

## SOMMAIRE N° 2 — 1982

ISSN 0035-1865

## TRAVAUX ORIGINAUX

Pages

- DOMENECH (J.), COULOMB (J.), LUCET (P.). — La brucellose bovine en Afrique centrale. IV. Evaluation de son incidence économique et calcul du coût-bénéfice des opérations d'assainissement ..... 113
- DOMENECH (J.), LUCET (Ph.), COUDERT (M.). — La brucellose bovine en Afrique centrale. V. Description d'une méthode d'enquête simplifiée ..... 125
- QUEVAL (R.). — La glucose-6-phosphate déshydrogénase érythrocytaire chez des races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes de l'Ouest africain ..... 131
- QUEVAL (R.), PETIT (J.-P.). — Polymorphisme biochimique de l'hémoglobine de populations bovines trypanosensibles, trypanotolérantes et de leur croisement dans l'Ouest africain ..... 137
- RAZA (M. A.), ZIA-UR-REHMAN, CHAUDHRY (A. H.), GILANI (A. H.), NAWAZ (M.). — Modifications des protéines sériques chez des chevaux atteints de surra ..... 147
- POLITZAR (H.), FILLEDIER (J.). — Résultats préliminaires sur une colonie de *Glossina medicorum* nourrie artificiellement à travers membranes ..... 153
- KUPPER (W.), EIBL (F.), VAN ELSSEN (A. C.), CLAIR (M.). — Utilisation du piège biconique Challier-Laveissière imprégné de Deltaméthrine contre les glossines ..... 157
- RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.). — Etudes et comparaisons de différents pièges pour la collecte de *Glossinidae* et autres diptères en Afrique ..... 165
- BOORMAN (J. P. T.), MELLOR (P.). — Notes sur les *Culicoides* (*Diptera*, *Ceratopogonidae*) du Soudan relatives à l'épidémiologie de la fièvre catarrhale du mouton ..... 173
- VASSILIADES (G.), DIAW (O. T.). — Action molluscicide d'*Ambrosia maritima*. II. Essais dans les conditions naturelles ..... 179

## CONTENTS N° 2 — 1982

## ORIGINAL PAPERS

Pages

DOMENECH (J.), COULOMB (J.), LUCET (P.). — Cattle brucellosis in central Africa. IV. Evaluation of its economic incidence and cost-benefit analysis of eradication campaigns .....	113
DOMENECH (J.), LUCET (Ph.), COUDERT (M.). — Cattle brucellosis in central Africa. V. Description of a simplified survey technic .....	125
QUEVAL (R.). — Erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase in trypanosensitive and trypanotolerant cattle breeds of West Africa .....	131
QUEVAL (R.), PETIT (J.-P.). — Biochemical polymorphism of the hemoglobin of trypanosensitive and trypanotolerant cattle and their cross-breeds in West Africa .....	137
RAZA (M. A.), ZIA-UR-REHMAN, CHAUDHRY (A. H.), GILANI (A. H.), NAWAZ (M.). — Serum proteins changes in horses infected with surra .....	147
POLITZAR (H.), FILLEDIER (J.). — Preliminary results of a colony of <i>Glossina medicorum</i> fed on artificial membrane .....	153
KUPPER (W.), EIBL (F.), VAN ELSEN (A. C.), CLAIR (M.). — The use of the biconical Challier-Laveissiere trap impregnated with Deltamethrine against glossina ....	157
RYAN (L.) and MOLYNEUX (D. H.). — Observations on and comparisons of various traps for the collection of <i>Glossinidae</i> and other <i>Diptera</i> in Africa .....	165
BOORMAN (J. P. T.), MELLOR (P.). — Notes on <i>Culicoides</i> ( <i>Diptera</i> , <i>Ceratopogonidae</i> ) from the Sudan in relation to the epidemiology of bluetongue virus disease .....	173
VASSILIADES (G.), DIAW (O. T.). — Molluscicidal effect of <i>Ambrosia maritima</i> II. Trials under natural conditions .....	179

# La brucellose bovine en Afrique Centrale

## IV. Evaluation de son incidence économique et calcul du coût-bénéfice des opérations d'assainissement

par J. DOMENECH (1), J. COULOMB (2), P. LUCET (3)

(1) I.E.M.V.T. - Laboratoire de Farcha-N'Djaména, Tchad.

Adresse actuelle : I.E.M.V.T. - C.R.V.Z. de Port Laguerre, B.P. 25, Païta, Nouvelle-Calédonie.

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

(3) Institut Pasteur B.P. 61 Nouméa, Nouvelle Calédonie.

### RÉSUMÉ

La brucellose bovine, dans les régions où le taux d'infection est de 30 p. 100 des femelles reproductrices (soit 20 p. 100 environ du cheptel total), entraîne des pertes économiques d'environ 5,8 p. 100 du revenu brut par animal élevé.

Or, cette maladie connaît une incidence analogue, ou plus élevée, dans la plupart des pays africains, ce qui situe bien l'étendue du problème.

L'utilisation d'un modèle de simulation informatique d'évolution du troupeau a permis d'étudier les coûts-bénéfices des opérations d'assainissement. Deux types de zones ont été testées : zone à taux d'infection élevé (30 p. 100 des femelles reproductrices à sérologie positive) et zone à taux d'infection très élevé (près de 40 p. 100 des femelles reproductrices infectées).

Dans les deux cas, abstraction faite de l'incidence sur la santé publique, l'assainissement par la vaccination présente un intérêt économique certain.

Les schémas de prophylaxie applicables aux diverses conditions africaines d'élevage sont également discutés.

Dans certaines régions du Tchad et du Cameroun, où l'élevage bovin extensif constitue l'activité économique dominante, le taux d'infection brucellique atteint 30 p. 100 chez les femelles zébu adultes. Une telle situation justifierait la mise en application de mesures de prophylaxie appropriées — prophylaxie qui, dans les conditions propres à cet élevage, ne peut être que médicale dans la mesure où les résultats à attendre de cette opération seraient bénéfiques. Pour le savoir, il convient de chiffrer la totalité des pertes entraînées par la maladie et de les comparer aux bénéfices à attendre d'une telle prophylaxie, compte tenu des dépenses de toute nature destinées à la mettre en application.

L'exposé qui suit envisage les divers aspects de ce problème. Il est basé sur les résultats statistiques des enquêtes épidémiologiques et zoo-économiques menées dans ces régions de 1976 à 1980 et ceux obtenus à l'occasion d'une expérience pilote dont la durée (2 années) a été interrompue pour des raisons totalement indépendantes de notre volonté.

### A. INCIDENCE ECONOMIQUE

#### 1. Matériel et méthodes

Le calcul des pertes dues à la brucellose bovine en Afrique centrale a été fait en

choisissant une des enquêtes démographiques réalisées au Tchad, dans la région du Mandoul et de Léré (cf. carte, article III de cette série) (7) pour les raisons suivantes :

— Les modes d'élevage y sont variés, de même que les taux d'infection qui en résultent : faible incidence chez les agriculteurs-éleveurs de Léré (article III, échantillon 5, très petits troupeaux sédentaires), mais fréquence de la brucellose beaucoup plus élevée chez les éleveurs transhumants (Myssériés, échantillon 6), ou chez les éleveurs récemment sédentarisés dans le Sud Tchad (Dakarès du Mandoul, échantillons 7, 8 et 9, troupeaux de 100 têtes ou plus).

— Avec un taux d'infection global de 30 p. 100 des femelles reproductrices (soit 20 p. 100 environ de la totalité de ce cheptel), ces échantillons peuvent être considérés comme représentatifs de la situation enzootique qui prévaut dans de nombreuses régions d'Afrique.

— L'étude des carrières des femelles a été spécialement menée de même que le devenir des veaux (mortalité...). En contre-partie d'un nombre quotidien de questionnaires faible, nous considérons les résultats de ces enquêtes comme très fiables.

Les paramètres zootecniques ont été utilisés dans un modèle de simulation informatique (\*) qui a permis de comparer les résultats économiques de l'élevage contaminé, et ceux que l'on aurait dans un élevage indemne de brucellose.

On distinguera les paramètres du troupeau contaminé, c'est-à-dire du troupeau tel qu'il était au moment de l'enquête, avec 30,4 p. 100 de femelles à réaction sérologique positive, et ceux d'un troupeau théorique indemne, pour lequel on a retenu les paramètres observés sur les animaux indemnes.

— premier vêlage à 4 ans révolus dans les deux cas (troupeau contaminé et indemne) ;

— fécondité (cf. article III, tabl. VI) :

- troupeau indemne : 63,3 p. 100,
- troupeau contaminé : 60,5 p. 100.

Les vaches contaminées ayant une fécondité de 54,4 p. 100, et le taux d'infection étant de 30,4 p. 100, le taux de fécondité moyen du troupeau contaminé est donc de :

$$(0,633 \times 0,696) + (0,544 \times 0,304) = 60,5 \text{ p. } 100.$$

— mortalité : (cf. article III, tabl. V).

Les taux retenus sont :

- troupeau indemne : classe 0 ..... 12,5 p. 100
- troupeau contaminé : classe 0 ..... 14 p. 100

Pour les classes d'âge supérieures à 1 an, aucune différence de mortalité n'est apparue entre les animaux issus de mères indemnes et ceux issus de mères brucelliques.

- Classe 1 ..... 5 p. 100
- Classe 2 ..... 3 p. 100
- Classe 3 et suivantes ..... 2 p. 100

— taux d'exploitation par classe d'âge :

• mâles : les taux sont les mêmes, qu'il s'agisse des troupeaux contaminés ou des troupeaux indemnes.

- Classe 0 ..... 10 p. 100
- Classe 1 à 3 ..... 25 p. 100
- Classe 4 à 9 ..... 50 p. 100
- Classe 10 ..... 100 p. 100

• femelles : les taux d'exploitation ont été ajustés de façon à maintenir l'effectif des troupeaux constant ;

— poids et valeur des animaux : les chiffres retenus sont indiqués dans le tableau I ;

— production de lait :

La production moyenne de lait observée chez les vaches zébu de l'élevage traditionnel extensif est d'environ 680 l dont 210 l sont prélevés pour la consommation humaine (1). La valeur du litre de lait au moment de l'enquête était de 35 F CFA ; ce prix serait à cerner de plus près par suite des variations saisonnières des cours, de la valorisation de l'autoconsommation, et de divers autres facteurs.

## 2. RÉSULTATS

En vitesse de croisière, les résultats entre deux années consécutives fournis par le modèle de simulation sont résumés dans le tableau II.

## 3. DISCUSSION

— La brucellose bovine, à un taux d'infection de 30 p. 100 des femelles reproductrices,

(\*) Modèle de simulation informatique d'évolution de troupeaux : « MODECO », I.E.M.V.T., Maisons-Alfort.

TABLEAU N°I - Poids et prix des animaux

Classes d'âge	Mâles		Femelles		
			Poids	P r i x <sup>(*)</sup>	
	Poids <sup>(*)</sup>	Prix <sup>(**)</sup>		Troupeau indemne	Troupeau contaminé <sup>(***)</sup>
0-1	70	165	70	190	190
1-2	140	165	130	190	190
2-3	200	167,5	180	190	190
3-4	250	170	230	190	190
4-5	300	180	250	180	167,5
5-9	320	190	260	180	167,5
9-11	320	190	260	160	149
11-12	320	190	260	150	139,5

(\*) Poids en kg ; (\*\*) Prix en F. CFA au kg ; (\*\*\*) Une réfaction systématique d'environ 7 p.100 a été appliquée sur le prix au kg vif des femelles de 4 ans et plus du troupeau contaminé pour tenir compte de la moins value due à la vente des vaches présentant des hygromas ou arthrites brucelliques.

