III.

TABLEAU N°IV.-Evolution de la réserve totale en eau en mm.

Réserve	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III
Valeur maximale atteinte	620,59	536,89	521,34
Valeur minimale atteinte	459,27	357,87	288,30
Variation annuelle	161,32	179,02	233,04

En première approximation, on peut dire que la variation entre la réserve totale maximale et la valeur minimale atteinte correspond à la réserve maximale utilisable. Or on constate que les parcelles II et III ont une variation, donc une réserve maximale utilisable plus grande que celle de la parcelle I.

Ainsi, après culture de *Stylosanthes* ou mise en défens de la savane, le sol évolue de telle sorte que la quantité totale d'eau retenue tend à diminuer, mais la fraction utilisable de cette eau étant plus élevée, la quantité disponible pour la végétation est supérieure à celle du témoin.

b) L'évolution de l'humidité du sol

Nous n'avons pas pu reporter tous les profils obtenus au cours de la saison, nous avons seulement reporté l'un des plus humides (18 février 1972) et le plus sec enregistré pour les trois parcelles (27 septembre 1972) (voir fig. 6, p. 494).

Mais les données de l'ensemble des profils ont été utilisées pour la représentation des isohyètes (courbes d'égale humidité) en fonction de la profondeur et du temps pour les trois parcelles (fig. 7, p. 495).

Cette représentation nous montre que le sol de la parcelle I est plus humide que celui de la parcelle II, lui-même plus humide que celui de la parcelle III et cela durant toute la saison.

On voit par ailleurs que l'assèchement dans la parcelle I se produit surtout dans les trente premiers centimètres puis plus lentement en profondeur. La zone profonde 100-160 s'assèchant très tard en fin de saison.

Pour la parcelle II, l'assèchement se répercute plus rapidement en profondeur; ainsi l'assèchement produit début avril 1972 atteint trente centimètres dans la parcelle I et 90 cm dans la parcelle II où l'assèchement des couches profondes est rapide.

La parcelle III présente une particularité propre au système racinaire du *Stylosanthes gracilis*. En effet, celui-ci comporte une zone raci-

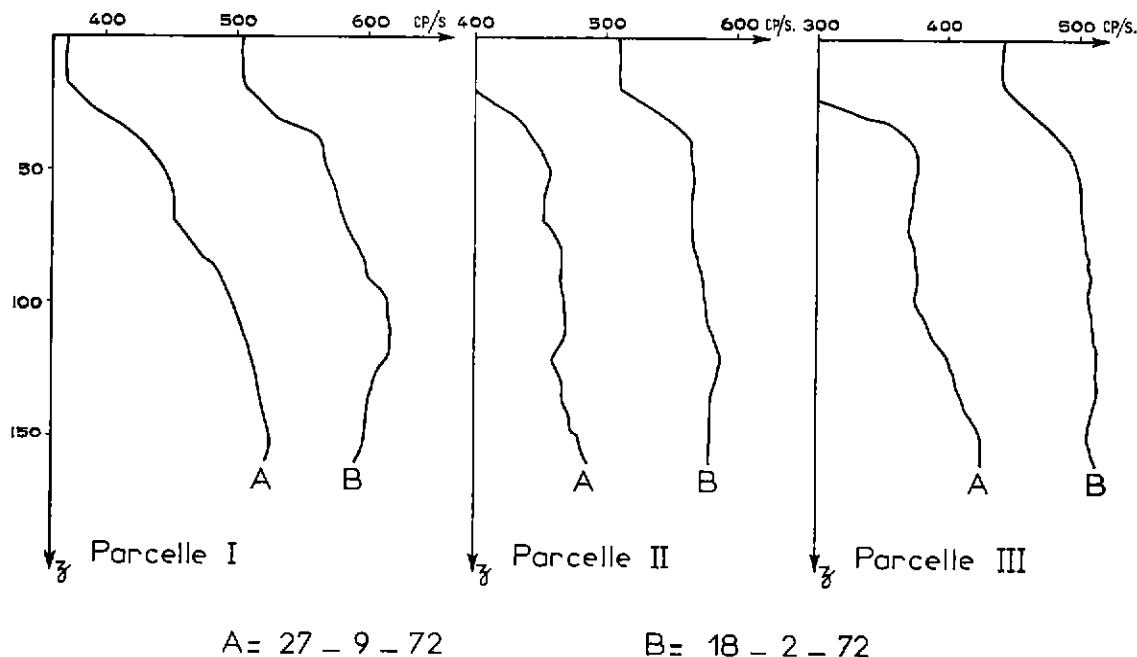


Fig: 6 PROFILS HYDRIQUES

naire dense dans les 20 premiers centimètres, puis une zone de 20 à 50 cm composée surtout de gros pivots sans ramification et enfin une ramification importante en dessous de ce niveau, de sorte que, comme nous le constatons ici, nous avons un assèchement important en surface puis en profondeur, alors que la couche intermédiaire ne se dessèche que plus tard. L'assèchement est plus rapide que pour les autres parcelles et se prolonge plus longtemps en saison sèche, car la plante continue à végéter alors que les plantes de savane sont au repos.

c) *La consommation en eau des divers couverts végétaux durant la saison sèche*

La méconnaissance de la fraction des précipitations qui draine à travers le profil rend impossible le calcul de la consommation en eau ou E.T.R. en période de pluie. Nous ne pouvons donc la calculer que pour la période sèche, de fin mai à fin septembre (voir tableau V, p. 496). Encore que cette année, des pluies d'une importance inhabituelle en juillet ne nous aient pas permis de la calculer pour toute la saison sèche.

De l'examen du tableau V, p. 496, il ressort deux faits importants :

— tout d'abord en septembre, malgré le réchauffement de la température, l'E.T.R. tombe, sauf pour le *Stylosanthes*, au voisinage de 0, ce qui semble montrer que l'humidité du sol se trouve alors au voisinage du point de flétrissement dans la zone étudiée (le *Stylosanthes* ayant des racines plus profondes peut puiser l'eau plus profondément), ce qui justifie notre approximation considérant la différence entre la réserve totale maximale et la réserve totale minimale en septembre comme correspondant à la fraction d'eau utilisable;

— d'autre part on constate que l'E.T.R. moyenne pour la période sèche est plus importante pour le *Stylosanthes*, ce qui est normal, étant donné qu'il continue à végéter durant cette période.

CONCLUSION

Nous voyons que la modification du couvert végétal soit par la mise en défens, soit par l'introduction du *Stylosanthes* amène une modi-

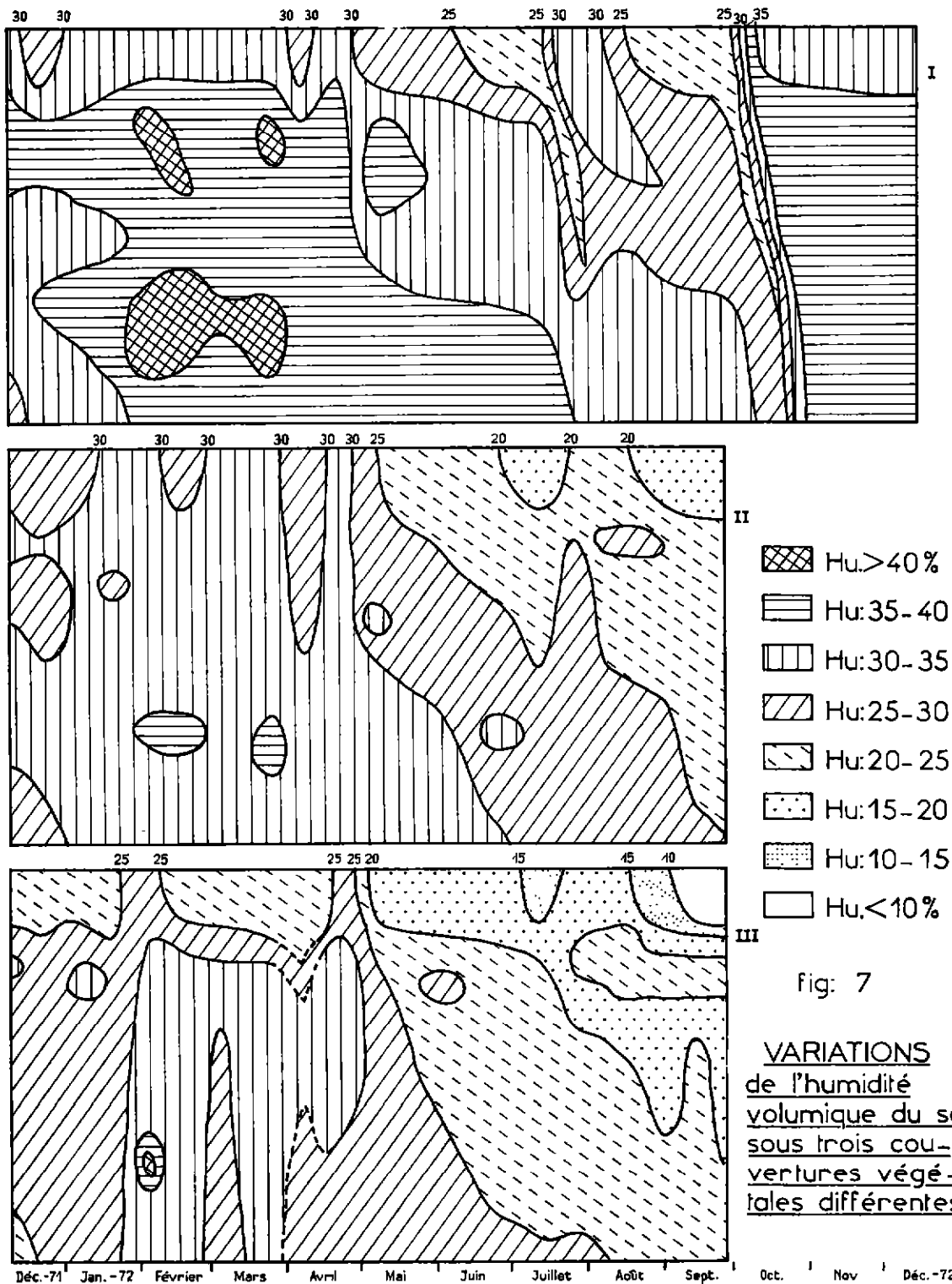


TABLEAU N° V.-Evapotranspiration réelle durant la période sèche

Parcelle	Période	Nombre de jours	DR (mm)	Pluie (mm)	Perte totale (mm)	Consommation journalière (mm)
I	26-05-72 23-06-72	28	15,95	20,5	36,45	1,30
	23-06-72 12-07-72	19	22,23	0	22,23	1,17
	9-08-72 30-08-72	21	11,18	6,0	17,18	0,82
	30-08-72 13-09-72	14	21,25	0	21,25	1,52
	13-09-72 27-09-72	14	2,87	0	2,87	0,21
		96			99,98	ETR Moyen = 1,04
II	26-05-72 23-06-72	28	20,40	20,5	40,90	1,46
	23-06-72 12-07-72	19	32,40	0	32,40	1,70
	9-08-72 30-08-72	21	15,90	6,0	21,90	1,04
	30-08-72 13-09-72	14	26,26	0	26,26	1,87
	13-09-72 27-09-72	14	2,63	0	2,63	0,19
		96			124,09	ETR Moyen = 1,29
III	26-05-72 23-06-72	28	26,87	20,50	47,37	1,69
	23-06-72 12-07-72	19	27,15	0	27,15	1,43
	9-08-72 30-08-72	21	30,28	6,0	36,29	1,73
	30-08-72 13-09-72	14	8,69	0	8,69	0,62
	13-09-72 27-09-72	14	16,32	0	16,32	1,17
		96			135,82	ETR Moyen = 1,41

ETR = évapotranspiration réelle. DR = diminution de la réserve en eau du sol pendant la période considérée.

fication des caractéristiques physiques et hydriques du sol, de ces observations ressortent deux conclusions intéressantes :

— D'une part les savanes dégradées et brûlées de cette zone, qui se trouvent sur des sols semblant peu convenir aux ligneux, sont, lorsqu'elles sont mises en défens, capables d'évoluer floristiquement, ce qui entraîne une modification du sol sous-jacent, qui devient favorable à la forestation. En effet, l'enrichissement du sol en matière organique, la ten-

dance à l'homogénéisation du profil en profondeur, avec disparition de l'horizon compact, et l'augmentation de la porosité en font un sol favorable à l'installation des ligneux.

— D'autre part l'introduction du *Stylosanthes gracilis* sur les sols de cette zone présente, outre les avantages fourragers de cette plante, celui de provoquer une amélioration rapide du sol, le rendant ainsi plus apte à la culture.

Ces observations devraient être corroborées par les résultats des essais agronomiques.

SUMMARY

**Evolution study of some water characteristics of the soils
in relation to modified grass cover in mean altitude West savannah
in Madagascar**

Within the framework of studies carried out on natural and cultivated grasslands at the Kianjasoa Station in the Middle West of Madagascar, soil evolution was investigated under grassland burnt each year, protected from grazing for 8 years and oversown with *Stylosanthes gracilis*.

Evolution was evaluated by studying the physical and hydric properties of the soils. For the latter, moisture, infiltration and decrease of moisture in the soil were measured by using a neutron probe.

Work showed that *Stylosanthes gracilis* improved the soil as a prolonged resting treatment, more particularly, by improving porosity, permeability and suppressing the indurated horizon.

Thus, a *Stylosanthes gracilis* fodder fallow can have the same improving effect on soils as a long fallow without fodder plants.

RESUMEN

**Estudio de la evolución de algunas características hídricas
de los suelos ligada con una modificación del cubierto vegetal
en sabana occidental de media altitud en Madagascar**

Dentro de los límites de los estudios de pastos naturales y artificiales realizados en la Estación de Kianjasoa, en el Medio Oeste malgacho, se examinó la evolución de los suelos con pasto quemado cada año, prohibido de pastoreo desde ocho años y cultivado con *Stylosanthes gracilis*.

Se valuó esta evolución por el estudio de las propiedades físicas e hídricas de los suelos. Se determinaron éstas por la medida de la humedad, de la infiltración y del resecamiento mediante un humedmetro con neutrones.

Estos trabajos mostraron que *Stylosanthes gracilis* mejoraba el suelo como un barbecho prolongado, particularmente al mejorar la porosidad, la permeabilidad y al hacer desaparecer el horizonte endurecido.