TABLEAU N°II-Effets économiques de la brucellose

	Troupeau indemne	Troupeau contaminé
Effectif des troupeaux	9 860	10 014
Rendement numérique	16,4 p.100	16 p.100
Productivité pondérale <sup>(*)</sup>	38,4 kg	37,2 kg
Croît du troupeau	-0,73 p.100	+ 0,08p.100
Valeur des animaux commercialisés	65 946 930F	62 199 060F
Valeur des animaux capitalisés <sup>(**)</sup>	- 247 751F	+ 26 417F
Total	65 699 179F	62 225 477F
Production de lait :		
en volume	405 250 l	406 500 l
en valeur	14 183 750F	14 227 500F
Revenu brut total	79 882 929F	76 452 977F
Revenu brut par animal entretenu :		
viande	6 663 F	6 214 F
lait	1 439 F	1 420 F
Total	8 102 F	7 634 F
Ecart (indemne-contaminé)	468 F	

(\*) en kg vif ; (\*\*) La valeur de capitalisation est introduite de façon à pondérer les effets de la différence de taux de croît des troupeaux.

se répercute par une diminution de 5,8 % (468 F/8 102 F) du revenu brut par animal entretenu. Cette baisse du revenu est beaucoup plus importante en ce qui concerne la production de viande qu'en ce qui concerne la production de lait, tant en valeur absolue (449 F contre 19 F) qu'en valeur relative (6,7 % contre 1,3 %).

— L'incidence économique de la brucellose bovine est en fait très variable selon les régions. Il existe de nombreuses régions où cette affection est beaucoup plus importante que dans l'exemple choisi ; les pertes citées peuvent alors être largement dépassées.

Si l'on suit la classification de THIMM (27), notre exemple fait partie des cas où la brucellose, avec 16 à 25 p. 100 de sérologie positive (par rapport au cheptel total), a une haute incidence. Selon cet auteur, 20 pays africains sur 49, connaissent une situation analogue, ce qui situe bien l'étendue du problème.

Il faut cependant constater qu'à l'inverse, certaines zones sont peu infectées (échantillons 5, 12, 16, 17 et 18, par exemple, dans nos enquêtes menées au Tchad et au Cameroun - cf. article III (7) ; dans ces cas, les pertes économiques seront plus faibles, sinon négligeables.

— Les répercussions de la brucellose bovine sur la santé publique n'ont pas été incluses dans cette étude, bien qu'il soit proba-

ble que son rôle sur l'homme soit à prendre en compte, tant sous son aspect hygiénique qu'économique (8, 10, 21, 25) puisque la brucellose humaine est signalée dans la majorité des pays africains (27).

Cependant, l'incidence de la brucellose humaine, tant au point de vue médical qu'économique ne paraît pas possible, car :

— les statistiques des cas déclarés sont notoirement inférieures au nombre de cas réels ;

— la responsabilité de la brucellose bovine dans l'infection de l'homme est variable (4, 5, 26). Pour certains auteurs, elle semble être à l'origine de la plupart des cas, alors que pour d'autres, les petits ruminants et notamment la chèvre, sont le plus souvent mis en cause. Cette situation diffère selon les types d'élevage considérés, et les habitudes des populations (10, 25).

Il faut remarquer que pour la plupart des cas de brucellose signalés dans les hôpitaux africains, *Brucella melitensis* est isolée, *B. abortus* étant assez rarement en cause (15, 28).

— les enquêtes sérologiques indiquent bien des pourcentages d'infection élevés (4, 10), en particulier dans le Sahel, chez les bergers et leurs familles. Il n'est cependant pas possible de savoir quelle est la proportion des malades par rapport au nombre de sérums positifs. Le caractère souvent polymorphe, ou frustré de l'affection ne simplifie évidemment pas la tâche de l'enquêteur.

Les événements politiques survenus au Tchad en 1979 ne nous ont pas permis d'effectuer l'enquête projetée à cet égard.

En conclusion, si la brucellose bovine a une incidence certaine sur la santé publique dont il faudrait tenir compte, le chiffrage des dommages qu'elle cause n'est pour l'instant pas possible.

— Au total, la brucellose bovine est une entité pathologique capable d'entraîner des pertes économiques notables.

Dans de nombreux pays africains, où existe un taux d'infection de l'ordre de 30 p. 100 des femelles adultes, le préjudice subi par l'éleveur (5,8 % du revenu brut par animal) n'est à considérer que si la lutte contre les calamités que sont, par exemple, la peste ou la péripneumonie contagieuse bovines (PPCB) a déjà permis d'aboutir sinon à leur disparition, du moins à leur raréfaction.

Par contre, la brucellose bovine occupe une place de premier plan en élevage semi-intensif ou intensif (ranches, fermes...) ; dans ces cas, la mise en place d'un plan de prophylaxie devient une nécessité absolue.

## B. POSSIBILITÉS D'ASSAINISSEMENT DES TROUPEAUX

### 1. Méthodes de prophylaxie utilisables en Afrique centrale

#### 1.1. Prophylaxie sanitaire

— La prophylaxie sanitaire offensive est illusoire en élevage africain traditionnel, bien que son efficacité soit établie (3, 16).

Il est, en effet, exclu que l'on puisse avant longtemps appliquer des plans prévoyant l'éradication de la brucellose par abattage des animaux à sérologie positive. Le dépistage serait déjà très difficile à organiser et l'abattage du cheptel infecté totalement irréalisable.

Quelques mesures pratiques simples doivent, cependant, être préconisées, telles la mise à l'écart, pendant quelques jours, de la vache avorteuse, l'enfouissement de l'avorton et du placenta, la non-ponction des hygromas... alors que la situation est totalement différente dans les ranches où le tri sérologique des animaux, lors de l'achat, doit être généralisé. De même, la réforme des femelles positives dans les troupeaux déjà constitués reste une solution souvent possible.

#### 1.2. Prophylaxie médicale

En milieu africain, c'est la seule qui soit applicable. Plusieurs types de vaccins et de schémas d'utilisation sont décrits dans la littérature et ont été employés de par le monde.

En Afrique centrale, il faut tenir compte de certaines contraintes, essentiellement liées aux conditions d'élevage et de climatologie :

— en élevage transhumant, tout vaccin nécessitant un rappel sera difficile à employer. Ex. : souche H38 (6, 14) ou 45/20 (6), d'autant que le coût des interventions annuelles (dans le cas de la souche 45/20 surtout) annulerait une grande partie du bénéfice de l'opération.

— les températures intertropicales imposent que les vaccins vivants (type B19) soient conservés sous froid. Bien qu'il n'y ait là aucun

problème technologique insurmontable, cette contrainte peut parfois paraître trop dure à certains responsables, et les inciter à choisir un vaccin inactivé (type H38). Cette attitude nous paraît erronée, car l'équipement en réfrigérateurs et congélateurs est à peu près partout disponible car il est à la base de toute activité sanitaire pour l'élevage : lutte contre la peste et la PPCB, conservation des prélèvements pour diagnostics...

— la vaccination des adultes pourrait être préconisée dans les zones très infectées. Son efficacité dans les foyers aigus est sujette à caution dans la mesure où de nombreuses femelles sont déjà infectées (50 p. 100 au moins des femelles). De plus, on sait qu'il y a risque de focalisation génitale si on emploie la souche B19. Enfin, la sérologie deviendra positive de façon très durable, ce qui pourra contrarier les diagnostics ultérieurs, notamment au moment de l'introduction des animaux dans des ranches, ou pour des tests en vue de l'exportation.

Il ne faut cependant pas sous-estimer l'aspect psychologique ; lorsqu'un foyer apparaît, les éleveurs demandent et attendent une intervention vaccinale massive, qu'il est souvent difficile de refuser.

La vaccination de toutes les femelles, autour des foyers, peut être, elle, beaucoup plus efficace.

— le problème de la sérologie post-vaccinale positive, en cas de vaccination au B19 d'animaux âgés de plus de 8 mois, ou au H38, se pose dans des termes différents de ceux que l'on connaît dans les pays développés. L'éradication, par des mesures d'abattage des bovins infectés demeurera, en effet, encore longtemps utopique. Aussi ne faut-il pas trop se polariser sur cet aspect. L'utilisation de la voie conjonctivale, pour l'inoculation de la souche B19, pourrait d'ailleurs apporter une solution (9, 18, 19, 20) car les anticorps consécutifs à l'instillation sont très transitoires, même chez les bovins adultes.

En conclusion, quelques idées directrices peuvent être données :

a) Elevage sédentaire ou de petite transhumance.

— chaque fois qu'il est possible de retrouver les animaux à quelques mois d'intervalle, plusieurs solutions existent :

• vaccin B19, par voie sous-cutanée, sur les génisses de 4 à 8 mois.

avantages :

- une seule injection,
- pas d'anticorps post-vaccinaux persistants,
- bonne protection,

inconvénients :

- thermolabilité,
- précautions à prendre en raison d'un certain pouvoir pathogène résiduel chez l'homme.

• vaccin B19 par voie conjonctivale :

avantages :

- bonne protection,
- pas d'anticorps post-vaccinaux,
- dose plus faible donc dépense plus réduite.

inconvénients :

- protection des utilisateurs,
- problèmes de contention dans les couloirs à vaccination ?
- deux instillations, au minimum, à six mois d'intervalle,
- thermolabilité.

• vaccin inactivé, souche H38 :

avantages :

- bonne conservation,
- bonne protection,
- innocuité chez les femelles adultes (14, 22),
- pas de pouvoir pathogène chez l'homme.

inconvénients :

- deux injections, au minimum, à deux mois d'intervalle,
- sérologie post-vaccinale positive pendant une durée variable (6, 14).

b) En élevage transhumant : vaccin B19, par voie sous-cutanée en une seule injection des génisses de 4 à 8 mois.

c) Dans et autour des foyers épizootiques et en général dans les régions à haut taux d'infection : vaccination de toutes les femelles du troupeau par :

- souche B19 par voie sous-cutanée ou, si possible, par voie conjonctivale (en deux interventions, sauf s'il s'agit déjà d'un rappel).
- souche H38 en deux interventions.

## 2. Evaluation du coût-bénéfice des programmes d'assainissement

Il semble qu'il soit possible de réduire de façon sensible les effets économiques de la



brucellose bovine, et même le taux d'infection du cheptel, par la mise en place de programmes de vaccination. Ces mesures médicales ont déjà fait leurs preuves dans de nombreux pays (11, 13, 24).

Le coût des interventions autorise-t-il l'emploi de tels programmes ?

L'utilisation du modèle de simulation informatique MODECO a permis d'étudier ce point.

### 2.1. Schémas de vaccination et hypothèses sur leur efficacité

En fonction de ce qui a été dit précédemment et en considérant que l'utilisation de la souche B19 par voie conjonctivale est une technique encore récente, dont l'efficacité est peut-être à confirmer — bien que quelques essais à petite échelle (9, 20, 23), ou à plus grande échelle (17) aient tous été très concluants — nous avons envisagé deux schémas d'intervention :

a) vaccination de toutes les femelles la première année, puis, les années suivantes, des jeunes femelles de 4 à 8 mois, avec la souche B19. L'hypothèse est que ce schéma appelé schéma 1 ou « rapide » dans la suite de notre exposé, raccourcira notablement la phase aiguë de la maladie dans le troupeau.

b) vaccination, à partir de la première année, des jeunes femelles de l'année, à l'âge de 4 à 8 mois, avec la souche B19 par voie sous-cutanée : schéma 2 ou « lent ».

Les premiers effets économiques de la vaccination sur le troupeau ne se manifesteront que quelques années après la première campagne de vaccination.

Les résultats à attendre sont résumés dans le tableau n° III.

Nous avons utilisé, pour tester ces deux schémas sur MODECO, les résultats d'enquêtes réalisées au Tchad en élevage extensif transhumant.

Compte tenu de notre expérience, et des analyses de THIMM (27) deux zones ont été choisies :

— zone moyennement infectée (échantillons 5 à 9, article III) : 30 p. 100 des femelles reproductrices sont positives ; zone classée « à haute incidence » selon THIMM.

— zone fortement infectée (échantillon 4, article III) : près de 40 p. 100 des femelles

reproductrices sont positives, soit environ 26 p. 100 du troupeau entier ; zone classée « à très haute incidence » par THIMM.

### 2.2. Paramètres zootechniques et économiques et coût des vaccinations.

— situation de départ : cf Tableau n° IV

— évolution des paramètres zootechniques pendant l'assainissement :

- taux de fécondité.

L'assainissement des troupeaux se traduira par la suppression de 80 p. 100 des avortements. Ceci provoquera, corrélativement, une augmentation du taux de fécondité qui passera de 60,5 à 61,5 p. 100 dans les zones moyennement contaminées, et de 60,8 à 62,4 p. 100 dans les zones fortement contaminées.

Dans le schéma d'assainissement n° 1, toutes les femelles étant touchées par la vaccination dès la première année, le taux de fécondité évoluera favorablement. Il atteindra soit 61,5, soit 62,4 p. 100, selon le cas, dès la deuxième année.

Dans le schéma d'assainissement n° 2, seules les femelles de moins d'un an étant vaccinées, le taux de fécondité n'évoluera que progressivement à partir de l'année 5, lorsque les premières génisses vaccinées atteindront l'âge de la reproduction ; il sera égal à 61,5 p. 100, ou 62,4 p. 100 selon la zone, à l'année 11, lorsque toutes les femelles du troupeau auront été vaccinées.

- taux de mortalité dans la première classe d'âge.

Si la mortalité des produits issus des vaches à sérologie antérieurement positive diminue de 20 p. 100, on aura pour l'ensemble de la première classe d'âge, en phase de croisière, une mortalité de 12,8 p. 100. Son évolution est instantanée dans le schéma 1 : elle se situe à l'année 3. Elle est progressive dans le schéma 2 : le taux de mortalité ne commence à varier qu'à partir de l'année 6, un an après que les génisses vaccinées l'année 1 aient atteint l'âge de la reproduction. Elle sera terminée l'année 13. On admettra qu'entre l'année 6 et l'année 13, elle suit une progression linéaire.

— paramètres économiques :

On a considéré que les paramètres économiques étaient les mêmes dans les deux types de zones : taux d'exploitation des mâles, poids et prix des animaux...



TABLEAU N°III-Schémas de prophylaxie médicale et effets attendus

Catégorie d'animaux à vacciner :	Schéma rapide (n° 1)	Schéma lent (n° 2)
	. 1ère année	Toutes les femelles
. 2e année et suivantes	Jeunes femelles de 4 à 8 mois	
Nombre de vaccinations par animal	Une seule pour la vie économique de l'animal	
Proportion du troupeau touchée	Totalité	
Durée de la campagne	Illimitée	
Résultats escomptés :		
. sur la fécondité	Diminution de 80 p.100 des avortements brucelligues	
. sur la mortalité	Diminution de 20 p.100 de la mortalité rapportée à la brucellose sur les veaux de 0 à 1 an.	
Echéance des effets :		
. Fécondité	2 ans après le début des interventions, amélioration immédiate de la fécondité.	4 ans après le début des interventions (entrée en reproduction de la première génération de génisses vaccinées) puis amélioration progressive de la fécondité jusqu'à ce que la première génération de génisses vaccinées atteigne la dernière classe des reproductrices.
mortalité	id. avec 1 an de décalage	id. avec 1 an de décalage

TABL. N°IV-Situation de départ dans les deux zones choisies pour tester sur MODECO les deux schémas de vaccination

	Zone moyennement contaminée	Zone fortement contaminée
Taux d'infection	30,4 p.100	37,9 p.100
Age au 1er vêlage	4 ans	4 ans
Taux de fécondité <sup>(*)</sup>	60,5 <sup>(1)</sup>	60,8 <sup>(2)</sup>
Mortalité classe 0	14 p.100	14 p.100
classe 1	5 p.100	5 p.100
classe 2	3 p.100	3 p.100
classe 3	2 p.100	2 p.100
et suivantes		

(\*) Les taux de fécondité sont ceux observés lors des enquêtes citées. Il sont calculés de la façon suivante :

(1) vaches à sérologie positive : F = 54,1 p.100  
vaches à sérologie négative : F = 63,3 p.100  
ensemble : F = (0,633 x 0,696) + (0,541 x 0,304) = 60,5 p.100

(2) vaches à sérologie positive : F = 55,4 p.100  
vaches à sérologie négative : F = 64,1 p.100  
ensemble : F = (0,641 x 0,621) + (0,554 x 0,379) = 60,8 p.100.

Seuls, les taux d'exploitation par classe d'âge des femelles varient, ceux-ci étant ajustés dans tous les cas pour maintenir l'effectif à peu près constant.

Tous ces paramètres ont déjà été chiffrés dans l'étude des pertes économiques.

— coûts des campagnes de vaccination :

Ils ont été calculés avec les hypothèses suivantes :

a) coût des vaccins :

Le vaccin antibrucellique, commercialisé actuellement en France au prix de 1,70 à 2,80 F CFA la dose, sera compté, rendu dans les chefs-lieux de circonscription d'élevage du Tchad, à 350 F CFA la dose.

b) coût des interventions :

Le coût est beaucoup plus difficile à estimer. Trois hypothèses ont été retenues.

Hypothèse 1 : la vaccination antibrucellique

est associée avec une autre vaccination obligatoire (peste, PPCB...). Dans ce cas, le coût de l'intervention n'est pas comptabilisé et seul est retenu le coût du vaccin (350 F CFA).

Hypothèse 2 : des campagnes spéciales de vaccination antibrucellique sont organisées. En se référant au PC15 (campagne conjointe contre la peste bovine), on peut estimer le coût de l'intervention à 333 F CFA. Le coût de la vaccination s'élève ici à :

$$350 + 333 = 683 \text{ F CFA.}$$

Hypothèse 3 : on se trouve dans des conditions de sous-emploi du personnel des secteurs vétérinaires. Si on estime les frais de personnel à 70 p. 100 du budget de fonctionnement, le coût de l'intervention est de 333 F -  $(333 \times 0,70) = 100$  F CFA.

Le coût de la vaccination s'élève dans ce cas à :

$$350 + 100 = 450 \text{ F CFA.}$$

Le mieux est de pratiquer autant que possible la multi-vaccination.

### 2.3. *Eléments d'appréciation de l'intérêt économique de l'assainissement*

L'intérêt économique de l'assainissement du troupeau a été apprécié à partir des données fournies par le modèle de simulation informatique sur une période de 20 ans, pour un troupeau hypothétique stationnaire d'environ 10 000 têtes.

Les différents cas étudiés se rapportent à :

— Deux situations d'infection brucellique : zone fortement ou moyennement infectée.

— Deux schémas d'assainissement : schéma rapide (schéma 1) et schéma lent (schéma 2).

— Trois hypothèses de coût d'intervention.

Deux critères d'évaluation ont été retenus :

— Taux de rentabilité interne : c'est une caractéristique intrinsèque des projets. Il est tel que le revenu actualisé soit positif si le taux d'actualisation lui est inférieur, et négatif s'il lui est supérieur.

— Bénéfice actualisé : c'est le revenu net calculé pour un taux d'actualisation déterminé.

### 2.4. *Résultats*

Les taux de rentabilité interne, et les bénéfices actualisés obtenus sont rassemblés dans les tableaux V et VI.

### 2.5. *Discussion*

Les bénéfices sont notables dans les deux types de zones étudiées ; le taux de rentabilité interne, dont les valeurs sont récapitulées dans le tableau V, est toujours élevé. Il passe de 12 % dans le cas le plus défavorable (zone moyennement infectée, schéma d'assainissement lent, coût par animal de 683 F CFA), à 53 % dans le cas le plus favorable (zone fortement infectée, schéma d'assainissement rapide, coût par animal de 350 F CFA). Il est évidemment d'autant plus élevé que le coût d'intervention est plus bas, et que la zone est plus infectée. Quels que soient le taux d'infection et le coût de l'intervention, il est toujours supérieur dans les schémas d'assainissement rapide : cette conclusion mérite d'être relevée, mais devra être confirmée sur le terrain par des essais en vraie grandeur.

Les variations du bénéfice actualisé, récapitulées dans le tableau VI, confirment les conclusions ci-dessus.

Un test de sensibilité a été effectué pour les deux schémas, en zone moyennement infectée, avec un coût d'intervention de 450 F CFA (tabl. VII). Dans les deux cas, le taux de

TABLEAU N°V-Taux de rentabilité interne (en p.100)

Taux d'infection de la zone	M o y e n		F o r t	
	Schéma 1	Schéma 2	Schéma 1	Schéma 2
Méthode d'assainissement				
Coût par animal :				
350 F CFA	44	29	53	27
683 F CFA	16	12	21	18
450 F CFA	33	23	40	24

TABLE. N°VI-Brucellose bovine en Afrique centrale : bénéfice actualisé des programmes d'assainissement (en milliers de francs CFA, pour un troupeau de 10 000 têtes, sur 20 ans)

Taux d'infection	M o y e n						F o r t					
	350 F		683 F		450 F		350 F		683 F		450 F	
Coût d'intervention												
Méthode d'assainissement (schéma 1 ou 2)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Taux d'actualisation :												
5 p.100	9861	6971	3455	2617	7937	5663	12724	11910	6311	7514	10708	10590
10 p.100	6765	3701	1594	588	5212	2766	8578	6250	3408	3107	7026	5306
15 p.100	4718	1908	267	< 0	3382	1190	5982	3174	1536	759	4647	2449
20 p.100	3291	885	< 0		2090	303	4257	1399	264	< 0	3058	810
25 p.100	2249	282			1137	< 0	3049	315	< 0		1940	< 0
30 p.100	1455	< 0			406		2165	< 0			1119	

TABLE. N°VII-Test de sensibilité : variation du taux de rentabilité interne en fonction de la variation du coût de l'intervention par animal et du prix de la viande sur le marché (avec l'hypothèse 450 F CFA)

Schéma d'assainissement	Schéma 1	Schéma 2
Variation du coût de l'intervention :		
- 30 %	48 %	31 %
- 15 %	40 %	26 %
0	33 %	23 %
+ 15 %	28 %	19 %
+ 30 %	23 %	16 %
Variation du prix de la viande :		
- 30 %	19 %	14 %
- 15 %	27 %	19 %
0	33 %	23 %
+ 15 %	39 %	27 %
+ 30 %	44 %	29 %

rentabilité interne montre une assez forte sensibilité, puisqu'il progresse du simple au double pour une variation de - 30 % à + 30 % du prix de la viande (de 14 à 29 %, ou de 19 à 44 %, selon le schéma d'assainissement) ou du coût d'intervention (de 23 à 48 % ou de 16 à 30 % selon le schéma d'assainissement).