Resulta que un barbecho forrajero con *Stylosanthes gracilis* puede mejorar el suelo como un barbecho largo no forrajero.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURGEAT (F.). Sols sur socle ancien à Madagascar. *Mémoire ORSTOM*, 1972, n° 57, 335 p.
2. CORNET (A.). Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. 1972. Notice 31 p., annexes, carte (à paraître).
3. C.T.F.T.: Division Sol-Forêt. Résultats des parcelles élémentaires de la Station de Kianjasoa. Rapport dactylographié. Tananarive, juin 1972, 4 p., annexes.
4. FEODOROFF (A.). Infiltration et problèmes agronomiques. Quelques approches expérimentales. *Rev. Houille blanche*, 1969 (8): 869-883.
5. POURRUT (P.) et ZEBROWSKI (C.). Détermination de certaines caractéristiques hydrodynamiques des sols par utilisation des méthodes neutroniques. Rapport multigraphié. Tananarive, ORSTOM, section Hydrologie, 1970, 33 p., annexes.
6. TALINEAU (J.C.). Résultats préliminaires sur l'étude de l'évolution du sol sur quelques plantes fourragères et de couvertures en basse Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM sér. Biol.*, 1968 (5): 49-64.
7. TALINEAU (J.C.) et LESPINAT (P.A.). Evolution des profils hydriques relevés par la méthode neutronique sous quelques plantes fourragères en saison sèche. *Cah. ORSTOM sér. Biol.*, 1971 (15): 3-20.

Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs

PARIS 12-15 MARS 1974

Compte rendu

Ce Colloque, organisé par l'Institut grâce à une subvention du Ministère de la Coopération, s'est tenu du 12 au 15 mars 1974, dans les locaux et avec la coopération de l'Office International des Epizooties, avec pour but essentiel de faire la mise au point des connaissances actuelles pour lutter contre les trypanosomoses animales, tant en ce qui concerne les parasites eux-mêmes que leurs vecteurs.

Le thème général du Colloque étant plus particulièrement axé sur les méthodes de lutte contre les trypanosomoses animales en Afrique, les thèmes traités par les auteurs de communications ont donc tout naturellement porté sur les thèmes suivants :

Thème A : Ecologie des Glossines.

Thème B : Elevage des Glossines.

Thème C : Lutte contre les Glossines par hyperparasites et prédateurs (contrôle biologique et microbiologique).

Thème D : Perspectives de l'emploi des hormones et attractifs pour la lutte contre les Glossines.

Thème E : Lutte écologique contre les Glossines.

Thème F : Lutte génétique contre les Glossines.

Thème G : Evolution des trypanosomes chez le vecteur.

Thème H : Cultures des trypanosomes sur tissus du vecteur.

Thème I : Cultures des trypanosomes sur milieux semi-synthétiques et synthétiques.

Thème J : Evolution des trypanosomes chez l'hôte vertébré.

Thème K : Antigènes trypanosomiens.

Thème L : Réponse immunitaire des vertébrés.

Thème M : Trypanotolérance.

Thème N : Epidémiologie des trypanosomoses.

Thème O : Pathogénie des trypanosomoses.

Thème P : Chimiothérapie et chimioprophylaxie des trypanosomoses.

Thème Q : Lutte chimique contre les vecteurs.

Les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. — Actes du Colloque, 387 pages, édité par le Service de Publications de l'Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort, France. Prix : 100 F.

Les cinquante-sept communications qui ont été présentées ont été discutées, parfois à partir de rapports d'ensemble groupant par thème certains sujets généraux, en présence d'une nombreuse assistance comprenant d'éminentes personnalités scientifiques, des spécialistes de haut niveau international, des représentants qualifiés d'Organisations Internationales et d'observateurs expérimentés intéressés à titres divers par les sujets traités.

Ce colloque a manifestement atteint un de ses buts, qui était de favoriser les échanges et de provoquer ainsi des discussions créatrices entre les participants, tous désireux, au plus haut point, de contribuer à libérer même très progressivement les quelque millions de km² d'excellents pâturages qui existent en Afrique Inter-tropicale, des Glossines et des Trypanosomoses qui en interdisent la mise en valeur pastorale.

Son mérite essentiel a cependant été de montrer combien, en l'état actuel des connaissances, des méthodes et des techniques, le chemin à parcourir avant que cet objectif ne soit seulement approché sera long, long et difficile.

En effet, tant l'emploi des insecticides de contact que les lâchers de mâles stériles sont si étroitement dépendants de servitudes aussi multiples que contraignantes (scientifiques, techniques, écologiques, financières, voire même politiques) qu'on ne peut raisonnablement en espérer d'autres résultats que parcellaires, pour ne pas dire ponctuels, avec, comme inéluctable corollaire, la réinfestation progressive des lieux assainis à partir des glossines frontalières.

Du côté de la recherche de produits trypanocides et trypano-préventifs nouveaux et meilleurs, la situation est tout aussi décevante tant l'industrie pharmaceutique — dont la rentabilité est la raison d'être — se désintéresse des recherches ne pouvant déboucher, dans le meilleur des cas, que sur des marchés trop limités pour être rémunérateurs.

Quant à la recherche biologique — vaccins et immunothérapie des trypanosomoses animales — elle végète tant les problèmes qu'elle pose ont jusqu'ici parfaitement résisté à toute approche créatrice.

Cette fâcheuse situation d'ensemble justifie les espoirs mis par de nombreux participants au Colloque en la diffusion progressive de bétail trypanotolérant dans les régions peu infestées de glossines, diffusion qui n'ira pas cependant sans poser elle aussi de sérieux problèmes, du fait, à la fois de la faiblesse relative des effectifs de géniteurs disponibles et à l'absence, dans les territoires concernés, de populations aptes à l'élevage du gros bétail, si ce n'est de toute population.

Tout cela apparaît parfaitement dans les « conclusions et recommandations » d'un Colloque dont on peut s'étonner qu'il n'ait pas consacré un seul de ses actes au rôle actuel et à venir des Tabanidés et des Stomoxes dans le maintien et la propagation des trypanosomoses animales, à *T. vivax* plus particulièrement, une fois les glossines éliminées.

A moins que l'écologie propre à ces insectes ne soit suffisamment proche de celle des glossines coexistantes pour que les épandages d'insecticides de contact les suppriment les uns et les autres avec la même régularité et la même efficacité. Nul n'ayant traité de cette question, le lecteur qui s'interroge à cet effet est en droit d'en douter.

Les conclusions et recommandations sont reproduites *in extenso* à la suite de ce compte rendu. Quant aux communications et rapports ils feront l'objet d'analyses détaillées dans les plus prochains numéros de la Revue.

R. SAUVEL.

Résolutions et recommandations

SECTION A

ÉCOLOGIE DES GLOSSINES

Rapporteur : Dr FORD (J.)

Recommandations

Depuis quelques années les recherches sur l'écologie des glossines ont été conditionnées par l'emploi des insecticides comme principale méthode de lutte. Cependant, l'augmentation des coûts, et probablement dans une plus grande mesure l'appréciation des effets néfastes de ces méthodes, aboutissent à une réorientation des conceptions.

Actuellement il semble nécessaire de développer des méthodes d'analyses des populations afin d'obtenir une meilleure compréhension des mécanismes naturels de régulation des densités de population des tsé-tsé. Une première technique est apparue il y a une dizaine d'années qui utilise l'estimation de l'âge des femelles par examen des ovaires, ce qui conduit à la possibilité de construire des courbes de survie. Les élevages de laboratoires fournissent des comparaisons utiles avec les observations faites sur le terrain.

Mais nous ne sommes pas encore capables de mesurer les taux de mortalité des glossines dans la nature, et de ce fait nous ne pouvons pas faire de prévisions mathématiques sur l'efficacité des méthodes de lutte, en particulier sur celles utilisant des mesures biologiques, ce qui en fait signifie que nous sommes incapables de donner les raisons du succès ou de l'échec des mesures de lutte. Les méthodes mises au point pour d'autres populations d'insectes pourraient être appliquées aux tsé-tsé et donneraient l'occasion à des chercheurs ayant les qualifications requises de participer à des recherches applicables aux tsé-tsé.

Le choix des méthodes de lutte dépend beaucoup de l'évaluation correcte de l'efficacité escomptée, qui sera conditionnée non seulement par la densité des mouches, mais également par leur comportement. Une meilleure compréhension de la dynamique des populations est essentielle si l'on doit intégrer la lutte contre un vecteur dans le développement économique. L'expérience a montré que la lutte contre un vecteur qui n'est pas liée aux besoins du développement économique n'a qu'un succès temporaire.

SECTION B

ELEVAGE DES GLOSSINES

Rapporteur : Dr JORDAN (A. M.)

Etat actuel des connaissances

1. L'élevage des glossines utilisant des hôtes animaux est maintenant bien au point dans un certain nombre de laboratoires. Il semble qu'il y ait peu à attendre de nouvelles recherches sur les méthodes d'élevage utilisant des hôtes animaux, étant donné que le rendement des colonies de glossines est déjà voisin de la limite imposée par le mode de reproduction de ce genre.

2. La plupart des espèces de glossines ayant un intérêt économique sont élevées avec succès au laboratoire.

3. Le taux de survie et la fécondité des mouches employés pour mesurer le rendement d'un élevage permettent de connaître le taux de croissance d'une colonie, toutes les mouches étant conservées dans l'élevage et, plus important en pratique, le nombre de mouches dont

on peut disposer à partir d'une colonie à effectif constant sans que diminue le nombre d'individus dans la colonie. L'expérience a montré qu'on peut soustraire un peu plus de la moitié du total des pupes produites par une colonie sans compromettre l'élevage.

4. La qualité d'une colonie peut être convenablement estimée par détermination du poids des pupes produites. Au moins pour quelques espèces, les pupes produites au laboratoire sont d'un poids comparable à celles produites dans la nature.

5. Dans plusieurs laboratoires, des travaux progressent sur les techniques de nourriture artificielle des glossines.

6. Aucun élevage autonome de glossines n'a eu de rendement satisfaisant lorsque les mouches sont exclusivement nourries à travers une membrane.

7. Des colonies autonomes de glossines ont pu être obtenues en nourrissant les mouches 5 jours sur membrane et un jour sur un animal hôte vivant. Bien que les résultats en termes quantitatifs soient bons, le poids des pupes produites est légèrement inférieur à celui des pupes obtenues dans des élevages nourris exclusivement sur animal hôte.

Recommandations

1. Les recherches sur les méthodes d'élevage des glossines nourries sur milieux artificiels doivent être intensifiées. Les causes des moins bons résultats obtenus avec les mouches élevées sur ces milieux doivent être élucidées.

2. Les recherches sur la mise au point de membranes artificielles satisfaisantes et l'estimation de la valeur des membranes en silicone récemment fabriquées doivent être poursuivies.

3. La plupart des études sur la nourriture artificielle ont été basées sur l'emploi de sang frais ou de sang défibriné. Des essais sont nécessaires pour obtenir de nouvelles méthodes de conservation du sang.

4. La synthèse d'un succédané du sang comme milieu nutritif doit être recherchée.

5. Des précautions doivent être prises pour éviter la contamination des élevages par des agents chimiques ou biologiques.

6. Les connaissances actuelles sur l'élevage des glossines ont été acquises à partir de colonies entretenues en Europe. Il est recommandé que des efforts soient faits pour étendre cette expérience à l'Afrique et que soient créés des élevages plus importants pour faire face aux besoins dus à l'emploi de la méthode du lâcher de mâles stériles. A ce propos il est recommandé d'un point de vue pratique qu'en Afrique, dans un ensemble de production, chaque unité élémentaire soit spécialisée dans l'élevage d'une espèce de glossines.

SECTION C

MOYENS DE LUTTE UTILISANT LES HYPERPARASITES ET LES PREDATEURS. CONTROLE BIOLOGIQUE ET MICROBIOLOGIQUE

Rapporteur : Dr GRUVEL (J.)

La liste des ennemis naturels des glossines, bien que déjà longue, demeure bien incomplète. Elle ne contient seulement qu'un petit nombre de références sur les micro-organismes, mais elle indique de très nombreux arthropodes prédateurs et parasites affectant les pupes aussi bien que les adultes.

Les parasites et prédateurs des tsé-tsé sont connus depuis longtemps dans la majorité des pays africains concernés. Parmi eux certains interviennent de toute évidence d'une manière facultative ou occasionnelle. D'autres, au contraire, ont une forte incidence et une importance évidente en tant que facteur limitant des populations naturelles de tsé-tsé : 1. en parasitant les

pupes (par exemple : Hyménoptères des genres *Synthomosphyrum* et *Mutilla*; Diptères/Bombyliides du genre *Thyridanthrax*); 2. en prenant pour proie les adultes (par exemple : Diptères/Asilides et araignées des genres *Nephila* et *Hersilia*).

Cependant, l'action de la plupart de ces arthropodes parasites et prédateurs n'est pas spécifique. Elle est également saisonnière, variant avec la localisation géographique et la superposition de leur habitat et de leur répartition avec ceux des glossines. De plus, leur efficacité n'a pas toujours été évaluée avec une précision suffisante.

Notre ignorance quasi-totale de la pathogénie des micro-organismes des tsé-tsé (par exemple les bactéries, les champignons, les protozoaires, les nématodes) nous impose d'entreprendre une recherche approfondie quant à leur efficacité sur les adultes et les pupes. Ceci s'applique particulièrement aux micro-organismes présentant un haut degré de spécificité pour l'hôte.

Nous avons un besoin immédiat d'études plus approfondies sur les groupes de pathogènes déjà mentionnés par divers auteurs comme intervenant sur les glossines. Par conséquent, des recherches positives pourraient être entreprises au sujet de l'utilité potentielle, dans la lutte contre les tsé-tsé, de micro-organismes connus pour leur action chez d'autres insectes, mais pas chez les glossines (par exemple *Bacillus thuringiensis*, microsporidies et autres protozoaires, virus entomopathogènes).

Le principal intérêt de la connaissance plus complète des arthropodes prédateurs naturels des glossines réside moins dans leur éventuelle production de masse et leur libération dans les habitats des tsé-tsé, que dans la perspective d'utilisation plus sélective des agents chimiques classiques de contrôle, de manière à préserver ces prédateurs.

Au contraire, certains micro-organismes spécifiques conviennent à la production industrielle pour l'utilisation sur le terrain, soit seuls, soit conjointement avec des pesticides chimiques sélectionnés pour préserver au maximum l'environnement.

SECTION D

EMPLOI DES HORMONES ET ATTRACTIFS DANS LA LUTTE CONTRE LES GLOSSINES

Rapporteur : Dr MOUCHET (J.)

Recommandations

1. Les recherches sur le rôle des hormones juvéniles, des ecdysones et des substances analogues dans la reproduction des tsé-tsé doivent être très fortement encouragées. De plus l'isolement et l'étude des caractères des hormones endogènes doivent être considérés comme un premier pas pour fournir les informations de base essentielles.
2. La recherche sur l'isolement et l'identification des substances qui rendent possible la détection sexuelle des partenaires chez les glossines doit être encouragée avec comme objectif, l'utilisation de ces substances dans un programme de lutte intégrée.
3. Pour les mêmes raisons, les travaux sur l'isolement et la caractérisation des attractifs olfactifs, doivent être encouragés.

SECTION E

LUTTE ECOLOGIQUE DES POPULATIONS DE TSE-TSE

Rapporteur : Dr CHALLIER (A.)