L'ensemble de ces indications permet

d'affirmer que, vu sous le seul angle de l'économie des productions animales, abstraction faite de l'incidence que la maladie pourrait avoir sur la santé humaine, l'assainissement par la vaccination d'un troupeau infecté de brucellose, à des taux de 30 à 40 % présente un intérêt économique certain ; cette conclusion reste valable tant que le coût de l'intervention est inférieur à 917 F CFA pour le cas le plus défavorable (infestation moyenne, schéma rapide) ou inférieur à 1 490 F CFA dans le cas le plus favorable (infestation forte, schéma lent).

— Les bénéfices des campagnes de lutte pourront probablement être augmentés par l'abaissement du prix de la dose vaccinale : production dans les laboratoires africains, ou utilisation de la voie conjonctivale pour la souche B19 (dose = 1/20 de la dose utilisée en voie sous-cutanée).

— Tous nos calculs sont basés sur des hypothèses concernant l'efficacité des vaccinations. Bien que ces hypothèses s'appuient sur les résultats obtenus dans de nombreux pays, il est nécessaire de les vérifier sur le continent africain à grande échelle.

Nous avons pu suivre, pendant deux ans, dans une zone fortement infectée, une opération de prophylaxie effectuée selon le schéma rapide (souche B19). La guerre civile tchadienne ne nous a pas permis de prolonger l'observation, mais les premiers résultats mon-

traient déjà une chute très rapide du taux d'avortements dans les troupeaux vaccinés (environ 3 000 femelles vaccinées en 1977). Des quelques 10 000 femelles vaccinées en 1978 selon les schémas 1 ou 2 (12), il n'a pu être tiré aucune conclusion étant donné l'interruption brutale de nos travaux.

— L'intérêt économique des plans de prophylaxie est variable selon le taux de l'infection brucellique. Ces deux situations extrêmes sont représentées d'une part, par les zones peu infectées, où une intervention ne paraît pas rentable, et d'autre part, par les élevages semi-intensifs où l'association des prophylaxies médicale et sanitaire constitue un impératif absolu.

Il sera utile de définir, dans chaque secteur ou sous secteur vétérinaires, l'importance de la brucellose. Ces enquêtes, réalisées au niveau d'une petite zone, devront donc être nombreuses (exemple : pour le Tchad, il y a 89 postes vétérinaires).

Se pose alors le problème des possibilités en hommes et en matériel pour accomplir cette tâche, possibilités très souvent limitées, aussi bien pour les prélèvements que pour l'analyse microbiologique. Nous essaierons, dans un prochain article, de mettre au point une méthodologie d'enquête simplifiée, basée sur le simple comptage des hygromas brucelliques, à la portée de tous les chefs de poste vétérinaires.

### C. CONCLUSION

Avec des pertes de l'ordre de 6 % du revenu brut par animal entretenu, la brucellose bovine revêt une importance économique notable, bien que largement inférieure aux grandes maladies de l'élevage, telles la peste ou la PPCB.

Encore faudrait-il envisager l'incidence sur

la santé publique, difficilement chiffrable actuellement, mais peut-être décisive.

On peut dire que, selon les régions, la brucellose se présente comme un problème majeur parfois, important souvent, négligeable rarement.

Le calcul du coût-bénéfice des programmes de prophylaxie montre qu'ils sont avantageux dans les zones à taux d'infection élevé (20 p. 100 du cheptel total positif en sérologie) et plus encore dans celles où ce taux est très élevé (plus de 25 p. 100 du cheptel total positif) ; or, ces zones représentent une majorité du territoire des pays d'Afrique centrale. Il est donc certain que des campagnes d'assainissement seront à mettre en œuvre dans un avenir proche.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr Y. CHENEAU, Directeur du Laboratoire de FARCHA, pour l'aide et les encouragements donnés tout au long de notre travail.

Nous remercions également les autorités vétérinaires du Tchad et du Cameroun, pour leur collaboration efficace, ainsi que les Drs TACHER G. (I.E.M.V.T.) et GAUMONT R. (Laboratoire Central de Recherches vétérinaires MAISONS-ALFORT) dont les conseils nous ont été très utiles, dans la conception de nos enquêtes et l'interprétation des résultats.

---

*Addendum :* Un article de E. CAMUS, actuellement sous presse dans la Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, fait état de pertes économiques tout à fait comparables aux nôtres dans le Nord de la Côte-d'Ivoire. Un deuxième article, également sous presse, donne des résultats sur l'efficacité des vaccinations. L'observation porte sur deux années, et les hypothèses faites pour le schéma rapide reçoivent un début de preuve.

### SUMMARY

#### Cattle brucellosis in central Africa

#### IV. Evaluation of its economic incidence and cost-benefit analysis of eradication campaigns

When cattle brucellosis affects 30 p. 100 of dams (i.e. about 20 p. 100 of the whole stock) economic losses are reckoned to amount to about 5.8 p. 100 of the gross income per head of cattle. A similar or higher incidence is observed in most African countries.

The cost-benefit analysis of the eradication campaign was carried out using a computer simulation model for herd growth.

2 kinds of zones were tested : a zone with a high infection rate (30 p. 100 of serologically positive dams) and a zone with a very high infection rate (40 p. 100 of infected dams).

In both cases, even if we leave the incidence on public health out, brucellosis eradication by vaccination is profitable.

Prophylaxis schemes suitable for the various systems of animal production in Africa are also discussed.

## RESUMEN

### La brucelosis bovina en África central.

#### IV. Evaluación de su incidencia económica y cálculo del coste - beneficio de las operaciones de saneamiento

La brucelosis bovina, en las regiones donde el porcentaje de infección es de 30 p. 100 de las hembras reproductoras (sea unos 20 p. 100 de todo el ganado), provoca pérdidas económicas de cerca de 5,8 p. 100 de la renta bruta por animal criado.

Ahora bien, dicha enfermedad tiene una incidencia análoga, o más elevada, en la mayor parte de los países africanos, lo que indica bien la extensión del problema.

La utilización de un modelo de simulación informática de evolución del rebaño permitió estudiar los costes-beneficios de las operaciones de saneamiento. Se comprobaron dos tipos de zonas : zona con porcentaje de infección elevado (30 p. 100 de las hembras reproductoras teniendo una serología positiva) y zona con porcentaje de infección muy elevado (cerca de 40 p. 100 de las hembras reproductoras infectadas).

En los dos casos, prescindiendo de la incidencia sobre la salud pública, el saneamiento por la vacunación presenta un interés económico cierto.

Se discuten también los planes de profilaxis aplicables a las varias condiciones africanas de ganadería.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERTAUDIÈRE (L.). Complémentation alimentaire des veaux. Essais réalisés au Tchad. Rapport de synthèse. I.E.M.V.T., 1979.
- CAMUS (E.). Incidence clinique de la brucellose bovine dans le Nord de la Côte d'Ivoire, et vaccination contre la brucellose des bovins femelles du Nord de la Côte-d'Ivoire. Technique, résultats. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1980, **33** (3) : 263-269 ; (4) : 363-369.
- CARPENTIER (T. E.). The application of benefit-cost analysis to compare alternative approaches to the brucellosis problem in California. in : New techniques in vet. epid. and econ. Proc. Symp. Univ. Reading, England, July 1976, p. 128.
- COLLARD (P.). Antibodies against Brucellae in the sera of healthy persons in various parts of Nigeria. *West Afr. Med. J.*, 1962 : 172.
- COX (P. S. V.). Brucellosis, a survey in South Karamoja. *East Afr. med. J.*, 1966, **42** : 43-50.
- DHENNIN (L.). Résultats de l'étude comparée de 7 vaccins antibrucelliques. Première partie : chez la génisse. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1973, **46** : 171-189. Deuxième partie : Primo-vaccination de vaches adultes. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1974, **47** : 339-353. Quatrième partie : Immunisation de la génisse et de la vache avec 1 ou 2 doses de vaccin H38 contre l'infection expérimentale à *Brucella abortus*. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1977, **50** : 167-181.
- DOMENECH (J.), LUCET (Ph.), VALLAT (B.), STEWART (Ch.), BONNET (J. B.), HENRIC (A.). La brucellose bovine en Afrique centrale. III. Résultats statistiques des enquêtes menées au Tchad et au Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, **35** (1) : 15-22.
- F.A.O./O.M.S. 5<sup>e</sup> rapport du Comité F.A.O./O.M.S. d'experts de la brucellose. 1971.
- FENSTERBANK (R.), PLOMMET (M.). Vaccination against bovine brucellosis with a low dose of strain 19 administered by the conjunctival route. IV. Comparison between two methods of vaccination. *Annls Rech. vét.*, 1979, **10** (1) : 131-140.
- 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.
- HUGH JONES (M. E.), ELLIS (P. R.), FELTON (M. R.). An assessment of the eradication of bovine brucellosis in England and Wales. in : New Techn. in vet. epid. and econ. Proc. Symp. Univ. Reading, England, July 1976, p. 175.
- I.E.M.V.T. Laboratoire de FARCHA (Tchad). Rapports annuels 1977 à 1980 et Programmes de Recherches 1979 et 1980.
- JONES (L. M.), BERMAN (D. T.). The role of living vaccines in prophylaxis. Int. Symp. on Brucellosis (II). Rabat, 1975. in : Develop. biol. standard., Basel, S. Karger, 1976, **31** : 328-334.
- JOUBERT (L.), VALETTE (L.). Le vaccin antibrucellique inactivé H38 dans la prophylaxie de la brucellose des ruminants. *Bull. Soc. Sci. vét. Méd. comp. Lyon*, 1969, **71** : 65-92.
- LEFEVRE (M.), SIROL (J.), MAURICE (Y.), MONTEIL (J. C.). Contribution à l'étude de la brucellose humaine et animale au Tchad. *Méd. trop.*, 1970, **30** (4) : 477-488.

16. McCALLON (B. R.). The economics implications of brucellosis eradication in the U.S.A. *in* : New techn. in vet. epid. and econ. Proc. Symp. Univ. Reading, England, July 1976, p. 123.
17. NICOLETTI (P.), JONES (L. M.), BERMAN (T.). Comparison of the subcutaneous and conjunctival route of vaccination with *Brucella abortus* strain 19 vaccine in adult cattle. *J. am. vet. med. Ass.*, 1978, **173** (11) : 1450-1456.
18. PLOMMET (M.), PLOMMET (A. M.). Vaccination against bovine brucellosis with a low dose of strain 19 administered by the conjunctival route. I. Protection demonstrated in guinea pigs. *Annls Rech. vét.*, 1975, **6** (4) : 345-356.
19. PLOMMET (M.), PLOMMET (A. M.). II. Determination of the minimum dose leading to colonisation of the regional lymph nodes of cattle. *Annls Rech. vét.*, 1976, **7** (1) : 1-8.
20. PLOMMET (M.), FENSTERBANK (R.). III. Serological response and immunity in the pregnant cow. *Annls Rech. vét.*, 1976, **7** (1) : 9-23.
21. RENOUX (G.). Remarques sur la brucellose humaine. Int. Symp. on Brucellosis (II). Rabat 1975. *in* : Develop. biol. Standard., Basel, S. Karger, 1976, **31** : 223-226.
22. RENOUX (G.), PHILIPPON (A.), PLOMMET (M.). Vaccination antibrucellique des vaches en milieu infecté par le vaccin inactivé H38. *Recl. méd. vét.*, 1969, **145** : 253-255.
23. REYNAL (P.), CHASTELOUP (C.), PARDON (P.). Vaccination contre la brucellose bovine avec le B19 par voie conjonctivale. Essais sur le terrain. *Bull. Soc. vét. prat.*, 1978, **62** (5) : 2-11.
24. ROE (R. T.), MORRIS (R. S.). The integration of epidemiological and economics analysis in the planning of the Australian brucellosis eradication program. *in* : New techn. in vet. epid. and econ. Proc. Symp. Univ. Reading, England, July 1976. p. 81-94.
25. ROUX (J.). Epidémiologie et prévention des brucelloses. *Bull. O.M.S.*, 1979, **57** (2) : 179-194.
26. ROUX (J.), BAYLET (R.). Quelques données sur l'épidémiologie des brucelloses au Sénégal. *Méd. Afr. Noire*, 1971, **18** (11) : 813.
27. THIMM (B.), WUNDT (W.). The epidemiological situation on brucellosis in Africa. Int. Symp. on brucellosis (II). Rabat 1975. *in* : Develop. biol. Standard., Basel, S. Karger, 1976, **31** : 217.
28. WRIGHT (F. J.), COOKE (E. R. N.), D'SOUZA (J. ST.). Observations on brucellosis in Kenya. *Trans. r. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1953, **47** : 117-129.



# La brucellose bovine en Afrique centrale

## V. Description d'une méthode d'enquête simplifiée

par J. DOMENECH (1), Ph. LUCET (1) et M. COUDERT (2)

- (1) I.E.M.V.T. 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex (France). Adresse actuelle : Centre de Recherches Vétérinaires et Zootecniques de Port-Laguerre, B.P. 25 Païta, Nouvelle-Calédonie.  
 (2) Laboratoire National de Pathologie Bovine, 5, avenue Jules-Carteret, B.P. 33, 69342 Lyon Cedex 2 (France).

### RÉSUMÉ

Les auteurs mettent en évidence la corrélation étroite qui existe entre le taux d'avortements brucelliques annuel moyen (AV MOY) et le pourcentage des vaches présentant ou ayant présenté un hygroma du genou durant les cinq dernières années (H-GE).

Cet hygroma, signe objectif, facile à diagnostiquer, et caractéristique de la brucellose en Afrique centrale est lié à l'avortement, élément de base dans le calcul des pertes économiques, par la relation  $y$  (AV MOY) =  $0,15 + 0,66 \times (H-GE)$ . Il devient dès lors possible, pour un responsable de secteur vétérinaire démuné de moyens en temps et en laboratoire, de statuer sur l'incidence de cette maladie dans sa région, et donc sur l'utilité ou la nécessité d'entreprendre un programme de prophylaxie.

### INTRODUCTION

L'incidence économique de la brucellose bovine en Afrique Centrale a été définie dans une précédente publication (4-IV), à partir d'enquêtes menées au Tchad et au Cameroun, de 1977 à 1980 (4-III).

Cette incidence est variable selon les régions. En conséquence, les programmes de prophylaxie ne seront justifiés que dans certains cas, lorsque les pertes apparaîtront suffisamment élevées. Dans d'autres cas, en revanche, il s'avérera inutile d'intervenir (4-IV).

L'évaluation de l'importance économique de cette maladie repose sur le décompte des avortements, associés à une sérologie positive. Il est donc nécessaire de consacrer un temps assez long à ces questionnaires sur les carrières des femelles, et de disposer d'un minimum de matériel de prélèvements et de réactifs pour

analyser les sérums recueillis, toutes choses parfois difficiles à trouver dans les conditions et les structures de l'élevage africain actuel.

L'objet du présent exposé est de montrer qu'il est possible de statuer sur la brucellose, de façon approximative mais fiable, en utilisant pour seul critère la présence de l'hygroma du genou, symptôme caractéristique et simple à diagnostiquer (1, 2, 3, 4, 5).

### 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 1.1. Données d'origine

Les résultats des enquêtes effectuées au Tchad et au Cameroun sont utilisés dans cette étude (4-III). Chaque numéro d'ordre de la colonne 1 (tabl. I) représente une région différente. Pour chacune des 24 observations, sont analysées 7 variables, numérotés de 1 à 7.

TABLE. N°1-La brucellose bovine en Afrique centrale:données d'origine.  
Légendes. cf. texte.

X	1	2	3	4	5	6	7
N°	E A T	A V MAX	A V MOY	A V TOT	H A R	H G E	T S Y M
1	34,6	7,4	4,1	11,1	13	3,1	17,3
2	27,8	2,9	2,3	6,2	8	4	10,2
3	34	7,6	6,0	7	7	5,3	11,5
4	29,2	3,2	2,2	4,4	9	4,7	12,9
5	37,0	5,2	3,4	7,8	11,7	3,9	15,5
6	34,0	5,8	4,7	8,5	14,9	8,2	22,0
7	40,0	4,5	3,0	4,6	7,7	3,8	14,1
8	45	17,6	11,8	15,7	21,3	17,6	30,5
9	85	0,7	0,4	1,0	1,2	0,5	2,2
10	32,3	2,0	1,6	4,9	7,7	3,3	10,1
11	28,2	1,9	1,7	4,8	4,6	2,3	8,0
12	23,7	3,1	2,3	5,3	7,0	2,8	9,0
13	15,4	0,24	0,17	1,8	2,1	0,7	3,4
14	33,3	6,6	4,6	8,1	10,2	4,2	18,4
15	36,9	2,9	1,8	4,5	8,9	3,5	13,5
16	27,8	3,9	2,4	5,7	8	4	10,5
17	39,5	3,3	2,6	4,4	8,6	3,4	12,0
18	34,7	3,3	2,8	5,3	8,7	3,6	12,6
19	33	7,6	3,6	7,2	9,2	4,2	13,0
20	35	5,8	4,0	8,0	13	6	17,7
21	33	4,5	2,6	4,4	8,2	4,4	14,6
22	44	2,3	1,3	4,3	8,4	4,1	14,8
23	44	3,9	1,7	5,1	8,4	3,6	15,0
24	37	2,1	1,4	3,6	6,0	3,0	12,0

1 = pourcentage de sérologie positive, parmi les femelles reproductrices : EAT (= Rose Bengal Plate Test).

2 = taux d'avortement maximal annuel recensé durant les 5 dernières années : AV MAX.

3 = taux d'avortement moyen calculé sur 5 ans : AV MOY.

4 = pourcentage total de vaches avorteuses depuis 5 ans : AV TOT.

5 = pourcentage de vaches présentant ou ayant présenté des hygromas ou arthrites durant les 5 dernières années : H-AR.

6 = pourcentage de vaches présentant ou ayant présenté des hygromas du genou durant les 5 dernières années : H-GE.

7 = pourcentage de vaches présentant ou ayant présenté un symptôme de brucellose durant les 5 dernières années : hygroma, arthrite ou avortement : T-SYM.

Pour les variables 2 à 7, n'ont été retenus, dans les calculs des pourcentages, que les animaux souffrant de symptômes associés à une sérologie positive.

Les variables 2 et 3 sont des taux d'avortements calculés par rapport au nombre de gestations.

## 1.2. Etude statistique

La méthode statistique utilisée est celle de la régression multiple (6, 7) qui permet de calculer les relations pouvant exister entre une variable « à expliquer » et plusieurs variables « explicatives »  $x_1$  à  $x_n$ , et de chiffrer le pouvoir explicatif de chacune de ces variables  $x$ .

### 1.2.1. Calcul à partir des données d'origine (tabl. I)

Le but de l'analyse est d'expliquer les variations du taux d'avortement annuel moyen (AV MOY) par celles d'une ou de plusieurs des 6 autres variables et de trouver une relation répondant à la formule générale  $y = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n x_n$

$$y = \text{AV MOY}$$

$x_1$  = pourcentage de sérologies positives

$x_2$  = pourcentage d'avortements

$x_3$  = pourcentage total de vaches avorteuses

$x_4$  = pourcentage de vaches ayant présenté des hygromas du genou et des arthrites

$x_5$  = pourcentage de vaches ayant présenté des hygromas du genou

$x_6$  = pourcentage de vaches ayant présenté des symptômes de brucellose.

Il est inutile d'entrer dans le détail de ces calculs. En effet l'examen du tableau des coefficients de corrélations partielles (tabl. II) qui existent entre les 7 variables d'origine révèle une corrélation très forte entre le taux moyen d'avortements, qui est la variable à expliquer et, d'une part le taux d'avortements maximal  $r(2,3)$ , d'autre part le pourcentage total de vaches avorteuses  $r(3,4)$ . Ces coefficients sont égaux tous les deux à 0,92 et il est vraisemblable que le pourcentage de la variation totale expliquée par ces deux variables sera très important et va masquer l'influence des autres. Ce résultat est parfaitement logique mais, dans ces conditions, la méthode de la régression multiple est impuissante.

TABL. N°II-Matrice de corrélation pour les variables  $x_1$  à  $x_7$

$r(1,2)$	0,4892
$r(1,3)$	0,5006
$r(2,3)$	0,9221
$r(1,4)$	0,6408
$r(2,4)$	0,8450
$r(3,4)$	0,9167
$r(1,5)$	0,5127
$r(2,5)$	0,8882
$r(3,5)$	0,8187
$r(4,5)$	0,8662
$r(1,6)$	0,7366
$r(2,6)$	0,8359
$r(3,6)$	0,8603
$r(4,6)$	0,9583
$r(5,6)$	0,8627
$r(1,7)$	0,4596
$r(2,7)$	0,9735
$r(3,7)$	0,9083
$r(4,7)$	0,8366
$r(5,7)$	0,9136
$r(6,7)$	0,8244

Le tableau des corrélations montre également deux corrélations très fortes :  $r(4,6) = 0,96$  et  $r(2,7) = 0,97$ . Cela signifie que :

— le pourcentage total d'avortements augmente dans le même sens que le pourcentage d'animaux qui ont présenté des hygromas du genou ;

— le taux maximal de vaches avorteuses augmente lorsque le pourcentage d'animaux qui ont présenté des symptômes de brucellose augmente, ce qui était attendu ;

— enfin, les coefficients  $r(3,5)$ ,  $r(3,6)$  et  $r(3,7)$  prouvent que le pourcentage annuel moyen d'avortements varie dans le même sens que les symptômes.

Ces résultats nous conduisent à reprendre les calculs de régression multiple en supprimant pour chacune des 24 régions les variables 2 (AV MAX) et 4 (AV TOT) ce qui donne (tabl. III) :

Variable à expliquer

$y$  = pourcentage moyen annuel d'avortements

Variables explicatives

$x_1$  = pourcentage de sérologies positives

$x_2$  = pourcentage de vaches ayant présenté des hygromas et des arthrites

$x_3$  = pourcentage de vaches ayant présenté des hygromas seuls

$x_4$  = pourcentage de vaches ayant présenté des symptômes de brucellose.