Quelques méthodes de lutte écologique qui ont été très largement utilisées dans le passé, en particulier l'éclaircissement forestier, restent toujours applicables. Cependant à cause de

l'augmentation du coût de la main-d'œuvre et du risque d'accroître l'érosion dans les zones où le sol est de médiocre qualité, il est recommandé de ne pas employer la méthode d'éclaircissement forestier (prophylaxie agronomique) sur de larges surfaces. Dans les cas où la zone dans laquelle on se propose d'éliminer les tsé-tsé a un potentiel agricole élevé et pourra faire l'objet d'un développement économique rentable, les grands déboisements sont justifiés.

Dans les zones faiblement peuplées et à agriculture marginale, où tout programme important de lutte contre les tsé-tsé serait impossible pour des raisons économiques, des éclaircissements forestiers autour des villages, des gués, etc., seraient la méthode la plus réaliste permettant de réduire les risques de trypanosomose, particulièrement si les éclaircissements peuvent être effectués par les villageois eux-mêmes.

Il est également concevable que les techniques d'éclaircissement forestier joueront un rôle important dans les programmes de lutte intégrée. Elles pourront être employées pour créer des barrières de protection des régions libérées des tsé-tsé par d'autres méthodes de lutte et pour concentrer les populations de tsé-tsé, en vue de rendre l'application des insecticides encore plus sélective, par exemple le long des routes à bétail.

Il doit être rappelé que dans certaines zones où il est souhaitable de lutter contre les tsé-tsé, d'autres opérations de lutte (par exemple contre les moustiques et les simulies) peuvent déjà être entreprises. Si des insecticides sont employés pour ces opérations, il peut être inopportun d'introduire encore un nouvel insecticide dans le milieu pour la lutte contre les glossines. Dans de telles circonstances, on doit prendre en considération avec soin les possibilités d'emploi des méthodes écologiques de lutte contre les glossines.

SECTION F

LUTTE GENETIQUE CONTRE LES GLOSSINES

Rapporteur : Dr ITARD (J.)

Le grand succès obtenu au cours des dernières années dans les techniques d'élevage de masse des mouches tsé-tsé, en particulier en ce qui concerne les principales espèces ayant une importance économique, permet d'envisager raisonnablement l'utilisation des méthodes de lutte génétique dans un proche avenir. Lorsque ces méthodes auront fait la preuve de leur efficacité et de leur rentabilité au cours d'essais à grande échelle, elles pourront jouer un rôle en tant que partie d'un programme à long terme de lutte intégrée. Elles ne sont par contre pas efficaces pour enrayer rapidement une épidémie de trypanosomose. La méthode du mâle stérile, dans certains cas particuliers, semble prometteuse, même si elle est utilisée seule.

Les trois méthodes qui sont actuellement utilisées pour provoquer la stérilité dans une population de glossines sont :

1. le lâcher de mâles stériles (radiostérilisation et chimiostérilisation),
2. les manipulations génétiques (translocations),
3. l'hybridation.

Seule la première méthode a été récemment essayée sur le terrain. Avec les glossines élevées au laboratoire, la radiostérilisation présente des avantages précis sur la chimiostérilisation utilisant des produits d'usage courant. Elle est plus sûre, plus souple et plus digne de confiance, bien que le taux de stérilité obtenu ne soit pas aussi élevé.

Recommandations

1. La méthode du mâle stérile doit être expérimentée à plus grande échelle sur le terrain en utilisant les espèces pour lesquelles les méthodes de stérilisation sont au point. Les principaux objectifs de ces essais seront de définir les paramètres opérationnels les plus importants ainsi que l'efficacité et le prix de revient de cette méthode de lutte. Ces essais devraient être

entrepris dans chacune des principales zones écologiques de l'Afrique tropicale, car les résultats obtenus dans une région ne seront probablement pas applicables tels quels dans un contexte écologique différent.

2. Les méthodes de stérilisation des mâles qui ont été étudiées pour *G. tachinoides*, *G. m. morsitans* et *G. austeni* devraient être, par des expériences en laboratoire, adaptées à leurs besoins propres et à ceux des autres espèces présentant une importance économique. Les critères d'évaluation de la stérilisation en laboratoire devraient être standardisés de façon à ce que les résultats obtenus par les divers organismes de recherches soient comparables.

3. L'étude des autres méthodes de lutte génétique utilisées contre les glossines devra être poursuivie.

4. Les recommandations ci-dessus doivent être considérées en se référant aux comptes rendus de la réunion du groupe d'experts sur l'application du principe de la stérilisation pour la lutte contre la mouche tsé-tsé qui s'est tenue à Paris en 1971.

SECTIONS G, H, I, J

DEVELOPPEMENT DES TRYPANOSOMES SALIVAIRES IN VIVO ET IN VITRO

Rapporteur : BAKER (J. R.) (Section G),
CUNNINGHAM (I.) (Section H),
FROMENTIN (H.) (Section I)
VICKERMAN (K.) (Section J)

1. Développement chez l'hôte vertébré

Les principaux problèmes qui se posent sont la nature des formes de multiplication, les sites de multiplication, la nature de la rémission et la nature des formes qui assurent la continuité de l'infection chez les mammifères et chez les vecteurs.

Les trypanosomes métacycliques sont présumés être les seules formes capables d'infecter les mammifères mais les premiers stades de l'infection nécessitent des études plus poussées.

Des formes de *T. congolense* semblables aux stades proventriculaires ont été trouvées dans des chancres quelques jours après une infection provoquée par des tsé-tsé (Roberts, Gray et Gray, 1969).

Ormerod et Venkatesan (1971) se sont interrogés sur la multiplication de *T. brucei* chez les mammifères, qui serait restreinte aux seuls trypanosomes circulants. Le Dr Ormerod pense que les souches endémiques de *T. b. rhodesiense* se comportent différemment des souches épidémiques lors de leur multiplication. Les périodes aparasitémiques qui se produisent au cours des infections avec des souches endémiques suggèrent l'existence de phases de prolifération localisées dans les organes profonds mais cette hypothèse demande confirmation.

La cause de la rémission semble être due à l'anticorps spécifique aux variants des trypanosomes. Les trypanosomes mourant à l'extérieur des macrophages de l'hôte semblent être rompus de l'intérieur, c'est-à-dire que les lysosomes du flagellé provoquent sa propre autolyse. Il reste à déterminer si l'activation des lysosomes est le fait des anticorps de l'hôte, ou est due à l'ingestion de lipides ou à d'autres moyens.

Le mécanisme de la variation antigénique et ses relations avec la rémission de la parasitémie pourront être éventuellement résolus par le développement de méthodes de culture *in vitro* des formes sanguines (voir section 3). La transformation des formes sanguines longues de *T. brucei* en formes courtes peut être effectuée *in vitro* à 26° en milieu biphasique contenant de la proline (Evans et Vickerman, en préparation) mais ne peut permettre la multiplication des

formes sanguines à 37°. Le fait que le passage, *in vitro*, des formes longues aux formes courtes soit suivi par une différenciation en formes procycliques renforce l'hypothèse selon laquelle les formes courtes infectent plus aisément les glossines que les formes longues (*). Il n'implique pas qu'un changement de température soit nécessaire pour la production de formes procycliques à partir des formes sanguines (voir aussi section 2). La production de formes courtes dans le sang peut dépendre de la densité (Harmsen, 1973).

2. Développement chez les hôtes invertébrés

Harmsen (1973) considère que la transformation des formes courtes en d'autres formes capables de se multiplier à moins de 37° se produit dans le jabot des tsé-tsé 45 à 60 mn après l'ingestion du repas. La transformation complète en formes procycliques dans l'intestin moyen dure 48 heures. Elle met en jeu l'acquisition d'une activité succinoxydasique, l'augmentation de la proline et des oxydases NADH, la transformation par oxydation de la proline en source d'énergie, la prolifération des mitochondries et la perte du revêtement antigénique de surface (Brown, Evans et Vickerman, 1973). Plus tard, les trypomastigotes procycliques envahissent l'espace ectopéritrophique en passant par l'extrémité postérieure ouverte de la membrane péritrophique, ou en passant par une fente à travers elle, ou en pénétrant par l'extrémité antérieure molle comme ils le font (en sens inverse) plus tard au cours de leur cycle évolutif (Yorke et collab., 1933. Fairbairn, 1958). La mise en évidence d'érythrocytes et de trypanosomes dans et au-delà de la partie proventriculaire de la membrane, 30 minutes après l'ingestion du repas, renforce cette dernière possibilité (Freeman, 1973).

Dans l'espace ectopéritrophique, les trypanosomes s'allongent davantage, produisent d'abondantes crêtes mitochondriales et un système cytochrome-oxydase cyano-sensible et oxydent totalement le glucose en $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; ces formes proventriculaires ne se multiplient peut-être pas mais migrent en infections réussies, jusqu'aux glandes salivaires (Vickerman, 1971).

La présence observée de trypanosomes dans l'hémocèle des tsé-tsé suggère qu'ils peuvent atteindre les glandes salivaires par cette voie plutôt qu'en remontant le proboscis, ce qui est généralement admis mais non prouvé.

Les autres sous-genres de trypanosomes salivaires subissent probablement des changements similaires. Pour se transformer en trypomastigotes métacycliques, il doit leur être nécessaire de s'accrocher au proboscis aux moyens d'hémidesmosomes entre l'intima et l'enveloppe flagellaire.

3. Développement *in vitro*

Le but principal de la culture *in vitro* à 28° est la croissance de stades infectants pour les vertébrés, permettant d'obtenir des antigènes utilisables pour la vaccination et le diagnostic sérologique. Deux approches principales ont été faites :

a) Un milieu liquide acellulaire, enrichi par le métabolisme d'érythrocytes par contact pendant 18 heures à 37°, a montré que les formes procycliques de *T. b. gambiense* sont dépendantes d'un système enzymatique érythrocytaire; c'est un premier point. Par la suite, on espère reproduire *in vitro*, sans l'aide de cellules, le mécanisme de ce système enzymatique (phosphorylation, glycolyse). C'est peut-être utopique, mais il semble que ce soit le seul espoir de maintenir *in vitro* l'infectivité des formes sanguines (Fromentin, 1971 et 1972);

b) Des systèmes de culture sur tissu de tsé-tsé sont utilisés pour essayer de reproduire *in vitro* le cycle de développement naturel chez le vecteur. Le développement des trypanosomes procycliques se produit dans les cultures contenant tout le tube digestif de la mouche et (ou) les glandes salivaires (Cunningham, 1973). Bien que la production de stades infectieux ait échoué, le système permet de comparer l'ultrastructure, la biochimie et l'immunologie des formes se développant *in vitro* et *in vivo*.

(*) Cependant, Ormerod, Venkatesan et Carpenter (Parasitology, sous presse) contredisent cette hypothèse.

4. Recommandations

Des recherches doivent être poursuivies sur les sujets suivants :

- a) Elucider les points encore douteux du cycle évolutif (rémission chez les vertébrés, pénétration de la membrane péritrophique et trajet suivi vers les glandes salivaires chez le vecteur);
- b) Changements physiologiques et morphologiques se produisant au cours de l'établissement et de l'achèvement des trypanosomes chez les glossines;
- c) Etudes sur les différences de sensibilité à l'infection dans et entre les différentes espèces de glossines.

SECTION K

ANTIGENES TRYPANOSOMIENS

Rapporteur : Dr GRAY (A.R.)

Les communications sur les antigènes trypanosomiens, considérés dans leur relation avec la lutte contre la trypanosomose, peuvent se classer sous quatre titres principaux :

1. La nature et les propriétés des antigènes en général, en y incluant des considérations sur quelques aspects de la variation antigénique;
2. Il a été noté que des antigènes trypanosomiens avaient été employés expérimentalement dans de nombreuses techniques de sérodiagnostic dont la plus prometteuse est probablement celle de l'immunofluorescence;
3. La détermination des antigènes trypanosomiens a été considérée en relation avec la nécessité d'avoir une meilleure connaissance des types antigéniques des différentes espèces de trypanosomes et donc comme une partie intégrante des études épizootiologiques;
4. Une certaine attention a été donnée à l'emploi des antigènes trypanosomiens dans les essais d'immunisation.

Au cours de la discussion générale, l'intérêt s'est porté sur plusieurs aspects de la variation antigénique y compris le développement des trypanosomes ayant des antigènes de base communs dans les infections transmises à la seringue, le nombre de types antigéniques de base qui apparaissent sur le terrain pour chaque espèce de trypanosomes normaux et les souches chimio-résistantes. Un intérêt considérable a été accordé à la valeur du test d'immunofluorescence pour le diagnostic des infections à trypanosomes et pour la différenciation des variants sérologiques. Plusieurs participants montrèrent au cours de la discussion que le test pouvait être employé avec succès dans les deux cas, pourvu que des antigènes appropriés soient utilisés : des trypanosomes fixés peuvent servir d'antigènes pour le diagnostic, mais des trypanosomes vivants en suspension et mis au contact des anticorps sont mieux adaptés à l'étude des variants sérologiques.

La conclusion générale était que les recherches actuelles sur les antigènes trypanosomiens n'étaient pas parvenues à leur stade final et que des techniques améliorées de productions importantes d'antigènes étaient nécessaires pour fournir le matériel suffisant aux études ultérieures.

On a mis également l'accent sur le fait que les souches clonées de trypanosomes constituent un matériel utile de recherche normalisée mais qu'elles risquent, comme les souches naturelles, de devenir antigéniquement hétérogènes lors de passages répétés chez les animaux de laboratoire et qu'il faut donc éviter de trop nombreux passages.

Les études sur les antigènes trypanosomiens constitueront probablement une partie importante des recherches sur les trypanosomoses à l'avenir, en raison de la nécessité d'informations supplémentaires sur presque tous les aspects de leur nature et de leurs propriétés.

Recommandations

1. Des travaux plus poussés doivent être faits pour vérifier la régularité du retour des variants sérologiques des souches aux types antigéniques de base et pour définir le nombre de types antigéniques apparaissant sur le terrain. Ces recherches devraient inclure des travaux sur *T. congolense* et *T. vivax* aussi bien que sur *T. brucei*.

2. Les recherches doivent être intensifiées pour trouver et évaluer des méthodes appropriées de préparation d'antigènes pour des tests de sérodiagnostic, et tout particulièrement pour l'immunofluorescence indirecte. Sous cet angle, une étude des antigènes somatiques spécifiques devrait être fructueuse.

3. Des études supplémentaires devraient être faites pour localiser les différents types d'antigènes chez le trypanosome, et surtout pour établir les rapports entre l'exo-antigène et les antigènes de la paroi. Des informations sur les propriétés et la nature chimique de ces derniers seraient utiles.

4. L'emploi de l'infection suivie d'un traitement chimiothérapeutique, comme méthode d'immunisation, devrait être comparée avec les autres techniques, telles que les injections de trypanosomes irradiés ou morts, pour trouver la méthode la plus efficace de stimuler la réponse immunitaire protectrice.

SECTION I

REPONSE IMMUNITAIRE DES HOTES VERTEBRES

Rapporteur : Dr WILSON (A.)

Chez l'hôte vertébré, la réponse immunitaire humorale acquise vis-à-vis de la trypanosomose comporte des composantes à la fois spécifiques et non spécifiques des trypanosomes.