### 1.2.2. Calcul à partir des données du tableau III

Le tableau d'analyse de variance (tabl. IV) met en évidence le fait que seules les variations dues à la variable H-GE sont significatives (Test  $F = 104,51$ ). On peut en tirer les pourcentages de la variation totale expliqués par chacune des variables explicatives :

Hygroma du genou .....	83,5 p. 100
Hygroma et arthrites .....	0,8 p. 100
P. 100 de sérologies positives ....	0,3 p. 100
Symptômes de brucellose .....	0,1 p. 100
Erreur .....	15,3 p. 100

On voit que la variation de H-GE explique à elle seule près de 84 p. 100 de la variation totale, alors que les trois autres prises globalement n'en expliquent que 1,2 p. 100. On peut donc conserver uniquement cette variable H-GE et calculer une régression linéaire simple qui a pour paramètres :

Ordonné à l'origine ..... 0,15

TABL. N°III-Variables x1 à x5, après suppression de x2 et x4.

Tabl. 1	x1 E A T	x2 A V MAX	x3 A V MOY	x4 A V TOT	x5 H A R	x6 H G E	x7 T S Y M
Tabl.1 modifié	x1		x2		x3	x4	x5

TABL. N°IV-Tableau d'analyse de variance

Source de variation	Somme des carrés	DL	Variance	F
Variation totale	123,95	23	5,39	
Due à HGE	103,47	1	103,47	104,51
Due à HAR	1,01	1	1,01	NS
Due à EAT	0,42	1	0,42	NS
Due à TSYM	0,15	1	0,15	NS
Variation résiduelle (erreur)	18,90	19	0,99	

Coefficient de régression ..... 0,66

Coefficient de corrélation .....

$r = 0,91$  hautement significatif.

La formule de cette droite est  
 $y = 0,15 + 0,66 x$ .

## 2. DISCUSSION

— La relation  $y = 0,15 + 0,66 x$ , qui lie le pourcentage moyen annuel d'avortements (y) au pourcentage de vaches ayant présenté des hygromas du genou (x), permet de prédire le taux d'avortements à partir d'un pourcentage observé d'hygromas du genou, et ceci avec une bonne confiance, plus ou moins 1 p. 100 (erreur standard = 0,96).

— Si on calcule la régression AV MOY en fonction du pourcentage de sérums positifs (EAT), on constate que cette régression est nettement moins bonne que la précédente puisque le coefficient de corrélation (r) de la droite  $y$  (AV MOY) =  $0,13 x_1$  (EAT) - 1,15 est égal à 0,46 à la limite de la significativité. Le pourcentage de variation y (AV MOY) expliqué par cette régression n'est que de 17,5 p. 100.

Ceci montre que le taux de positivité (EAT) est un assez mauvais critère pour juger de l'importance économique de la brucellose en

Afrique Centrale, car il suit mal l'évolution des taux d'avortements, cause majeure des pertes dues à cette maladie.

Cette constatation ne nous surprend pas : les avortements sont plus fréquents dans un troupeau récemment infecté que dans un foyer ancien.

Pendant la phase chronique de l'affection, le taux de positivité des sérums peut atteindre 40 à 50 p. 100 des femelles reproductrices, alors que la flambée d'avortements a déjà diminué.

## 3. CONCLUSION

L'étude statistique de toutes les observations rassemblées pendant trois années d'enquêtes sur la brucellose bovine en Afrique Centrale montre que les données sont cohérentes : les réponses fournies par les éleveurs de cette région d'Afrique sont fiables, même si on remonte aux cinq années passées.

Le point essentiel de ce travail était, pour nous, de souligner que l'évaluation des pertes économiques dues à la brucellose pouvait s'appuyer sur un critère simple, objectif, à la portée de tous les secteurs vétérinaires : l'hygroma du genou.

La forte corrélation calculée entre le taux d'avortements annuel moyen, symptôme entraînant l'essentiel des pertes économiques, et le pourcentage de vaches reproductrices présentant ou ayant présenté un ou des hygromas du genou durant les cinq dernières années, permet de tracer la droite  $y$  (AV MOY) =  $0,15 + 0,66 x$  (H-GE).

Lorsqu'il n'est pas possible de réaliser une enquête détaillée, associant l'analyse sérologique aux questionnaires sur les carrières des femelles, l'utilisation de la droite de régression pourra aider le responsable concerné : le seul décompte des hygromas du genou, symptôme caractéristique de la brucellose en Afrique, donnera une indication précieuse sur l'importance de la maladie et, en conséquence, sur la nécessité d'entreprendre un programme de prophylaxie.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr Y. CHENEAU, Directeur du Laboratoire de Farcha, pour

l'aide et les encouragements donnés tout au long de notre travail. Nous remercions également les autorités vétérinaires du Tchad, du Cameroun et de la CBLT, sans lesquels ce travail eut été impossible.

## SUMMARY

### Cattle brucellosis in central Africa V. Description of a simplified survey technic

The authors show that the mean annual rate of brucellosis-induced abortions (MAR BIA) has been closely related to the rate of cows affected by knee hygromas (KN H) for the last five years.

The connection between hygroma, a typical sign of brucellosis in central Africa, and abortion, a fundamental parameter in the evaluation of economic losses can be computed as follows:  $y$  (MAR BIA) =  $0,15 + 0,66 x$  (KN H). This equation enables officials in charge of a veterinary sector to assess the incidence of the disease and to decide upon the usefulness or the necessity of a prophylaxis campaign.

## RESUMEN

### La brucelosis bovina en África central V. Descripción de un método de encuesta simplificada

Los autores evidencian la correlación estrecha que existe entre la proporción anual media de abortos por brucelosis (P.A.) y el porcentaje de las vacas teniendo o habiendo tenido un higroma de la rodilla durante los cinco últimos años (H.R.).

Dicho higroma, signo objetivo, fácil de diagnosticar, y característico de la brucelosis en Africa central, está ligado con el aborto, elemento de base para el cálculo de las pérdidas económicas, por la relación  $y$  (PA) =  $0,15 + 0,66 x$  (H.R.).

Desde ese momento esto permite al encargado del sector veterinario, que no tiene tiempo y está desprovisto de laboratorio, determinar la incidencia de dicha enfermedad en la región y luego la utilidad o la necesidad de emprender un programa de profilaxis.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BEAL (H.). Multivariate analysis for biologists. Methuen and Co. 11 ew Fetter Lane. London EC 4.
2. CAMARA (A.). Le bakkale est-il la brucellose ? *Bull. Servs zoot. Epizoot. Afr. occ. fr.*, 1948, 1 : 24-28.
3. CHALUMEAU (P.). Bakkale et brucellose au Sénégal et en Haute-Volta. *Bull. Servs. Elev. Ind. anim. A.O.F.*, 1950, 3 (1) : 7-12.
4. CHANTAL (J.), FERNEY (J.). La brucellose bovine en Afrique tropicale : quelques aspects cliniques et épidémiologiques. *Rev. Méd. vét.*, 1976, 127 (1) : 19-42.
5. DOMENECH (J.), LUCET (Ph.) et Collab. La brucellose bovine en Afrique centrale :  
I. Méthodes d'enquête utilisables en milieu tropical ;  
II. Etude clinique et épidémiologique : particularités régionales et problèmes de l'élevage semi-intensif, *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 33 (3) : 271-276 ; 277-284 ;
- III. Résultats statistiques des enquêtes menées au Tchad et au Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (1) : 15-22.
- IV. Evaluation de son incidence économique et calcul du coût — bénéfice des opérations d'assainissement. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2).
6. SNEDECOR (G. W.), COCHRAN (W. G.). Statistical methods. 6th ed. Ames, Iowa USA, The Iowa State University press.
7. THIENPONT (D.), VANDERVELDEN (M.), FAGARDS (P), MORTELMANS (J.). L'hygroma brucellicque aspect caractéristique de la brucellose bovine au Rwanda Burundi. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (1) : 15-22.

# La glucose-6-phosphate déshydrogénase érythrocytaire chez des races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes de l'ouest africain

par R. QUEVAL

Centre de Recherches sur les Trypanosomoses animales B.P. 454, Bobo-Dioulasso (Rég. de Haute-Volta).

## RÉSUMÉ

L'auteur a étudié la répartition de l'activité de la glucose-6-phosphate déshydrogénase érythrocytaire (G-6-PD) chez des zébus soudaniens et sahéliens et chez des taurins de races N'Dama et Baoulé, de l'Afrique de l'ouest. Chez les zébus trypanosensibles, le déficit en G-6-PD est compris entre 24,3 et 40,4 p. 100 alors que chez les taurins, trypanotolérants, ce déficit est bien moins prononcé puisqu'il se situe entre 7,7 et 15,1 seulement. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les sexes d'une même race, pas plus qu'entre les sexes toutes races confondues. Se fondant sur le fait que les taurins Kouri du Tchad, trypanosensibles, montrent un déficit moyen en G-6-PD du même ordre que les zébus locaux : 36 p. 100 environ, l'auteur pense que le déficit en G-6-PD pourrait figurer dans une gamme de marqueurs génétiques pour définir la sensibilité relative des races bovines aux trypanosomoses africaines.

## INTRODUCTION

Les marqueurs génétiques les plus étudiés chez les bovins sont les enzymes plasmatiques, érythrocytaires et leucocytaires, ainsi que divers types d'hémoglobines, d'haptoglobines, de transferrines et différents antigènes érythrocytaires et lymphocytaires. Certains marqueurs génétiques héréditaires présentent un haut polymorphisme qui permet de mieux définir la spécificité biochimique d'un individu, d'une race ou d'une espèce.

La glucose-6-phosphate déshydrogénase (G-6-PD ou encore selon la nomenclature de l'I.U.B. : E.C.1.1.1.49) est l'un des 33 systèmes génétiques utilisés chez le bovin (3) ; son déficit peut présenter un intérêt comme marqueur différenciant les races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes.

FROMENTIN et DODIN (15) ont montré que les milieux de culture dépourvus de G-6-PD ne permettent pas la multiplication *in vitro*

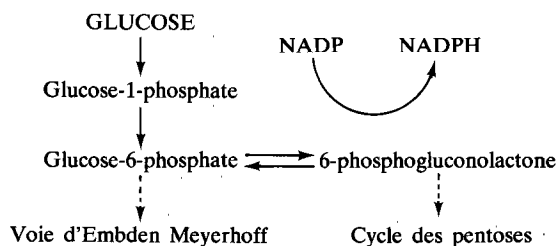
des trypanosomes. La présence ou l'absence de cette enzyme peut avoir une incidence importante dans l'évolution de la maladie (6).

L'activité enzymatique de la G-6-PD est schématisée dans la figure 1. La molécule enzymatique active se présente sous la forme de dimères liés à deux molécules de phosphonicotinamide-adémine-dinucléotide (NADP) (17). Cette enzyme complexe, instable et thermolabile, a des localisations variées : érythrocytaire, leucocytaire, thrombocytaire, salivaire, musculaire ainsi que dans divers organes (foie, reins, moelle osseuse) (27).

Le gène de la G-6-PD se situe sur le chromosome X. Chez l'homme, deux allèles existent : le type A (G-6-PD<sup>A</sup>) rencontré presque exclusivement dans les populations de races noires et métissées de noir et le type B (G-6-PD<sup>B</sup>) dans tous les autres groupes humains (4, 18, 33). Des mutations sont apparues pour chacun des deux gènes A et B donnant naissance à une molécule sans activité



Fig. 1. — Activité enzymatique de la Glucose-6-phosphate déshydrogénase (G-6-PD)



enzymatique. Ce déficit est récessif et exprimé chez les mâles hémizygotés et les femelles homozygotes.

Chez les animaux (10) la G-6-PD érythrocytaire a été mise en évidence chez les équidés, le chien, le porc et le lapin (1) mais elle est totalement absente chez les petits ruminants (16).

Des variants génétiques ont été décelés chez le cheval et l'âne (19), le porc (38), le chien (23), le lièvre (26), les petits rongeurs (7, 31) et enfin la drosophile (39).

Chez les bovins, les travaux antérieurs relatifs à la G-6-PD érythrocytaire sont résumés dans le tableau I.

En Afrique orientale, BURDIN et BOARER (6) rapportent que les zébus originaires de régions dans lesquelles sévit l'East Coast Fever ont une faible teneur en G-6-PD.

PETIT et QUEVAL (29) ont montré que, chez les zébus arabes et chez les taurins Kouri du Tchad, races très sensibles aux trypanosomoses, le déficit en G-6-PD érythrocytaire est de 36 et 35,1 p. 100. L'objet de cette étude est de préciser l'incidence du déficit en G-6-PD érythrocytaire chez certaines races de zébus et de taurins de l'ouest africain sur leur réceptivité relative aux trypanosomoses africaines.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Les animaux

Pour cette étude ont été utilisés : 83 N'Dama, 156 Baoulé et 71 zébus représentant une population métissée de zébus soudanais, et zébus sahéliens de race Azawack en particulier, d'origines très diverses (Côte-d'Ivoire, Togo, Haute-Volta).

Les races taurines sont représentées par des N'Dama (*Bos taurus primigenius*) (8, 28, 37) et

TABL. N°I-Tableau récapitulatif des travaux relatifs au déficit de la G.6.PD chez les bovins

Races	Nombre d'animaux			p.100 de déficience en G.6.PD	Références
	Total	à G.6.PD normale	déficients en G.6.PD		
Zébus africains à courtes cornes : - Zébu arabe	108	70	38	35,2	PETIT et QUEVAL (1972)
Zébus indiens : - Kankrej	230	115	115	50,0	NAIK et BAXI (1968)
- Malvi	200	141	59	29,5	" " "
- Rath	126	86	40	31,75	" " "
- Dangi	220	131	89	40,75	" " "
- Gir	200	138	62	31,0	" " "
- Khillari	210	135	75	35,7	" " "
- Brahman	10	8	2	20,0	NAIK et ANDERSON (1971)
Taurins africains : - Kouri	61	39	22	36,0	PETIT et QUEVAL (1972)
Taurins européens : - Hereford	173	74	99	57,2	NAIK et ANDERSON (1971)
- Jersey	11	54	37	40,7	NAIK, BAXI et BHATIA (1963)

(1) Steensgaard (1968), Steensgaard et Möller (35) n'ont trouvé aucun déficit en G.6.PD chez trois races bovines scandinaves non plus que Salvidio et al, (32) chez les races bovines italiennes.

des Baoulé (*Bos taurus brachyceros*) (36) et les zébus locaux par une population métissée de zébus soudaniens et de zébus sahéliens, Azawak en particulier (11, 20).

## 2. Echantillons sanguins

Le sang veineux a été récolté aseptiquement en vacutainers (\*\*\*\*) sur l'éthylène-diamine-tétracétique bisodique (EDTA-Na). Les prélèvements conservés à + 4 °C gardent leur activité enzymatique pendant plusieurs jours ; en général, les échantillons sont étudiés dans les quatre jours suivant le prélèvement.

## 3. Détermination de l'activité de la glucose-6-phosphate déshydrogénase

L'activité de la G-6-PD érythrocytaire a été recherchée par la méthode de MOTULSKY et CAMPBELL-KRAUT (21) modifiée par ELIS et KIRKMAN (17) et BERGER (2).

Le principe de la réaction est le suivant : la glucose-6-phosphate réagit avec le NADP en présence de la G-6-PD pour former du 6-phosphogluconate et du NADPH. Le NADPH réagit, à son tour, en présence de phénazine méthosulfate avec le dichlorophénol-indophénol, intensément bleu, pour produire du NADP et du dichlorophénol indophénol réduit, incolore.

Les tubes réactifs, portés au bain-marie à

37 °C et maintenus à l'obscurité, sont observés toutes les 5 ou 10 minutes.

On considère qu'un sang a une teneur normale en G-6-PD lorsque la décoloration totale de l'échantillon s'effectue entre 50 et 100 min. Lorsqu'il reste coloré après 2 h, il est considéré comme déficitaire en cette enzyme.

### — Analyse statistique

Les résultats ont été analysés par le test  $\chi^2$ , le seuil de signification retenu étant de 1 p. 100.

## RÉSULTATS

Les résultats globaux, selon le genre, la race et le sexe sont présentés dans le tableau II. Il n'existe aucune différence significative entre mâles et femelles de chaque race étudiée séparément (Zébu :  $p > 0,2$  ; N'Dama :  $p > 0,7$  et Baoulé :  $p > 0,5$ ) (tableau II) ou lorsque les résultats sont regroupés, toutes races confondues ( $p > 0,2$ ) (tableau III).

Par contre, la comparaison des différentes races montre des différences significatives dans la fréquence du déficit érythrocytaire de la G-6-PD ( $p < 0,01$ ) (tableau IV).

L'analyse des races deux à deux (tableau V) montre une différence significative entre zébus et N'Dama ( $p < 0,01$ ) ainsi qu'entre zébus et l'ensemble des taurins ( $p < 0,01$ ).

Ces résultats sont à comparer avec ceux du tableau VI, d'où il ressort que chez les races bovines (zébus et taurin) non trypanotolérantes la fréquence moyenne du déficit en G-6-PD

(\*\*\*\*) VENOJECT, N. V. TERUMO EUROPE S.A., HAASRODE (Belgique).

TABL. N°II-Détermination de la G.6.PD dans trois races bovines de l'ouest africain

Genres	R a c e s	Sexes	Nombre d'animaux			p. 100 d'animaux présentant une déficience en G.6. PD
			Total	à G.6.PD normale	déficients en G.6.PD	
<i>Bos indicus</i>	Zébu local (Type soudanien)	♂	32	24	8	25,0
		♀	39	34	5	12,8
		♂ + ♀	71	58	13	18,3
<i>Bos taurus</i>	N'Dama	♂	22	21	1	4,5
		♀	61	59	2	3,3
		♀ + ♂	83	80	3	3,6
	Baoulé	♂	93	83	10	10,7
		♀	52	48	4	7,7
	♂ + ♀	145	131	14	9,6	

TABL. N°III-Fréquence du déficit en G.6. PD en fonction du sexe

Sexes	Nombre d'animaux			p.100 de déficience en G.6.PD	$\chi^2$
	Total	à G.6.PD normale	déficients en G.6.PD		
Mâles	147	128	19	12,92	
Femelles	152	141	11	7,23	
Totaux	299	269	30	10,0	2,678*

\* non significatif.

TABL. N°IV-Fréquence du déficit en G.6.PD en fonction des races

	Zébus locaux	N'Dama	Baoulé	Totaux	$\chi^2$	Seuil de signification
G.6.PD normale	58	80	131	269		
G.6.PD déficiente	13	3	14	30		
Totaux	71	83	145	299	9,2	p < 0,01
Pourcentages	18,3	3,6	9,65			

TABL. N°V-Tests de comparaison entre races bovines

Races comparées	$\chi^2$	Seuil de signification
Zébu et Baoulé	3,26 NS*	p > 0,05
Zébu et N'Dama	8,87 S***	p < 0,01
N'Dama et Baoulé	2,79 NS*	p > 0,05
Zébus et Taurins	7,0 S***	p < 0,01

\* non significatif ;\*\*\* significatif.

Les fréquences du déficit érythrocytaire en G-6-PD comparées globalement entre les races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes sont hautement significatives (p < 0,001) (tableau VII).

Il faut noter également la différence hautement significative (p > 0,001) qui existe entre les taurins européens (51,5 p. 100) et africains trypanotolérants (13,5 p. 100) (tableau VII) vis-à-vis de ce déficit enzymatique.

est de 33,8 p. 100 et qu'il n'existe aucune différence significative entre les trois races étudiées.

Il en est de même chez les races bovines trypanotolérantes où les mâles ont une enzymopathie moyenne de 9,5 p. 100, sans qu'il existe de différence significative entre les deux races (N'Dama et Baoulé) étudiées.

## CONCLUSION

Ce déficit en G-6-PD érythrocytaire a été étudié chez les zébus et taurins de l'Afrique centrale (Tchad) et chez les zébus indiens (tableau I).

A notre connaissance, les données rappor-

TABL. N°VI- Test de comparaison entre races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes

Sensibilité aux trypanosomoses africaines	Nombre d'animaux			p.100 de déficience en G.6.PD	$\chi^2$	Seuil de signification
	Total	G.6.PD normale	déficients en G.6.PD			
Trypanosensibles	201	133	68	33,8		
Trypanotolérants	115	104	11	9,5		
Totaux	316	237	79	25,0	22,9**	p < 0,001

\*\*Significatif.

TABL. N°VII-Test de comparaison entre taurins africains et européens

R a c e s	Nombre d'animaux			p.100 de déficiência en G.6.PD	$\chi^2$	Seuil de signification
	Total	G.6.PD normale	déficients en G. 6 PD			
Taurins africains (N'Dama, Baoulé, Kouri)	289	250	39	13,5		
Taurins européens (Hereford, Jersey)	264	128	136	51,5		
Totaux	553	378	175	31,6	11,61 **	p < 0,001

\*\* Significatif.

tées dans cette étude sont les premières concernant les races de zébus et de taurins de l'Afrique de l'ouest.

L'un de nos objectifs est d'étudier les bases génétiques des différences de réceptivité des bovins africains aux trypanosomoses.

En ce qui concerne la G-6-PD, il semble que son déficit peut constituer un des marqueurs à retenir pour sélectionner les lignées résistantes aux trypanosomoses africaines.

Nos résultats paraissent contradictoires, d'une part avec ceux de NAIK *et al.* (25) qui rapportent une possible corrélation positive entre le déficit en G-6-PD et la résistance aux trypanosomes et d'autre part, avec ceux de FROMENTIN et DODIN (15) qui observent que le sang humain déficitaire en G-6-PD ne

peut assumer le développement des trypanosomoses *in vitro*.

Dans ces conditions il est nécessaire d'appliquer ces recherches.

a) à un plus grand nombre de bovins dans différentes aires géographiques ;

b) à d'autres races bovines trypanotolérantes telles les races Lagunaire, Somba et Borgou du golfe du Bénin ;

c) à l'étude d'une corrélation possible entre la G-6-PD et le degré de réceptivité individuelle des animaux plutôt dans une population donnée, de façon à bien préciser les relations qui peuvent exister entre la répartition de l'activité de la G-6-PD chez des animaux, et des races bovines et leur réceptivité aux trypanosomoses africaines.

#### SUMMARY

##### Erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase in trypanosensitive and trypanotolerant cattle breeds of west Africa

The deficit in erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase was studied in the Zebu, reportedly trypanosensitive, as well as Ndama and Baoulé, reportedly trypanotolerant, breeds of cattle in West Africa. The number of animals showing this deficit was higher in Zebus (24.3-40.4 p. 100) than in Ndamas and Baoulés (2.2-15.1 p. 100). No sex difference was found. Another reportedly trypanosensitive breed, the Lake Chad Kouri has the same frequency of G-6-PD deficiency than the Zebu (36 p. 100).