La première consiste en des anticorps de groupe et des anticorps spécifiques des variants; la seconde en des anticorps d'auto-immunité et peut-être d'une autre nature encore. L'immunosuppression aussi joue un rôle.

Chez les bovins deux types d'immunité acquise peuvent s'établir :

a) une immunité stérile induite expérimentalement par de petites injections d'un type antigénique connu;

b) une immunité non stérile, observée dans les conditions naturelles sous l'effet de fortes épreuves par des types antigéniques divers.

Pour créer simultanément ces deux types d'immunité, l'emploi judicieux d'agents chimiothérapeutiques est nécessaire.

La création de troupeaux immuns par l'emploi de médicaments a été essayée avec un succès limité. Dans les zones fortement infestées, aucun développement significatif de l'immunité ne peut être espéré; dans les zones à moyenne ou faible infestation, on peut attendre un certain niveau d'immunité.

Recommandations

1. L'état d'immunité des animaux sauvages devrait être étudié pour s'assurer que cet état d'immunité non stérile, souvent observé, est acquis pour la vie. De telles études devraient donner un aperçu du processus de l'immunité acquise chez les bovins.

2. Des études détaillées sur le rôle éventuel de l'immunité cellulaire en matière de trypanosomose devraient être entreprises.

3. La relation entre les différentes immunoglobulines et cette immunité devrait être déterminée.

4. Les tests sérologiques couramment employés à des fins de diagnostic devraient faire l'objet d'une étude comparée afin de mettre au point un test utilisable à grande échelle.

5. Une attention plus grande doit être accordée à l'élevage du bétail trypanotolérant.

6. Des études complémentaires devraient être entreprises sur les produits immuno-stimulants. Tous les médicaments d'usage courant devraient être étudiés quant à leur effet sur l'importance de la réponse en anticorps protecteurs.

SECTION M

TRYPANOTOLERANCE

Rapporteur : Dr PAGOT (J.)

De grandes potentialités fourragères existent dans de vastes espaces de l'Afrique humide où l'élevage n'est pourtant que peu développé, voire nul. Le principal facteur limitant est la trypanosomose.

D'autre part, il existe de façon incontestable des animaux aptes à vivre en milieux infestés de glossines; cette existence s'est matérialisée par le développement d'élevages prospères tant dans leurs pays d'origine, en Afrique de l'Ouest, que dans les pays où ils ont été transplantés en Afrique Centrale.

Le groupe estime extrêmement importantes la poursuite et l'intensification des recherches sur la trypanotolérance.

Trois hypothèses de travail ont orienté les recherches en cours :

1. La trypanotolérance est déterminée par les mécanismes immunitaires classiques;
2. La trypanotolérance est considérée comme la résultante des mécanismes biochimiques conditionnant les relations hôtes-parasites;
3. La trypanotolérance est due à des facteurs héréditaires.

a) La qualité et la quantité des anticorps fabriqués par les taurins trypanotolérants sont nettement supérieures à ceux des zébus et la trypanotolérance nécessite un milieu infesté pour pouvoir se manifester (travaux de Chandler R. L., 1952, 1958, Desowitz R. S., 1958 et Finelle P., 1958).

b) Les travaux de Mlle H. Fromentin, de l'Institut Pasteur, ont montré que la glucose-6-phosphate-deshydrogénase était un facteur de développement obligatoire pour certaines souches de trypanosomes et ceux de J.-P. Petit à l'I.E.M.V.T. ont montré que chez tous les taurins trypanotolérants l'hémoglobine était de type A (N'Dama, Muturu, Baoulé et « Bœuf des Lagunes »).

c) Les croisements effectués entre la race jersiaise et la race N'Dama, particulièrement en Côte-d'Ivoire, et d'autres mélanges entre zébus et taurins trypanotolérants ont montré que la résistance diminuait en même temps que le degré de sang taurin.

Il semble bien que dans le phénomène de trypanotolérance, les différents facteurs énumérés ci-dessus se conjuguent sans que l'on puisse préciser leur importance relative.

Il est apparu au groupe qu'il était indispensable de conserver des souches pures de toutes les races trypanotolérantes, de les entretenir, et de faciliter leur diffusion en créant dans leur berceau respectif un Herd Book et au moins un centre de multiplication pour chacune d'elles.

Pour chaque race trypanotolérante, il conviendrait de définir dans quelles mesures les modifications écologiques et épidémiologiques modifient la trypanotolérance.

En vue de déterminer la nature des phénomènes biologiques qui interviennent dans la trypanotolérance, il conviendrait d'intensifier les recherches biochimiques chez les races de taurins trypanotolérants, trypanosensibles, et chez les zébus. Ces recherches s'intéresseront plus particulièrement à la biosynthèse des protéines et des différents constituants biochimiques (systèmes enzymatiques, protéines sériques, hémoglobines, etc.).

L'utilisation d'effectifs importants devrait permettre de définir de façon précise la nature du support génétique de la trypanotolérance et éventuellement de mettre au point des méthodes d'évaluations quantitatives de la trypanotolérance.

Une meilleure connaissance de la trypanotolérance permettra une intensification de la lutte contre les trypanosomes par une méthode biologique non polluante.

Cependant, parmi les facteurs qui pourraient limiter l'emploi de cette méthode, il convient de porter une attention toute particulière à ceux qui entraîneraient la constitution de réservoirs de trypanosomes pathogènes pour l'homme et pour l'animal afin d'éviter d'y recourir.

Des élevages de bovins trypanotolérants se développant dans toute l'Afrique humide, il serait souhaitable que des études économiques détaillées soient faites sur le type des élevages existants (ranches, exploitations familiales) et que les recherches soient complétées par la définition de modèles appropriés au développement rationnel d'élevages adaptés aux écosystèmes.

Ainsi seraient réunis tous les éléments de l'accroissement de la production de protéines en Afrique particulièrement importante après la sécheresse qui vient d'y sévir.

SECTION N

EPIZOOTIOLOGIE DES TRYPANOSOMOSES

Rapporteur : Dr Mc LENNAN (K.J.R.)

Tandis que les plus communs des trypanosomes pathogènes des animaux sont omniprésents dans les communautés de tsé-tsé, les trypanosomes humains ont une distribution beaucoup plus localisée.

Cela a une conséquence importante sur les modalités de lutte contre les vecteurs. Des mesures locales de lutte peuvent suffire à limiter des épidémies humaines mais une telle méthode n'a que peu d'impact sur les trypanosomoses animales. Dans les régions où des opérations d'extermination des tsé-tsé sont réalisables et économiquement rentables, les trypanosomoses humaines et animales, constituant un problème économique majeur, pourront ainsi être éliminées.

Les savanes humides, les savanes de substitution et les zones de végétation forestière prennent une très grande importance pour la production animale par leur très haute capacité de production. Cette importance est encore accrue du fait des conditions de sécheresse actuelles et par suite des déficiences en protéines d'origine animale.

L'exploitation agricole intense de ces régions a pour conséquence une régression dans la répartition des tsé-tsé du groupe *fusca* et des *G. longipalpis*. Elle s'accompagne d'incursions de *G. tachinoides* dans les zones forestières et de l'installation de foyers d'infestation de cette espèce ainsi que, parfois, de *G. palpalis*, en association avec le bétail. Elle favorise également l'association de *G. m. submorsitans* avec le zébu.

On peut s'attendre, à l'avenir, dans ces régions, à des changements considérables dans la répartition des tsé-tsé et dans leurs relations avec leurs hôtes.

Pour le développement de l'économie rurale, l'élimination de l'onchocercose est un facteur important pouvant, probablement, jouer un rôle favorisant dans l'épidémiologie de la maladie

du sommeil humaine car les risques d'exposition de la population lorsqu'elle fera mouvement vers les zones traitées seront accrus. Réciproquement, il semble que les effets de la dépopulation due à l'onchocercose aient été la cause de certaines avances de *G. m. submorsitans*.

Les systèmes d'élevage traditionnels par transhumance ont l'avantage de soustraire les animaux au risque d'exposition à l'affection à l'époque où leurs rations alimentaires sont de meilleure qualité. Les animaux semblent capables à ce moment-là de se débarrasser des infections résiduelles. Le bétail continuellement exposé est plus vulnérable.

Il a été observé, quelquefois, au Nigeria et au Kenya, que le bétail exposé pour la première fois au risque des tsé-tsé, présente plus fréquemment des infections à *T. vivax*, alors que chez celui qui est né, ou a été élevé dans les régions contaminées, les infections à *T. congolense* prédominent. La nature de la réponse immunitaire chez l'animal infecté pourrait être la principale cause de cette réponse à l'infection. Mais d'autres facteurs, tels que les interférences entre espèces, peuvent être également mis en cause.

Des pertes économiques sérieuses le long des routes commerciales des animaux destinés à l'abattage peuvent être évitées par l'utilisation des traitements prophylactiques moyennant un contrôle très strict des animaux arrivés à destination. Lorsque les populations de tsé-tsé sont associées au bétail, il se produit une sélection des trypanosomes hautement infectieux et des souches de trypanosomes chimiorésistantes si des traitements sont effectués. Il existe également une possibilité de dispersion rapide, parmi les bovins, des trypanosomes pathogènes ou chimiorésistants qui peuvent être présents ou introduits, d'où une nette augmentation des taux d'infection.

Recommandations

1. Les populations de tsé-tsé adaptées au bétail nécessitent des études écologiques et taxonomiques beaucoup plus poussées.
2. Des études complémentaires sur la trypanosomose humaine sont nécessaires.
3. Il est nécessaire de s'informer plus complètement sur le rôle des tsé-tsé du groupe *fusca* qui se nourrissent en lisière de forêts en tant que vecteurs de la trypanosomose des animaux domestiques.
4. Etant donné que des associations fondamentales entre les hôtes et les trypanosomes existent dans le cycle sylvatique de transmission entre hôtes sauvages, il faudrait une étude complémentaire de l'épizootologie des souches de trypanosomes d'origine humaine et animale impliquées dans cette association.
5. Une compréhension totale de l'épizootologie des infections par trypanosomes est gênée par la difficulté d'obtenir des informations précises sur les infections chez les mouches tsé-tsé et chez les hôtes vertébrés. Les méthodes d'étude doivent être améliorées.

SECTION O

PATHOLOGIE DES TRYPANOSOMOSES

Rapporteur : Dr BOREHAM (P.F.L.)

Résumé

Quatre thèmes de discussion ont été abordés en rapport avec la pathologie des trypanosomoses.

1. Anémie

Deux mécanismes différents ont été proposés : une anémie hémolytique et une anémie micro-angiopathique. Il y a une réduction dans la demi-vie des érythrocytes et des réticulocytes

d'où un accroissement des dépôts de fer dans la rate. Quelques chercheurs ont montré qu'il y avait hémoglobinurie. Ces différences peuvent être dues à l'emploi de souches de parasites différentes et d'hôtes différents.

2. Myocardite

La myocardite a été signalée dans la trypanosomose du bétail et de l'homme. Les mécanismes d'apparition de cette lésion sont mal expliqués, mais elle diminue certainement l'aptitude des animaux à la traction.

3. Immunopathologie

a) La formation de complexes antigène-anticorps 10 jours environ après l'infection est probablement impliquée dans l'activation des polypeptides plasmatiques dérivés des alpha 2 globulines et dans l'activation du plasminogène pour former des produits de dégradation de la fibrine et du fibrinogène. Ces substances contribuent aux modifications vasculaires, en particulier elles augmentent la perméabilité. Des complexes antigène-anticorps ont été trouvés dans le tissu rénal.

b) La présence d'auto-anticorps a été signalée.

c) Il y a quelques indices de réponses immunitaires par l'intermédiaire des cellules.

d) On a constaté des manifestations d'immuno-suppression dans les trypanosomoses. Cela semble affecter seulement certains stimuli antigéniques concomitants.

4. Effets toxiques des métabolites trypanosomiens

Aux stades de début des formes aiguës de la maladie du sommeil à *T. rhodesiense*, des produits du métabolisme peuvent expliquer quelques-uns des symptômes associés à la parasitémie. Les facteurs de perméabilité des trypanosomes ont été en particulier invoqués.

Recommandations

1. Stimuler les recherches de pathologie chez les hôtes naturellement infectés. Des biopsies à partir de chancres et de ganglions lymphatiques provenant de patients humains devront être effectuées afin d'étudier le rôle des complexes immunologiques dans la pathogénie de la maladie. On devra également utiliser le matériel provenant d'autopsies et de biopsies effectuées sur les bovins.

2. De nouvelles études sur la localisation des trypanosomes sont nécessaires, en particulier dans le cas de *T. congolense* et *T. vivax*. Lossos et Ikede (1972) ont récemment estimé que ces deux parasites ne se trouvaient que dans le sang, alors que Roberts, Gray et Gray (1969) ont observé que *T. congolense* se développait dans d'autres tissus. Ceci est important pour l'étude des substances chimiothérapeutiques, dont les propriétés physicochimiques pourront varier selon que le parasite se trouve dans le sang ou dans d'autres tissus.

REFERENCES

- LOSSOS (G. J.) and IKEDE (B. O.), *Vet. Path. supp.*, 1972, 9 : 1-71.
ROBERTS (C. J.), GRAY (M. A.) and GRAY (A. R.), *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1969, 63 : 620-624.

SECTION P

CHIMIOThERAPIE ET CHIMIOPROPHYLAXIE

Rapporteur : Dr FINELLE (P.)

1. Aucun médicament efficace à structure chimique nouvelle n'a été trouvé depuis plusieurs années qui soit actif contre les trypanosomoses humaines et animales. La chimiorésistance se développe rapidement. Les produits couramment employés n'appartiennent qu'à très peu de groupes chimiques. Les conditions financières font que le marché potentiel pour le dévelop-

pement des médicaments en Afrique est très faible pour la médecine humaine et relativement faible pour la médecine animale. C'est pour cette raison que les organismes internationaux devraient soutenir les laboratoires publics, parapublics et privés dans la recherche de nouveaux produits bon marché. Cette aide devrait inclure une assistance pour obtenir des facilités afin d'effectuer des tests en Afrique.

2. De nouvelles méthodes et des programmes de traitements devraient être recherchés; ils devraient inclure des études sur d'autres voies d'injection, des études sur la synergie, dans laquelle les médicaments les plus anciens pourraient peut-être recevoir une nouvelle utilisation, des études sur le métabolisme des trypanosomes et sur une meilleure compréhension de la pharmacodynamie.

3. La recherche de médicaments pour le traitement et la prévention de *T. simiae* devra être poursuivie.

SECTION Q

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES MOUCHES TSE-TSE

Rapporteur : Dr NA'ISA (B.K.)

Actuellement, il n'y a, en pratique, pas d'autre alternative que l'utilisation des insecticides pour la lutte à grande échelle ou l'éradication des mouches tsé-tsé. Cependant, il est d'une importance vitale que, dans l'emploi des méthodes chimiques de lutte, on utilise au maximum les plus récentes connaissances acquises sur la répartition des tsé-tsé, l'écologie et la dynamique des populations, afin d'assurer un contrôle effectif des vecteurs sans mettre l'environnement en danger.

Bien qu'il soit très souhaitable que des insecticides moins toxiques et plus biodégradables soient trouvés, il est également important que les gouvernements, qui utilisent couramment les seuls composés dont l'efficacité est connue, assurent un approvisionnement continu de ces produits.

Bien que les techniques d'application au sol aient été employées de façon intensive au cours des 30 dernières années, certains résultats prometteurs ont été obtenus récemment avec différents types de pulvérisation aérienne et il est envisagé que ces dernières techniques soient améliorées et utilisées sur une plus grande échelle.

La récente sécheresse a montré que, pour le développement de l'agriculture, les zones de végétation de la savane humide et de la mosaïque forêt-savane sont de plus en plus nécessaires. La complexité, l'importance et la dispersion des sites naturels de tsé-tsé dans ces régions humides impliquent que les opérations de lutte soient non seulement très efficaces mais soient exécutées aussi rapidement que possible, ce qui pourra probablement être réalisé de la meilleure façon grâce à l'emploi des techniques de pulvérisations aériennes.

Le groupe recommande :

1. Que les recherches sur des insecticides de remplacement soient intensifiées;
2. Que les techniques de pulvérisation aérienne existantes, employant des hélicoptères ou des avions soient améliorées, une attention particulière étant donnée à leur utilisation à grande échelle dans les savanes humides. Le cas échéant, que l'on prenne en considération la possibilité d'utiliser les nouvelles méthodes de pulvérisation aérienne, mises au point contre les tsé-tsé, dans la lutte contre des vecteurs d'autres maladies et contre les insectes nuisibles en agriculture, afin de rentabiliser au maximum le matériel, d'abaisser les coûts et d'aider au développement rationnel des zones récupérées;

3. Qu'afin de développer par la suite des techniques de contrôle efficaces et économiques, on obtienne davantage d'informations de base sur la répartition des tsé-tsé, leur dispersion, leurs lieux de repos, etc., dans les savanes humides et les zones forestières;

4. Que dans la préparation, la mise en œuvre et l'exécution des programmes de lutte, une coopération étroite soit maintenue entre les pays et, au niveau national, entre les ministères de la Santé, de l'Agriculture (y compris les départements de l'élevage, des forêts, des pêches et des conserves) et du développement, de façon à assurer une meilleure utilisation et une meilleure conservation des ressources agricoles dans les régions assainies;

5. Que l'entraînement du personnel d'encadrement, du personnel d'exécution des programmes de lutte et de surveillance des tsé-tsé soit intensifié.

6. Que des recherches plus approfondies soient entreprises sur les répulsifs afin de trouver des moyens de protection temporaires pour les personnes et le bétail qui traversent des zones infestées de trypanosomose.

Extraits-Analyses

N.D.L.R. - Ces analyses sont également publiées sur fiches bristol (*) de format 10 × 15 cm, et peuvent être demandées directement à : I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort.

Microbiologie

- 74-145 **PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.).** — Un vaccin mixte trivalent contre la peste bovine, la péripneumonie et le charbon bactérien. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 385-395.

Après avoir indiqué les raisons qui militent en faveur de l'utilisation d'un vaccin mixte antibovipestique, antipéripneumonique et anticharbonneux en Afrique centrale, les auteurs décrivent la conception d'un tel vaccin et la méthodologie de sa préparation. Les contrôles de production et les essais sur le terrain sont commentés : la solution molaire de sulfate de magnésium, utilisée au Tchad pour la remise en solution du vaccin mixte antipestique-antipéripneumonique utilisé dans ce pays est nocive pour les spores de *B. anthracis*.

- 74-146 **DOMENECH (J.), LEFEVRE (P. C.).** — Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovines en Ethiopie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 397-402.

Une enquête sérologique effectuée en Ethiopie, province du Harrar, permet de déceler des taux d'infection de 1,78 p. 100 pour la péripneumonie bovine et de 0,43 p. 100 pour la brucellose bovine.

Par ailleurs, une fréquence élevée d'anticorps hétérophiles antihématies de mouton et de réactions HA faussement positives est observée.

- 74-147 **GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LE MAO (G.), RETIF (M.).** — La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger, de 1970 à 1973. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 403-418.

Utilisant ring-tests, réactions allergologiques et sérologiques, les auteurs ont étudié l'épidémiologie de la brucellose en Afrique de l'ouest au cours de dix enquêtes couplées, humaines et animales, où plus de 120 villages ont été prospectés par sondage aléatoire.

Chez les animaux, 4 108 ring-tests et 1 225 sérologies et, chez l'homme, 12 739 intradermo-réactions et 11 990 sérologies ont été effectuées.

La maladie animale existe partout et concerne les différentes espèces, en particulier les bovins, mais à des taux très variables selon les régions, le sud étant plus atteint que le nord.

Chez l'homme, la maladie intéresse essentiellement les populations pastorales du sahel, tandis qu'ailleurs, elle affecte surtout les bergers et leurs familles, les réactions allergologiques positives étant plus fréquentes chez l'homme que chez la femme et chez l'adulte que chez l'enfant.

(*) Le prix actuel est de 0,20 F la fiche, plus les frais de port si l'envoi est demandé par voie aérienne.

Maladies à protozoaires

- 74-148 **UILENBERG (G.), ANDREASEN (M. P.).** — *Haematoxenus separatus* sp. n. (Sporozoa, Theileriidae), nouvel hématozoaire du mouton domestique en Tanzanie, transmissible par tiques. (A new tick-borne blood parasite of domestic sheep in Tanzania). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 459-465.

Après une revue des connaissances actuelles du genre *Haematoxenus*, connu chez le bovin, le buffle africain et des antilopes africaines, les auteurs rapportent la découverte d'une nouvelle espèce de ce genre chez le mouton domestique en Tanzanie, *H. separatus* sp. n. Le parasite, apparu chez un mouton après splénectomie, a pu être transmis à un second mouton par des nymphes de la tique *Amblyomma variegatum*, nourries au stade larvaire sur le porteur splénectomisé. La transmission a également été réussie par inoculation de sang infecté. L'infection par *H. separatus* a apparemment été mortelle pour le mouton infecté par les tiques. Le parasite diffère morphologiquement des *Theileriidae* déjà connues chez le mouton par la présence d'un voile, particularité du genre *Haematoxenus*; de plus, ses dimensions sont plus grandes que celles de *Theileria ovis* de Madagascar et de la République Centrafricaine. On ne sait pas encore si des éléments sans voile, nombreux chez le premier mouton, appartiennent à l'espèce *H. separatus* ou s'ils doivent être attribués à une infection mixte. Le voile est séparé du parasite, contrairement à celui de *H. veliferus*. Le voile semble provenir du cytoplasme de l'érythrocyte infesté. La division de *H. separatus* dans les globules rouges se fait en quatre, comme chez les autres *Theileriidae*. Des stades exo-érythrocytaires n'ont pas encore été observés. Une modification de la définition du genre *Haematoxenus* est proposée.

Parasitologie

- 74-149 **BLANCOU (J. M.), CHENEAU (Y.), BOUCHET (A.).** — Modifications de certains constituants biochimiques du sang chez les zébus naturellement infestés par *Fasciola gigantica*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 467-473.

Le dosage de 12 constituants biochimiques du sang de 50 zébus atteints de fasciolose grave démontre que le taux de 6 d'entre eux varie, de façon significative ou hautement significative, par rapport à celui relevé chez 50 témoins.

Il s'agit des taux d'albumine, de bilirubine, de transaminase glutamique-pyruvique, de gamma-globulines, de bêta-globulines et des protéines sériques. Ce sont les variations des taux de bilirubine et de transaminase glutamique-pyruvique qui semblent en corrélation la plus étroite avec la fasciolose et peuvent confirmer le diagnostic de cette parasitose.

Entomologie

- 74-150 **GRUVEL (J.).** — Quelques aspects de la biologie de *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924 (Diptera, Bombyliidae), parasite des pupes de *G. tachinoides*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 419-429.

L'auteur, qui a mis en évidence dans la vallée du Bas-Chari l'existence du Bombylide *Thyridanthrax beckerianus* Bezzi 1924, parasite des pupes de *Glossina tachinoides* W., en étudie les caractéristiques et la biologie.

L'importance de *T. beckerianus* dans la limitation des populations de glossines est nettement établie. Le jour où l'élevage des *Thyridanthrax* deviendra possible, ce parasite pourra participer à un programme de lutte biologique

intégrée contre les glossines, là où les conditions écologiques locales seront favorables à son développement.

L'auteur examine enfin l'incidence sur les populations de *Thyridanthrax beckerianus* des applications d'insecticides pratiquées classiquement dans la lutte contre les tsé-tsé.

- 74-151 **ITARD (J.)**. — **Caryotype de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. Comparaison avec d'autres espèces du groupe *palpalis* et du groupe *morsitans*.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4): 431-436.

Glossina palpalis gambiensis possède, comme les autres espèces du sous-genre *Nemorhina* (Groupe *palpalis*) quatre autosomes ($2 L_1 + 2 L_2$) et deux chromosomes sexuels (XX ou XY). Les espèces du sous-genre *Glossina* (Groupe *morsitans*), possèdent en outre un jeu de petits chromosomes surnuméraires, hétérochromatiques, dont le nombre varie d'une espèce ou sous-espèce, à l'autre.

Les euchromosomes (L_1, L_2, X) sont très semblables dans les deux sous-genres. Par contre, le chromosome Y, hétérochromatique, est presque acrocentrique chez *G. f. fuscipes* et *G. m. morsitans*, alors qu'il est métacentrique chez *G. p. gambiensis*, *G. p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. austeni*, *G. m. submorsitans* et *G. m. centralis*.

- 74-152 **CUISANCE (D.)**. — **Appréciation comparée de la densité d'une population isolée de *Glossina tachinoides* West par deux méthodes classiques: le circuit de capture et les marquages-recaptures.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4): 437-450.

Des méthodes d'évaluation de la densité apparente (méthode du « circuit de capture » ou « fly-round ») et de la densité réelle (marquage-recapture simple ou répété) ont été appliquées simultanément dans un gîte à *Glossina tachinoides* durant la saison sèche, période climatique relativement stable, au cours de laquelle les glossines se concentrent dans un gîte riverain du Chari.

L'évolution qualitative des courbes de densité de la population ainsi isolée est semblable avec les deux méthodes dans les conditions de l'observation.

Quantitativement, seules les méthodes de marquage-recapture permettent une évaluation de la densité réelle; l'approche de celle-ci par ces méthodes dépend de leur régularité d'application, des délais de marquages ou de recaptures; elles nécessitent aussi des populations numériquement importantes sous peine de perdre leur validité. La méthode du « circuit de capture » peut alors lui être substituée et rendre de grands services.

- 74-153 **GRUVEL (J.)**. — **Sécheresse, écologie et lutte par insecticides contre *Glossina tachinoides* dans la région du bas-Chari.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4): 451-457.

La sécheresse intense qui s'installe en Afrique sahélienne depuis quelques années exerce son influence au niveau des galeries ripicoles du Chari. Elle modifie très sensiblement les conditions écologiques vis-à-vis de *G. tachinoides*, qui voit ses populations se réduire en limitant leur présence aux seuls rares endroits épargnés par le dessèchement, et les conditions d'application de l'insecticide au cours de l'exécution de la campagne de lutte menée actuellement en aval de N'Djamena.

Zootechnie

- 74-154 **DENIS (J.P.), GACHON (G.)**. — **Note sur l'involution utérine chez le zébu Gobra.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 27 (4): 475-477.

La durée de l'involution utérine chez le zébu Gobra est de 29 ± 1 jours. Ce résultat a été obtenu par palpation des appareils génitaux de 83 femelles durant la saison de vêlage 1972.

Pâturages

- 74-155 **GRANIER (P.), CABANIS (Y.), BIGOT (A.).** — Influence du mode d'exploitation sur la productivité des pâturages naturels de Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 479-485.

Le mode d'exploitation (dates et nombre de coupes) influe sur la productivité globale et saisonnière différemment selon le type de pâturage (zone humide ou sèche) et le climat.

L'expérimentation a permis de préciser les relations entre le climat, les sols et la végétation et de préconiser un mode d'exploitation en fonction à la fois de la spéculation envisagée et de la zone intéressée.

- 74-156 **CORNET (A.).** — Etude de l'évolution de quelques caractéristiques hydriques des sols liée à une modification du couvert végétal en savane occidentale de moyenne altitude à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (4) : 487-497.

Dans le cadre des études de pâturages naturels et artificiels réalisées à la Station de Kianjasoa dans le Moyen Ouest malgache, l'évolution des sols a été examinée sous pâturage brûlé chaque année, mis en défens depuis huit ans et cultivé en *Stylosanthes gracilis*.

Cette évolution a été estimée par l'étude des propriétés physiques et hydriques des sols. Ces dernières ont été réalisées par la mesure de l'humidité, de l'infiltration et du ressuyage à l'aide d'un humidimètre à neutrons.

Ces travaux ont montré que *Stylosanthes gracilis* améliorerait le sol comme une mise en repos prolongée, en particulier en améliorant la porosité, la perméabilité et en faisant disparaître l'horizon induré.

Il en résulte qu'une jachère fourragère à *Stylosanthes gracilis* peut avoir un effet améliorant sur le sol, comparable à celui d'une jachère longue non fourragère.

Bibliographie

- 74-157 **I.E.M.V.T.** — Principales races des animaux domestiques des zones tropicales. Paris, Maisonneuve et Larose (11, rue Victor Cousin, 75005 Paris), 1973. 78 diapositives. Prix 266 F.

L'I.E.M.V.T. vient de publier une série de 78 photos diapositives couleur concernant les principales races des espèces domestiques rencontrées dans divers pays de la zone intertropicale : Afrique tropicale francophone, Madagascar, Sud-Est asiatique, Australie...

La réalisation de cet ouvrage a été confiée aux Editions MAISONNEUVE et LAROSE à Paris.

Ces photos diapositives extraites de la photothèque de l'I.E.M.V.T. sont réparties sous 13 pochettes plastique, accompagnées d'un bref commentaire et réunies sous un emboîtement carton entoilé.

Elles concernent :

- Les bovins (Taurins ou Zébus) en élevage traditionnel ou amélioré.
- Les bubalins.
- Les petits ruminants : ovins et caprins.
- Les équidés et les camélidés.
- Les porcins.

Table des auteurs

Année 1974

- Les chiffres en caractères gras indiquent la page des articles originaux.
- Les chiffres en caractères maigres indiquent la page et entre parenthèse le numéro des analyses.

A

ABDEL RAZIG (M. T.), 377 (124).
ADAMS (L. G.), 239 (75); 239 (76).
ALBERT (J. F.), **403**.
ALVAREZ (J. M.), 241 (82).
AMAKIRI (S. F.), 242 (84).
AMEGEE (E.), **189**.
ANDREASEN (M. P.), **459**.
ANDRIANJAFY (G.), **275**.
AYNAUD (J. M.), 235 (61).

B

BAIN (O.), **189**.
BAKER (G. J.), 125 (1).
BAKER (J. R.), 504.
BALIS (J.), **285**.
BARNETT (J. W.), 371 (101).
BATU (A.), 374 (113).
BECKENHAUER (W. H.), 236 (62).
BERGEON (P.), **285**.
BIGOT (A.), **473**.
BLANCOU (J.), **75; 183; 265; 271; 467**.
BOARER (C. D. H.), 238 (72).
BOCQUET (P.), **385**.
BODDEN (H. A. Q.), 241 (82).
BONIN (W.), 378 (126).
BOREHAM (P. F. L.), 133 (33); 511.
BORREDON (C.), **39; 251; 385**.
BOSHOF (S. E. T.), 127 (8); 371 (102).
BOTHAM (M. J.), 127 (8); 371 (102).
BOUCHET (A.), **275; 281; 467**.
BOUDERGUES (R.), **207; 347**.

BOUDET (G.), 140 (54).
BOURDIN (P.), **163**; 237 (65); 371 (103).
BOUTERS (R.), **323**.
BOYT (W. P.), 129 (18).
BRAHAM (J. E.), 134 (38).
BRANCKAERT (R.), 135 (40).
BRESSANI (R.), 134 (37); 134 (38), 242 (87).
BRONE (E.), **323**.
BROUILAUD (J.), 128 (14).
BROWN (A. L.), 236 (62).
BROWN (C. G. D.), 129 (17).
BRUCKNER (D. A.), 379 (131).
BRUN (R.), 132 (30).
BURGDORFER (W.), 130 (19).
BURRIDGE (M. J.), 129 (17).
BURT (R. L.), 381 (140).
BUSSIERAS (J.), **189**.

C

CABANIS (Y.), **363, 479**.
CABRAL (A. F.), 241 (82).
CALVET (H.), **207; 347**.
CAMPBELL (C. M.), 243 (89).
CAUSEY (O. R.), 126 (6).
CAVIER (R.), 134 (35).
CHALLIER (A.), 503.
CHAMBON (J.), **207; 347**.
CHAMOISEAU (G.), **61**.
CHARLES (D. D.), 139 (51).
CHARLES (Y. S.), 373 (109).
CHEN (M. C.), 135 (39).
CHENEAU (Y.), **75; 467**.
CHIFNEY (S. T. E.), 236 (63).

CONDY (J. B.), 236 (64).
 COPLAND (R. S.), 380 (138).
 CORNET (R.), 323; 487.
 CORTHER (G.), 235 (61).
 COZZI (P.), 243 (88).
 CUISANCE (D.), 95; 437.
 CUNNINGHAM (M. P.), 129 (17); 504.
 CUO (P.), 380 (136).
 CURTIS (C. F.), 132 (29).

D

DAR (F. K.), 376 (121).
 DAYNES (P.), 53; 301; 307.
 DENIS (J. P.), 109; 331; 475.
 DEVAUX (C.), 141 (56).
 DIALLO (S.), 207; 347.
 DICKERMAN (R. W.), 125 (1).
 DMOCHOWSKI (L.), 371 (101).
 DOMENECH (J.), 177; 397.
 DONOHO (H. R.), 243 (89).
 DOXEY (D. L.), 139 (52).
 DUFFUS (W. P. H.), 375 (119).
 DUPRE (J. J.), 275; 281.

E

EDYE (L. A.), 381 (140).
 ELHASSAN (A. A.), 131 (24).
 ELIAS (L. G.), 242 (87).
 ELVERDI (R.), 374 (113).
 ERGENS (R.), 131 (24).
 ERGIN (H.), 126 (7); 236 (63).
 ESTRADA (E.), 134 (37); 242 (87).
 EUZEBY (J.), 131 (25).
 EVANS (D. L.), 371 (101).

F

FASSI-FEHRI (M.), 131 (26).
 FENARDJI (F.), 203.
 FERNEY (J.) 380, (136).
 FERRANDO (R.), 203.
 FERRY (R.), 128 (13).
 FINELLE (P.), 512.
 FORBES (A. B.), 139 (52).
 FORD (J.), 501.
 FORMAN (A. J.), 125 (3).
 FOURLON (C.), 203.
 FREEMAN (J. C.), 133 (32).
 FREGENE (A. O.), 240 (77).
 FRIEDHEIM (E.), 134 (35).

FRIOT (D.), 207; 347.
 FRITZ (J.), 246 (98); 246 (99).
 FROMENTIN (H.), 504.

G

GACHON (G.), 475.
 GARCIA C. (R.), 138 (50).
 GHABOUSSI (B.), 237 (66).
 GIBBONS (L. M.), 241 (81).
 GIDEL (R.), 403.
 GILIBERT (J.), 5; 115; 223.
 GILL (G. S.), 133 (33).
 GILLINGHAM (R. S.), 135 (39).
 GIMENEZ (T), 138 (50).
 GONZALEZ (J. M.), 134 (38).
 GOUFFAUX (M.), 372 (104).
 GRABER (M.), 131 (25); 195; 301; 307.
 GRANIER (P.), 223; 363; 479.
 GRAY (A. R.), 506.
 GROSCHAFT (J.), 131 (24).
 GRUVEL (J.), 419; 451; 502.
 GUSMAO (R. PINTO de), 243 (90).

H

HASSAN (O. E. M.), 379 (133).
 HEDGER (R. S.), 125 (3).
 HEME (G.), 237 (65); 371 (103).
 HERBAUTS (J.), 382 (143).
 HESS (W. R.), 126 (5).
 HESSAMI (M.), 237 (66).
 HEUSCHELE (W. P.), 126 (5).
 HIDALGO (M. A.), 138 (50).
 HILGNER (W.), 378 (126).
 HOOGSTRAAL (H.), 130 (19).
 HORAK (I. G.), 130 (22); 131 (23).
 HUSSEIN (M. F.), 240 (80).

I

IHEMELANDU (E. C.), 125 (2).
 IRVIN (A. D.), 375 (117).
 I.E.M.V.T., 520 (157).
 ITARD (J.), 431; 503.

J

JAMES (D. M.), 240 (77).
 JANAKIRAMAN (D.), 373 (112).

JANSSEN (J. A. H. A.), 376 (122).
 JARQUIN (R.), 134 (37); 134 (38); 242
 (87).
 JOCHLE (W.), 138 (50).
 JORDAN (A. M.), 377 (125); 501.

K

KAKOMA (I.), 238 (71); 239 (73).
 KARIAVU (C. G.), 128 (15).
 KEMP (G. E.), 126 (6).
 KIMBER (C. D.), 375 (116); (117).
 KIRBY (F. D.), 372 (106).
 KLUR (M.), 203.
 KNOTTENBELT (D. C.), 376 (120).
 KOYLU (A.), 126 (7); 236 (63).

L

LANGLEY (P. A.), 132 (29).
 LAURENT (A.), 163.
 LEBRUN (J. P.), 141 (57).
 LEFEVRE (P. C.), 177; 397.
 LE GONIDEC (G.), 237 (65); 371 (103).
 LE MAO (G.), 403.
 LEPISSIER (H.), 244 (93).
 LEUNEN (J.), 372 (104); 372 (105).
 LINDAU (M.), 138 (49).
 LOMBA (F.), 372 (104).
 LOSOS (G. J.), 376 (121).
 LOUW (J. P.), 130 (22); 131 (23).
 LWENO (M. F.), 241 (81).

M

Mac HARDY (N.), 239 (74).
 Mac KENZIE (P. K. I.), 129 (18).
 Mac LENNAN (K. J. R.), 509.
 MAILLARD (J. C.), 67.
 MAILLOT (L.), 130 (20).
 MARCENAC (L. N.), 246 (100).
 MARINOV (A.), 131 (26).
 MARTEL (J. L.), 169.
 MARTIN (H. T.), 372 (106).
 MARTIN (W. B.), 126 (7), 236 (63).
 MASIGA (W. N.), 128 (15); 238 (71).
 MAZZANTI (C.), 134 (36).
 MERGEN (A. M. R. de), 241 (82).
 MERRY (D. L.), 236 (62).
 MEWS (A. R.), 132 (29).
 MICHEL (C.), 128 (14).

MICHON (P.), 136 (43).
 MIETTE (R.), 381 (142).
 MOLOO (S. K.), 132 (30).
 MOORE (D. L.), 126 (6).
 MORAVEC (F.), 131 (24).
 MOREL (P. C.), 133 (31).
 MOUCHET (J.), 502.
 MUKHTAR (A. M. S.), 379 (133).

N

NA'ISA (B. K.), 512.
 NAKAMURA (R. M.), 243 (89).
 NASIR (M. E. A.), 379 (133).
 NAZARI (A. A.), 57.
 NDUAKA (P.), 125 (2).
 NORRIS (D. O.), 381 (140).

O

O'CONNOR (E. H.), 126 (6).
 O'DONOVAN (P. B.), 135 (39).
 OFFORI (E. D.), 132 (29).
 OLUBAJO (F. O.), 135 (41).
 ONOVIRAN (O.), 374 (114).
 ORDONEZ (J. V.), 125 (1).
 OSTLER (D. C.), 372 (106).
 OYENUGA (V. A.), 135 (41).

P

PAGOT (J.), 508.
 PARIS (J.), 376 (121).
 PARKER (J.), 372 (107).
 PELL (P. E.), 132 (29).
 PERREAU (P.), 139 (53), 515.
 PORTERES (R.), 136 (42).
 POULET (P.), 128 (14).
 PROVOST (A.), 39; 145; 251; 374 (115); 385.
 PURNELL (R. E.), 375 (116); 375 (117).

R

RAJENDRAN (M. P.), 373 (112).
 RAKOTOZANANY (E.), 281.
 RAMANI (K.), 373 (109).
 RAMYAR (H.), 237 (66).
 RAZAFINDRAMANANA (J.), 265.
 RAZIN (S.), 129 (16).

REED (J. B. H.), 139 (52).
 REIMER (D.), 243 (89).
 RETIF (M.), **403**.
 REVELL (S. G.), 238 (70).
 RICHARD (D.), **53**.
 ROBERTS (D. H.), 128 (15).
 ROBIN (Y.), 237 (65); 371 (103).
 ROZIER (J.), 244 (93); 380 (137).
 RYSAVY (B.), 131 (24).

S

SACHS (R.), 241 (81).
 SALOMON (K.), 240 (77).
 SAUVEL (R.), 499.
 SCHERER (W. F.), 125 (1).
 SCHMIDT (M. L.), 130 (19).
 SELLWOOD (S. A.), 375 (116).
 SIMPSON (R. M.), 239 (74).
 SNIJDERS (A. J.), 130 (22); 131 (23).
 SOUTHERN (D. I.), 132 (29).
 SPIELBERGER (V.), 138 (49).
 SPRADBROW (P. B.), 126 (4).
 STEIGER (R. F.), 132 (30).
 STONE (S. S.), 129 (16); 239 (73).
 STURROCK (R. F.), 241 (83).

T

TACHER (G.), **39**.
 TADJEBAKHCHE (H.), **57**.
 THEODORIDIS (A.), 127 (8); 371 (102).
 THIONGANE (A. I.), **109; 331**.
 THOMAS (D.), 381 (141).
 TODOROVIC (R. A.), 239 (75), 239 (76);
 375 (118).
 TOURE (S. M.), **81**.
 TOUTAIN (B.), 140 (55).
 TZIPORI (S.), 126 (4).

U

UENO (H.), 241 (82).
 UILENBERG (G.), **459**.
 UPATHAM (E. S.), 241 (83).
 URRUTIA DE VALLE (L.), 242 (87).

V

VACCARO (L. P. de), 244 (91); 244 (92).
 VALENZA (J.), **109; 207; 347**.
 VALLERAND (F.), 135 (40).
 VAN CRAEYNEST (P.), 380 (136).
 VAN SOEST (P. J.), 135 (41).
 VERHULST (A.), **323**.
 VICKERMAN (K.), 504.
 VINCENT (J. C.), 135 (40).
 VOHRADSKY (F.), 134 (36).

W

WAGNER (G. G.), 375 (119).
 WAYMAN (O.), 243 (89).
 WELLEMANS (G.), 372 (104); 372 (105).
 WIJERS (D. J. B.), 376 (122).
 WILLIAMS (W. T.), 381 (140).
 WILLIS (M. B.), 244 (94); 245 (95).
 WILSON (A.), 244 (94); 245 (95); 376
 (121); 507.
 WINDSOR (R. S.), 128 (15); 238 (71);
 238 (72).
 WOODFORD (M. H.), 125 (3).

Y

YOUSIF (F.), 131 (24).

Table des matières

Année 1974

ALIMENTATION

74- 37.	BRESSANI (R.), ESTRADA (E.), JARQUIN (R.). — Pulpe et parche de café. I. Composition chimique et teneur en acides aminés de la protéine de la pulpe	1	134
74- 38.	JARQUIN (R.), GONZALEZ (J. M.), BRAHAM (J. E.), BRESSANI (R.). — Pulpe et parche de café. II. Utilisation de la pulpe de café dans l'alimentation des ruminants	1	134
74- 39.	O'DONOVAN (P. B.), CHEN (M. C.), GILLINGHAM (R. S.). — Production de viande de bovins exotiques et métis avec différents niveaux d'alimentation en milieu tropical	1	135
74- 40.	BRANCKAERT (R.), VALLERAND (F.) et VINCENT (J. C.). — La farine de cabosse de cacao dans l'alimentation du porc	1	135
74- 41.	OLUBAJO (F. O.), VAN SOEST (P. J.), OYENUGA (V. A.). — Comparaison et digestibilité de quatre graminées tropicales de Nigeria	1	135
74- 85.	FENARDJI (F.), KLUR (M.), FOURLON (C.), FERRANDO (R.). — Contribution à l'étude de l'armoise blanche (<i>Artemisia herba alba L.</i>)	2	203
74- 86.	CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.), DIALLO (S.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). — La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal. I. Analyses bromatologiques, digestibilités <i>in vivo</i> et <i>in vitro</i> , bilans azotés et minéraux	2	207
74- 87.	BRESSANI (R.), ESTRADA (E.), ELIAS (L. G.), JARQUIN (R.), URRUTIA DE VALLE (L.). — Pulpe et parche de café. IV. Effet de la pulpe de café déshydratée dans la ration de rats et de poulets	2	242
74-132.	CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), FRIOT (D.), VALENZA (J.), DIALLO (S.), CHAMBON (J.). — La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal. II. Biochimie du rumen. Embouche intensive. Conclusions	3	347
74-133.	HASSAN (O. E. M.), MUKHTAR (A. M. S.), NASIR (M. E. A.). — Emploi de la farine de sang dans l'alimentation des poulets de chair sous les tropiques	3	379

BIBLIOGRAPHIE

74- 53.	PERREAU (P.). — Maladies tropicales du bétail	1	139
74- 54.	BOUDET (G.). — Pâturages tropicaux et cultures fourragères	1	140
74- 55.	TOUTAIN (B.). — Principales plantes fourragères tropicales cultivées	1	140
74- 56.	DEVAUX (C.). — Plantes toxiques ou réputées toxiques pour le bétail en Afrique de l'Ouest	1	141

74- 57.	LEBRUN (J. P.). — Enumération des plantes vasculaires du Sénégal	1	141
74- 58.	Congélation et entreposage du poisson, des volailles et de la viande	1	142
74-100.	MARCENAC (L. N.). — Chirurgie générale vétérinaire	2	246
74-144.	Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants	3	382

BIOCHIMIE

74- 36.	VOHRADSKY (F.), MAZZANTI (C.). — Différenciation par électrophorèse des hémoglobines de bovins du Ghana	1	134
---------	---	---	-----

CHIMIOThERAPIE

74- 34.	PROVOST (A.), TACHER (G.) et BORREDON (C.). — Recherche de l'activité immunostimulante de trois dérivés à action anthelminthique de l'Imidazole sur les immunogénèses bovine, péripneumonique et charbonneuse	1	39
74- 35.	FRIEDHEIM (E.), CAVIER (R.). — Un nouveau composé trypanocide et filaricide : le F. 151	1	134

CONGRES

74.	Résolutions et recommandations du Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs, Paris, 12-15 mars 1974	4	499
74.	Compte rendu du Congrès International sur les Mycoplasmes de l'homme, des animaux, des végétaux et des insectes, Bordeaux, 11-17 septembre 1974	4	515

ENTOMOLOGIE

74- 27.	CUISANCE (D.). — Evolution sous l'action de la sécheresse d'une population isolée de <i>Glossina tachinoides</i> West (région du Bas-Logone, Tchad)	1	95
74- 28.	TOURE (S. M.). — Note sur quelques particularités dans l'habitat de <i>Glossina palpalis gambiensis</i> Vanderplank, 1949 (<i>diptera</i> , <i>Glossinidae</i>) observée au Sénégal	1	81
74- 29.	CURTIS (C. F.), LANGLEY (P. A.), NEWS (A. R.), OFFORI (E. D.), SOUTHERN (D. I.), PELL (P. E.). — Déviation du sex-ratio et semi-stérilité chez les descendants de <i>Glossina morsitans</i> irradiées	1	132
74- 30.	MOLOO (S. K.), STEIGER (R. F.), BRUN (R.). — Observations sur le cycle d'activité de <i>Glossina swynnertoni</i> Aust.	1	132
74- 31.	MOREL (P. C.). — Les méthodes de lutte contre les tiques en fonction de leur biologie	1	133
74- 32.	FREEMAN (J. C.). — Pénétration de la membrane péritrophique des mouches tsé-tsé par les trypanosomes	1	133
74- 33.	BOREHAM (P. F. L.), GILL (G. S.). — Identification sérologique de l'alimentation sur reptiles des glossines	1	133
74-123.	BERGEON (P.), BALIS (J.). — Contribution à l'étude de la répartition des tiques en Ethiopie (enquête effectuée de 1965 à 1969)	3	285

74-124.	ABDEL RAZIG (M. T.). — Distribution et avance de <i>Glossina morsitans</i> dans la partie sud-ouest du district de Darfur, Soudan	3	377
74-125.	JORDAN (A. M.). — Données récentes sur l'écologie et les méthodes de lutte contre les mouches tsé-tsé. (<i>Glossina</i> spp.) (<i>Dipt.</i> , <i>Glossinidae</i>). Revue	3	377
74-126.	BONIN (W.), HILGNER (W.). — Nouveau procédé et appareil de numération pour les essais d'acaricides	3	378
74-150.	GRUVEL (J.). — Quelques aspects de la biologie de <i>Thyridanthrax beckerianus</i> Bezzi 1924 (<i>Diptera</i> , <i>Bombyliidae</i>)	4	451
74-151.	ITARD (J.). — Caryotype de <i>Glossina palpalis gambiensis</i> Vanderplank, 1949. Comparaison avec d'autres espèces du groupe <i>palpalis</i> et du groupe <i>morsitans</i>	4	431
74-152.	CUISANCE (D.). — Appréciation comparée de la densité d'une population isolée de <i>Glossina tachinoïdes</i> West., par deux méthodes classiques : le circuit de capture et les marquages-recaptures	4	437
74-153.	GRUVEL (J.). — Sécheresse, écologie et lutte par insecticides contre <i>Glossina tachinoïdes</i> dans la région du Bas-Chari	4	451
74-	FORD (J.). — Ecologie des glossines	4	501
74-	JORDAN (A. M.). — Elevage des glossines	4	501
74-	GRUVEL (J.). — Moyens de lutte utilisant les hyperparasites et les prédateurs. Contrôle biologique et microbiologique	4	502
74-	MOUCHET (J.). — Emploi des hormones et attractifs dans la lutte contre les glossines	4	502
74-	CHALLIER (A.). — Lutte écologique des populations de tsé-tsé	4	503
74-	ITARD (J.). — Lutte génétique contre les glossines	4	503
74-	NA'ISA (B. K.). — Lutte chimique contre les mouches tsé-tsé	4	512

MALADIES BACTERIENNES

74- 9.	CHAMOISEAU (G.). — <i>Mycobacterium farcinogenes</i> , agent causal du farcin du bœuf en Afrique	1	61
74- 10.	TADJEBAKHCHE (H.), NAZARI (A. A.). — La persistance de <i>Salmonella abortus ovis</i> dans le sol	1	57
74- 11.	MAILLARD (J. C.). — Recherches sur des bacilles présumés pathogènes pour les Glossines. Etude sur <i>Glossina tachinoïdes</i> en République du Tchad	1	67
74- 12.	BLANCOU (J. M.), CHENEAU (Y.). — Influence de la tuberculose sur le gain de poids de zébus à l'engrais	1	75
74- 13.	FERRY (R.). — Isolement du bacille de Whitmore, à partir de lésions rencontrées chez le porc à l'abattoir de Niamey au Niger	1	128
74- 14.	MICHEL (C.), BROUILLAUD (J.) et POULET (P.). — Diagnostic différentiel entre <i>Bacteridium anthracis</i> et <i>Bacillus cereus</i> par immunodiffusion	1	128
74- 68.	BLANCOU (J. M.). — Etude d'un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique	2	183
74-110.	BLANCOU (J.), RAZAFINDRAMANANA (J.). — Contribution à l'étude de la population microbienne du rumen des zébus malgaches	3	265
74-111.	BLANCOU (J.). — Stabilisation du lait par addition de bêta-propiolactone	3	271
74-112.	JANAKIRAMAN (D.) et RAJENDRAN (M. P.). — L'importance des isolements de <i>Salmonella</i> chez les chèvres utilisées pour la production du vaccin lyophilisé contre la peste bovine	3	373
74-113.	BATU (A.) et ELVERDI (R.). — La sérotypie des souches de <i>Pasteurella multocida</i> isolées en Turquie chez les bovins et les buffles d'eau	3	374

74-146.	DOMENECH (J.), LEFEVRE (P. C.). — Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovines en Ethiopie	4	397
74-147.	GIDEL (R.), ALBERT (J. F.), LE MAO (G.), RETIF (M.). — La brucellose en Afrique occidentale et son incidence en santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger, de 1970 à 1973	4	403

MALADIES A PROTOZOAIRES

74- 17.	CUNNINGHAM (M. P.), BROWN (C. G. D.), BURRIDGE (M. J.) et Collab. — Theileriose : exposition de bovins immunisés dans une région d'enzootie à <i>Theileria lawrencei</i>	1	129
74- 74.	McHARDY (N.), SIMPSON (R. M.). — Traitement par le Dipropionate d'Imidocarbe, de l'anaplasmose et de la babésiose au Kenya	2	239
74- 75.	ADAMS (L. G.), TODOROVIC (R. A.). — Efficacité chimiothérapeutique de l'imidocarb dihydrochloride dans l'élimination de l'anaplasmose bovine et de la babésiose simultanées. I. Les effets d'un unique traitement	2	239
74- 76.	ADAMS (L. G.), TODOROVIC (R. A.). — Efficacité chimiothérapeutique de l'imidocarb dihydrochloride dans l'élimination de l'anaplasmose bovine et de la babésiose simultanées. II. Les effets des traitements multiples	2	239
74-116.	KIMBER (C. D.), PURNELL (R. E.), SELLWOOD (S. A.). — Utilisation des techniques des anticorps fluorescents pour déceler <i>Theileria parva</i> dans les glandes salivaires de la tique <i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	3	375
74-117.	PURNELL (R. E.), IRVIN (A. D.), KIMBER (C. D.) et Collab. — La Theileriose : nouvelles recherches sur l'utilisation du lapin comme porteur de germes pour l'infection des tiques par <i>T. parva</i>	3	375
74-118.	TODOROVIC (R. A.). — La babésiose bovine : diagnostic et lutte	3	375
74-119.	DUFFUS (W. P. H.), WAGNER (G. G.). — Réponse de l'immunoglobuline spécifique chez des bovins immunisés avec un stabilat de <i>Theileria parva</i> (Muguga)	3	375
74-148.	UILENBERG (G.), ANDREASEN (M. P.). — <i>Haematoxenus separatus</i> sp. n. (Sporozoa, Theileriidae), nouvel hématozoaire du mouton domestique en Tanzanie, transmissible par tiques	4	459

MALADIES A VIRUS

74- 1.	DICKERMAN (R. W.), BAKER (G. J.), ORDONEZ (J. V.) et SCHERER (W. F.). — Virémie due au virus de l'encéphalomyélite équine du Vénézuéla et réponse immunitaire chez le porc et le bœuf	1	125
74- 2.	NDUAKA (P.) et IHEMELANDU (E. C.). — Complexe de « pneumo-entérite » observé chez les chèvres naines dans les Etats orientaux de Nigeria - Rapport préliminaire	1	125
74- 3.	HEDGER (R. S.), FORMAN (A. J.) et WOODFORD (M. H.). — Virus de la fièvre aphteuse chez le buffle d'Afrique Orientale	1	125
74- 4.	TZIPORI (S.) et SPRADBROW (P. B.). — Etude de vaccins contre la fièvre éphémère bovine	1	126
74- 5.	HEUSCHELE (W. P.) et HESS (W. R.). — Diagnostic de la peste porcine africaine par immunofluorescence	1	126
74- 6.	KEMP (G. E.), CAUSEY (O. R.), MOORE (D. L.) et O'CONNOR (E. H.). — Isolement de souches virales chez les animaux domestiques en Nigeria du Nord : 1966-1970	1	126

74- 7.	MARTIN (W. B.), ERGIN (H.) et KOYLU (A.). — Essais de vaccin vivant atténué contre la clavelée chez le mouton	1	126
74- 8.	THEODORIDIS (A.), BOSHOFF (S. E. T.) et BOTHA (M. J.). — La maladie des muqueuses en Afrique du Sud	1	127
74- 59.	BOURDIN (P.), LAURENT (A.). — Note sur l'écologie de la peste équine africaine	2	163
74- 60.	MARTEL (J. L.). — La fièvre aphteuse en Ethiopie. Distribution des sérotypes de virus aphteux	2	169
74- 61.	CORTHIER (G.) et AYNAUD (J. M.). — Maladie des muqueuses : mise en évidence de variations antigéniques entre diverses souches à l'aide de la technique de séroneutralisation en culture cellulaire	2	235
74- 62.	BROWN (A. L.), MERRY (D. L.), BECKENHAUER (W. H.). — Vaccin antirabique vivant modifié préparé à partir de la souche Flury H. E. P. passée sur une lignée de cellules de rein de chien; étude chez le chien de la durée de l'immunité durant trois ans	2	236
74- 63.	CHIFNEY (S. T. E.), MARTIN (W. B.), ERGIN (H.) et KOYLU (A.). — Facteurs relatifs à la production des vaccins atténués contre la clavelée	2	236
74- 64.	CONDY (J. B.). — La survie du virus de la fièvre aphteuse chez le buffle africain sans transfert de l'infection au bétail domestique	2	236
74- 65.	ROBIN (Y.), BOURDIN (P.), LE GONIDEC (G.), HEME (G.). — Virus de la forêt de Semliki et encéphalomyélites équines au Sénégal	2	237
74- 66.	RAMYAR (H.), HESSAMI (M.) et GHABOUSSI (B.). — La variole caprine : valeur immunogène du virus vaccin modifié sur cultures cellulaires	2	237
74-108.	PROVOST (A.), BORREDON (C.). — Un vaccin mixte antibovipestique - antipéripleumonique lyophilisé utilisable sur le terrain, sans réfrigération. II. Utilisation du vaccin sur le terrain	3	251
74-101.	EVANS (D. L.), BARNETT (J. W.) et DMOCHOWSKI (L.). — Antigènes communs des herpesvirus de différentes espèces animales	3	371
74-102.	THEODORIDIS (A.), BOSHOFF (S. E. T.) et BOTHA (M. J.). — Etude sur la mise au point d'un vaccin contre la fièvre éphémère des bovins	3	371
74-103.	ROBIN (Y.), BOURDIN (P.), LE GONIDEC (G.) et HEME (G.). — Virus de la forêt de Semliki et encéphalomyélites équines au Sénégal	3	371
74-104.	WELLEMANS (G.), LEUNEN (J.), LOMBA (F.) et GOUFFAUX (M.). — Le tropisme digestif du virus IBR (première partie)	3	372
74-105.	WELLEMANS (G.) et LEUNEN (J.). — Le tropisme digestif du virus IBR (seconde partie)	3	372
74-106.	KIRBY (F. D.), MARTIN (H. T.) et OSTLER (D. C.). — Un test d'hémagglutination indirecte pour la détection et la mesure des anticorps spécifiques de la rhinotrachéite infectieuse bovine	3	372
74-107.	PARKER (J.). — Anticorps spécifiques du virus de la peste équine à Chypre (1971-1972)	3	372

MYCOPLASMOSES

74- 15.	ROBERTS (D. H.), WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.) et KARIAVU (C. G.). — Réponse immunitaire à médiation cellulaire du bétail infecté par <i>Mycoplasma mycoides</i> var. <i>mycoides</i>	1	128
74- 16.	STONE (S. S.) et RAZIN (S.). — Analyse immunoélectrophorétique de <i>Mycoplasma mycoides</i> var. <i>mycoides</i>	1	129
74- 69.	PROVOST (A.). — Prophylaxie et vaccination dans la péripleumonie bovine. Evolution des techniques et applications pratiques actuelles	2	145

74- 70.	REVELL (S. G.). — Réactions locales consécutives à la vaccination contre la péripneumonie contagieuse en Zambie	2	238
74- 71.	KAKOMA (I.), MASIGA (W. N.) et WINDSOR (R. S.). — Détection d'une immunoconglutinine chez le bétail atteint de péripneumonie contagieuse : mise en évidence de phénomènes auto-immunitaires	2	238
74- 72.	WINDSOR (R. S.) et BOARER (C. D. H.). — Un nouvel antigène pour intradermo-réaction applicable au diagnostic de la péripneumonie contagieuse	2	238
74- 73.	KAKOMA (I.) et STONE (S. S.). — L'apparition d'anticorps Forssman dans le sérum des bovins atteints de péripneumonie ou vaccinés contre celle-ci	2	239
74-114.	ONOVIRAN (O.). — L'efficacité comparée de quelques antibiotiques utilisés pour traiter la mycoplasmosse expérimentale des chèvres	3	374
74-115.	PROVOST (A.). — Essai de traitement de la péripneumonie contagieuse des bovidés par la spiramycine	3	374

PARASITOLOGIE

74- 21.	DAYNES (P.), RICHARD (D.). — Note sur les helminthes (et quelques autres parasites) du dromadaire en Ethiopie	1	53
74- 22.	HORAK (I. G.), SNIJDERS (A. J.), LOUW (J. P.). — Essais avec le Rafoxanide. 5. Etudes sur son efficacité contre <i>Fasciola hepatica</i> , <i>Fasciola gigantica</i> , <i>Paramphistomum microbothrium</i> et divers Nématodes chez le mouton	1	130
74- 23.	SNIJDERS (A. J.), HORAK (I. G.), LOUW (J. P.). — Essais avec le Rafoxanide. 6. Effets de traitements unique et répétés de Rafoxanide contre <i>Haemonchus contortus</i> et <i>Oestrus ovis</i> chez le mouton	1	131
74- 24.	RYSAVY (B.), ERGENS (R.), GROSCHAFT (J.), MORAVEC (F.), YOUSIF (F.) et EL HASSAN (A. A.). — Rapport préliminaire sur la possibilité d'utiliser la concurrence entre les larves de Schistosomes et celles d'autres Trématodes chez les hôtes intermédiaires pour la lutte biologique contre la schistosomose	1	131
74- 25.	EUZEBY (J.), GRABER (M.). — Enquête parasitologique en Guadeloupe	1	131
74- 26.	MARINOV (A.), FASSI-FEHRI (M.). — Lutte contre les Strongyloses des ovins avec le Thiabendazole. Etude de rentabilité dans les conditions maghrébines	1	131
74- 78.	BUSSIERAS (J.), AMEGEE (E.), BAIN (O.). — Les onchocercoses des bovins togolais à <i>O. dukei</i> et <i>O. dermati</i>	2	189
74- 79.	GRABER (M.). — La distomatose du lapin domestique à <i>Fasciola gigantica</i>	2	195
74- 80.	HUSSEIN (M. F.). — Schistosomose animale en Afrique : Revue de <i>Schistosoma bovis</i> et <i>Schistosoma mattheei</i>	2	240
74- 81.	SACHS (R.), GIBBONS (L. M.), LWENO (M. F.). — Espèces d' <i>Haemonchus</i> chez des ruminants domestiques et sauvages en Tanzanie, Afrique de l'est, avec description de <i>H. dinniki n. sp.</i>	2	241
74- 82.	UENO (H.), ALVAREZ (J. M.), MERGEN (A. M. R. de), CABRAL (A. F.), BODDEN (H. A. Q.). — Expérimentations avec le Rafoxanide, le sulfoxide de Bithionol et le Niclofolan contre <i>Fasciola hepatica</i> chez des bovins de République Dominicaine	2	241
74- 83.	UPATHAM (E. S.), STURROCK (R. F.). — Recherches sur l'action d'autres animaux aquatiques sur l'infection de <i>Biomphalaria glabrata</i> par les miracidies de <i>Schistosoma mansoni</i>	2	241

74-127.	BOUCHET (A.), DUPRE (J. J.), ANDRIANJAFY (G.). — Traitement de l'œstrose ovine. I. Essais réalisés avec le Nitroxynil	3	275
74-128.	BOUCHET (A.), DUPRE (J. J.), RAKOTOZANANY (E.). — Traitement de l'œstrose ovine. II. Essais réalisés avec le Rafoxanide	3	281
74-130.	DAYNES (P.), GRABER (M.). — Principales helminthoses des animaux domestiques en Ethiopie	3	301
74-129.	GRABER (M.), DAYNES (P.). — Mollusques vecteurs de trématodoses humaines et animales en Ethiopie	3	307
74-131.	BRUCKNER (D. A.). — Sensibilité de <i>Schistosoma mansoni</i> , provenant du Libéria et de Porto Rico, envers des médicaments antischistosomes	3	379
74-149.	BLANCOU (J. M.), CHENEAU (Y.), BOUCHET (A.). — Modifications de certains constituants biochimiques du sang chez les zébus naturellement infestés par <i>Fasciola gigantica</i>	4	

PATURAGES

74- 42.	PORTERES (R.). — De l'écobuage comme un système mixte de culture et de production	1	136
74- 43.	MICHON (P.). — Le Sahara avance-t-il vers le Sud ?	1	136
74- 44.	Impact des activités humaines et des méthodes d'utilisation des terres à pâturages : savane, prairies (des régions tempérées aux régions arides), toundra. Rapport final du Groupe d'Experts sur le projet 3	1	136
74- 45.	Influence de l'utilisation intensive d'engrais sur l'environnement humain	1	137
74- 96.	GRANIER (P.), GILIBERT (J.). — Contribution à l'étude de l'exploitation par rotation des pâturages de savane soudanienne	2	223
74- 97.	Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.) Cali Colombia. Rapport annuel	2	245
74- 98.	FRITZ (J.). — Possibilités d'augmentation de la production des pâturages naturels des Hauts de La Réunion	2	246
74- 99.	FRITZ (J.). — Quelques données sur la valeur alimentaire de fourrages de La Réunion	2	246
74-139.	GRANIER (P.), CABANIS (Y.). — Etude de la germination de quelques graminées de savane et de ses rapports avec leur répartition	3	363
74-140.	EDYE (L. A.), BURT (R. L.), NORRIS (D. O.) et WILLIAMS (W. T.). — Efficacité symbiotique et origine géographique des groupes agromorphologiques d'échantillons de <i>Stylosanthes</i>	3	381
74-141.	THOMAS (D.). — Azote des légumineuses de pâturages tropicaux en Afrique	3	381
74-142.	MIETTE (R.). — Le problème de la steppe en Algérie	3	381
74-143.	HERBAUTS (J.). — Un essai d'aménagement pastoral en zone méditerranéenne semi-aride, Maroc atlantique : aspects qualitatifs et quantitatifs de l'évolution de la flore	3	382
74-155.	GRANIER (P.), CABANIS (Y.), BIGOT (A.). — Influence du mode d'exploitation sur la productivité des pâturages naturels de Madagascar	4	479
74-156.	CORNET (A.). — Etude de l'évolution de quelques caractéristiques hydriques des sols liée à une modification du couvert végétal en savane occidentale de moyenne altitude à Madagascar	4	487

PESTE BOVINE

74- 67.	LEFEVRE (P. C.), DOMENECH (J.). — Contrôle sérologique de l'immunité conférée par la vaccination antibovipestique en Ethiopie	2	177
---------	---	---	-----

74-109.	RAMANI (K.) et CHARLES (Y. S.). — Isolement du virus de la peste bovine lors d'une éclosion de la maladie chez des porcs domestiques à Karnataka	3	373
74-145.	PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.). — Un vaccin mixte trivalent contre la peste bovine, la péripneumonie et le charbon bactérien	4	385

PHYSIOLOGIE

74- 84.	AMAKIRI (S. F.). — Mesures des glandes sudoripares chez quelques races bovines de climat tempéré et tropical au Nigeria	2	242
---------	---	---	-----

TRYPANOSOMOSES

74- 18.	MACKENZIE (P. K. I.), BOYT (W. P.). — Pathogénicité de souches locales de <i>Trypanosoma brucei</i> pour les bovins en Rhodésie	1	129
74- 19.	BURGDORFER (W.), SCHMIDT (M. L.), HOOGSTRAAL (H.). — Mise en évidence de <i>Trypanosoma theileri</i> chez des tiques de bovins en Ethiopie	1	130
74- 20.	MAILLOT (L.). — Possibilités d'un « xénodiagnostic » dans la maladie du sommeil	1	130
74- 77.	JAMES (D. M.), FREGENE (A. O.), SALOMON (K.). — Action de l'irradiation sur l'infectivité et l'immunogénicité de <i>Trypanosoma brucei</i>	2	240
74-120.	KNOTTENBELT (D. C.). — Recherche sur les conséquences et la pathologie de la trypanosomose naturelle du céphalophe (<i>Tragelaphus scriptus</i>) et du koudou (<i>T. strepsiceros</i>)	3	376
74-121.	LOSOS (G. J.), PARIS (J.), WILSON (A. J.), DAR (F. K.). — Pathologie de la maladie du bétail causée par <i>Trypanosoma congolense</i>	3	376
74-122.	JANSSEN (J. A. H. A.), WIJERS (D. J. B.). — <i>Trypanosoma simiae</i> dans les régions côtières du Kenya. Corrélation entre sa virulence et l'espèce de <i>Glossina</i> vectrice	3	376
74-	BAKER (J. R.), CUNNINGHAM (I.), FROMENTIN (H.), VICKERMAN (K.). — Développement des trypanosomes salivaires <i>in vivo</i> et <i>in vitro</i>	4	505
74-	GRAY (A. R.). — Antigènes trypanosomiens	4	507
74-	WILSON (A.). — Réponse immunitaire des hôtes vertébrés	4	508
74-	PAGOT (J.). — Trypanotolérance	4	509
74-	McLENNAN (K. J. R.). — Epizootiologie des trypanosomoses	4	510
74-	BOREHAM (P. F. L.). — Pathologie des trypanosomoses	4	511
74-	FINELLE (P.). — Chimiothérapie et chimioprophylaxie	4	512

ZOOTECHNIE

74- 46.	GILIBERT (J.). — Une nouvelle race bovine : le Renitelo	1	5
74- 47.	DENIS (J. P.), VALENZA (J.), THIONGANE (A. I.). — Extériorisation des potentialités du Zébu Gobra. Résultats des abattages pratiqués en 1972	1	109
74- 48.	GILIBERT (J.). — Evolution des incisives chez les zébus malgaches	1	115
74- 49.	LINDAU (M.), SPIELBERGER (U.). — L'influence d'injections de Samorin sur la croissance et la production laitière de zébus Azaouak de l'ouest africain	1	138

74- 50.	JOCHLE (W.), HIDALGO (M. A.), GIMENEZ (T.), GARCIA C. (R.). — Synchronisation de l'œstrus chez le zébu et son utilisation pour la production bovine sous les tropiques	1	138
74- 51.	CHARLES (D. D.). — Méthode d'évaluation de la composition de carcasses bovines	1	139
74- 52.	REED (J. B. H.), DOXEY (D. L.), FORBES (A. B.) et collab. — Productivité du bétail au Botswana	1	139
74- 88.	COZZI (P.). — Les principales populations bovines de l'Afrique	2	243
74- 89.	WAYMAN (O.), CAMPBELL (C. M.), REIMER (D.), DONOHO (H. R.), NAKAMURA (R. M.). — Reproduction des bovins en zone tropicale humide	2	243
74- 90.	GUSMAO (R. P. de). — Conditions techniques de l'élevage à viande dans la région d'Aracatuba (Etat de Sao Paulo, Brésil)	2	243
74- 91.	VACCARO (L. P. de). — Quelques aspects de la performance des bovins laitiers de race pure ou métis sous les tropiques. I. Efficacité reproductrice des femelles	2	244
74- 92.	VACCARO (L. P. de). — Quelques aspects de la performance des bovins laitiers de race pure ou métis sous les tropiques. II. Mortalité et taux de réformes	2	244
74- 93.	ROZIER (J.), LEPISSIER (H.). — La production de viande en Afrique noire francophone	2	244
74- 94.	WILLIS (M. B.), WILSON (A.). — Comparaison des performances de reproduction de bovins Santa Gertrudis et Brahman en milieu chaud et humide. I. Fécondité et statistiques	2	244
74- 95.	WILSON (A.), WILLIS (M. B.). — Comparaison des performances de reproduction de bovins Santa Gertrudis et Brahman en milieu chaud et humide. II. Facteurs influençant l'intervalle entre les vêlages	2	245
74-136.	CUQ (P.), FERNEY (J.), VAN CRAEYNEST (P.). — Le cycle génital de la femelle zébu (<i>Bos indicus</i>) en zone soudano-sahélienne du Sénégal	3	380
74-137.	ROZIER (J.). — La consommation de viande en Afrique noire fran- cophone	3	380
74-138.	COPLAND (R. S.). — Observations sur les bovins Banteng à Sabah	3	380
74-134.	VERHULST (A.), BOUTERS (R.), CORNET (R.), BRONE (E.). — Le problème d'amélioration génétique du porc en République du Zaïre et sa solution par l'importation de sperme liquide	3	323
74-135.	DENIS (J. P.), THIONGANE (A. I.). — Analyse de la lactation de vaches pakistanaises au Sénégal	3	331
74-154.	DENIS (J. P.), GACHON (G.). — Note sur l'involution utérine chez le zébu Gobra	4	475

Index géographique

- Afrique
61 - 240 (80) - 243 (88) - 381 (141).
- Afrique occidentale
141 (56) - 244 (93) - 380 (137) - **403**.
- Afrique orientale
125 (3).
- Afrique du Sud
127 (8).
- Algérie
242 (85) - 381 (142).
- Botswana
139 (52).
- Brésil
243 (90).
- Chypre
372 (107).
- Colombie
245 (97) - 375 (118).
- Cuba
244 (94) - 245 (95).
- Dominicaine (République)
241 (82).
- Égypte
131 (24).
- Ethiopie
130 (19) - **53** - **169** - **177** - **285** - **301** - **307** - **385**.
- Ghana
134 (36).
- Guadeloupe
131 (25).
- Hawaï
243 (89).
- Inde
373 (109) - 373 (112).
- Iran
57.
- Kenya
129 (17) - 239 (74) - 376 (122).
- Liberia
379 (131).
- Madagascar
5 - **75** - **115** - **223** - 265 - **479**; **487**.
- Maghreb
131 (26).
- Niger
128 (13) - 138 (49).
- Nigeria
125 (2) - 126 (6) - 135 (41) - 242 (84).
- Ouganda
133 (33).
- Maroc
382 (143).
- Pays tropicaux
135 (39) - 138 (50) - 139 (53) - 140 (54) - 140 (55) - 244 (91) - 244 (92) - 382 (144).
- Porto Rico
379 (131).
- Réunion
246 (98) - 246 (99).
- Rhodésie
129 (18) - 376 (120).
- Sabah
380 (138).
- Sainte Lucie
241 (83).
- Sénégal
81 - **109** - 141 (57) - **163** - 237 (65) - **207** - 371 (103) - **331** - **347** - 380 (136) - **475**.
- Soudan
377 (124) - 379 (133).
- Tanzanie
241 (81) - **459**.
- Tchad
67 - **95** - **385** - **419** - **437** - **451**.
- Togo
189.
- Turquie
374 (113).
- Zaïre
323.
- Zambie
238 (70).

Directeur de la publication : R. SAUVEL
Imprimerie SOLEDI, 37, rue de la Province, LIEGE (Belgique)
N° d'ordre 100
Dépôt légal 4^e trimestre 1974

Inscrit à la Commission paritaire des publications, et agence de presse sous le n° 50047