#### RESUMEN

##### La glucosa-6-fosfato deshidrogenasa en razas bovinas triptanosensibles y tripanotolerantes del oeste Africano

El autor estudió la repartición de la actividad de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa eritrocitaria (G-6-PD) en cebues sudanesos y sahelianos y en bovinos de razas N'Dama y Baule, de Africa del Oeste. En los cebues tripanosensibles, es entre 24,3 y 40,4 p. 100 el déficit de G-6-PD mientras que en los bovinos tripanotolerantes dicho déficit es menos importante ya que se situa sólo entre 7,7 y 15,1.

No se evidenció ninguna diferencia significativa entre los sexos de una

misma raza como tampoco entre los sexos, todas razas confundidas. A partir del hecho que los taurinos Kouri del Chad, tripanosensibles, tienen un déficit medio de G-6-PD igual que el de los cebues locales : unos 36 p. 100, el autor piensa que el déficit de G-6-PD podría constar en una gama de marcadores genéticos para determinar la sensibilidad relativa de las razas bovinas a los tripanosomas africanos.

## BIBLIOGRAPHIE

3. BOUQUET (Y.). Les groupes sanguins des animaux domestiques. *Revue Transfusion*, 1969, **12** : 165-194.
5. BURDIN (M. I.), BOARER (S. D. H.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase levels and haemoglobin types of cattle in East Africa in relation to resistance to East Coast Fever. *Vet. Rec.*, 1972, **90** : 299-302.
6. CARSON (P. E.), FISCHER (H.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and related disorders of the glucose phosphate pathway. *Am. J. Med.*, 1966, **41** : 744-748.
7. CHEUN (I. H.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in erythrocytes of experimental animals. *J. clinic. Path.*, 1966, **19** : 614-617.
10. DI DOMIZIO (G.), MUSCARELLA (A.), MINOCCHERI (F.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase in the erythrocytes of some domestic animals. *Archo vet. ital.*, 1964, **15** : 21-31.
13. ELLS (H. A.), KIRKMAN (H. N.). A colorimetric method for assay of erythrocytic glucose-6-phosphate dehydrogenase. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1961, **106** : 607-610.
15. FROMENTIN (H.), DODIN (A.). Culture de *Trypanosoma gambiense* en milieu semi-synthétique. Rôle de la glucose-6-phosphate déshydrogénase. *C. r. Acad. Sci.*, 1964, **259** : 1599-1601.
17. KIRKMAN (H. N.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase from human erythrocytes. 1. Further purification and characterization. *J. Biol. Chem.*, 1962, **237** : 2364-2370.
19. MATHAI (C. K.), OHNO (S.), BEUTIER (E.). Sex linkage of the glucose-6-phosphate dehydrogenase gene in equidae. *Nature, London*, 1966, **210** : 115-116.
21. MOTULSKY (A. G.), CAMPBELL-RAUT (J.). Population genetics of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency of the red cell. In : Blumberg (B. S.), ed., *Proceeding of the Conference on Genetic Polymorphisms and geographic variations in disease*. New York, Grune and Stratton, 1961, pp. 159-180.
22. NAIK (S. N.), ANDERSON (D. E.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase and haemoglobin types in cattle. *J. anim. Sci.*, 1971, **32** : 132-136.
25. NAIK (S. N.), BAXI (A. J.), BHATIA (H. M.). Blood groups, haemoglobin variants and glucose-6-phosphate dehydrogenase study in the imported « Jersey » cattle. *Ind. vet. J.*, 1963, **40** : 680-684.
26. OHNO (S.), POOLE (J.). Sex linkage of erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase in two species of wild hares. *Science*, 1965, **150** : 1737-1738.
29. PAGOT (J.). Les races trypanotolérantes. In : Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. Paris, 12-15 mars 1974, pp. 235-248.
30. PETIT (J. P.), QUEVAL (R.). Le polymorphisme biochimique chez les bovins : étude de la glucose-6-phosphate déshydrogénase. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** : 375-382.
31. RUDDLE (F. H.), SHOWS (T.), RODERICK (T. H.). Autosomal control of an electrophoretic variant of glucose-6-phosphate dehydrogenase in the mouse (*Mus musculus*). *Genetics*, 1968, **58** : 599-606.
32. SALVIDIO (E.), PANNACCIULLI (I.), TIZIANELLO (A.). Glucose-6-phosphate and 6-phosphogluconic dehydrogenase activities in the red blood cells of several animal species. *Nature, London*, 1963, **200** : 37.
33. SHOWS (T. B.), TASRIAN (R. E.), BREWER (G. J.). Erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase in Caucasians : new inherited variant. *Science*, 1964, **145** : 1056-1057.
34. STEENSGAARD (J.). On the normal activities of glucose-6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase in bovine erythrocytes. *Acta vet. Scand.*, 1968, **9** : 223-241.
37. TOUCHBERRY (R. W.). A study of the N'Dama cattle at the Musaia Animal Husbandry Station in Sierra Leone. Urbana, University of Illinois Agricultural Research Station. Bulletin n° 724.
38. VERHOST (D.). Polymorphism in glucose-6-phosphate dehydrogenase in the German Large-White. *Anim. Bld Grps. bioch. Genet.*, 1973, **4** : 65-68.

# Polymorphisme biochimique de l'hémoglobine de populations bovines trypanosensibles, trypanotolérantes et de leur croisement dans l'Ouest africain

par R. QUEVAL (1) et J.-P. PETIT (2)

(1) Centre de Recherches sur les Trypanosomoses Animales, B.P. 454, Bobo-Dioulasso (Rép. de Haute-Volta).

(2) Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Service de Biochimie, 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort, Cedex.

## RÉSUMÉ

Le polymorphisme biochimique de l'hémoglobine a été étudié par électrophorèse sur acétate de cellulose et par électrofocalisation en gel de polyacrylamide sur 594 prélèvements provenant de taurins (N'Dama et Baoulé), de zébus et d'un croisement : N'Dama  $\sigma$   $\times$  Simmental (DASI).

Les fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des hémoglobines des différentes races bovines de l'Ouest africain déjà déterminées, sont analysées et comparées à d'autres populations bovines africaines trypanosensibles et trypanotolérantes.

Les différences les plus significatives entre les populations bovines de haute et faible sensibilité aux trypanosomoses africaines portent sur :

- une très large représentation de l'Hb<sup>A</sup> dans les races bovines trypanotolérantes ;
- une fréquence plus grande du type hétérozygote AB chez les races bovines trypanosensibles ;
- et une très faible fréquence génique de l'allèle Hb<sup>B</sup> dans les populations bovines trypanotolérantes, ce qui confirme les études menées depuis plus de dix ans à l'I.E.M.V.T.

## 1. INTRODUCTION

Parmi les marqueurs génétiques sanguins du polymorphisme biochimique des bovins, l'hémoglobine (Hb) représente l'un des systèmes dont la découverte est la plus ancienne. Son principal intérêt réside dans la simplicité des déterminations qui permet une analyse de la génétique des populations et de la phylogénie des races bovines (OSTERHOFF, PETIT).

L'hémoglobine est constituée de quatre sous-unités protéiques semblables deux à

deux. Parmi elles figurent toujours deux molécules de globine alpha et pour la forme la plus abondante d'hémoglobine chez les bovins adultes deux molécules de globine bêta. A chaque sous-unité est fixé un groupement prosthétique : l'hème, comprenant la protoporphyrine et un atome de fer.

Chez les bovins, les chaînes alpha, identiques, sont composées de 141 acides aminés et chaque chaîne bêta est composée de 145 acides aminés (34) (SCHROEDER *et al.*, 1967). Le polymorphisme de l'hémoglobine est dû à des différences de structure primaire entre les



deux chaînes polypeptidiques bêta : les acides aminés des positions 15, 18 et 19 sont Glyc. Lys., Lys. pour l'hémoglobine A et Sér. Hist. Asp. pour l'hémoglobine B.

Plusieurs variétés d'hémoglobines peuvent exister chez un même animal et au cours de sa vie, du stade fœtal à l'âge adulte (GRIMES *et al.*, 1958 ; VAN DER HELM *et al.*, 1978 ; NIKOLAJCZUK *et al.*, 1962). Chez les bovins, l'hémoglobine fœtale F disparaît progressivement au cours de la croissance pour laisser la place après 70 à 90 jours à l'hémoglobine adulte, dont les variants les plus répandus, A et B ont été révélés pour la première fois par électrophorèse sur papier par CABANNES et SERAIN en 1955 (7). Les divers types d'hémoglobines à l'état homozygote apparaissent sur le support d'électrophorèse sous la forme d'une zone simple. Leur présence est régie par une série d'allèles autosomiaux. On discerne, d'après la décroissance de mobilité électrophorétique en milieu alcalin, les types : B, C, F, A, D, X et les variants Y, Khillari, D-Zambia et G. L'allèle A est le variant le plus répandu suivi de B et de C tandis que les autres allèles doivent être considérés comme des exceptions. A eux seuls, les types A, B et AB représentent la presque totalité des phénotypes rencontrés. L'hémoglobine C a été trouvée chez les Brahman, le croisement Brahman  $\times$  Hereford et chez certaines populations de *Bos indicus*, des zébus originaires, soit de l'Inde, soit de l'Afrique (39, 12). L'hémoglobine D, variant beaucoup plus rare fut dépisté chez les zébus et chez d'autres populations bovines d'Afrique, en particulier, la race taurine Muturu du Nigeria (14, 9, 6). L'hémoglobine K fut observée dans le bétail Khillari des Indes (22). Le variant X spécifique aux zébus est associé à Hb<sup>A</sup> et Hb<sup>B</sup> dans le bétail de l'Union Indienne et des Etats-Unis. D'autres variants n'ont été décrits qu'une fois, tels que l'hémoglobine Y du bétail coréen (ABE *et al.*, 1968) et l'hémoglobine G des zébus de l'Est africain (3).

Les loci déterminant le type d'hémoglobine et le système A de groupes sanguins des bovins paraissent étroitement liés (LARSEN, 1966).

Les bovins qui peuplent l'Afrique Occidentale appartiennent à deux types principaux : les zébus (*Bos indicus*) et les taurins (*Bos taurus*). Les taurins se répartissent en deux grands groupes : le bétail hamitique à longues

cornes (*Bos taurus primigenius*) représenté essentiellement par la race N'Dama et le bétail à courtes cornes (*Bos taurus brachyceros*) représenté par les races Baoulé, Somba, Muturu et Lagunaire.

Le zébu, sensible aux trypanosomes, peuple les zones sèches alors que les taurins sont implantés dans les zones humides, pratiquement en zone guinéenne.

La description de ces races bovines africaines ne peut avoir la précision de celles des régions tempérées où la sélection a uniformisé les caractéristiques esthétiques et économiques. Cependant, l'ethnologie, l'écologie et l'étude de la répartition de ces races bovines trypanotolérantes et trypanosensibles ont été l'objet de nombreux écrits : DOUTRES-SOULLE (1947) ; (17, 16, 38, 40, 10, 25, 37, 13, 11).

PETIT (27, 29, 30) a abordé la nature des hémoglobines des bovins africains et malgaches, en général, et celle des races taurines trypanotolérantes en particulier.

Pour poursuivre dans la même voie et continuer à étendre les zones géographiques où ces bovins de l'Ouest africain sont étudiés, ce travail se propose de développer sur un modèle maintenant bien fixé (31), l'examen des types d'hémoglobines de 594 bovins bien définis.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Animaux utilisés

Ont donc été examinés au total 594 animaux : 97 N'Damas, 222 Baoulés, 172 zébus et 103 bovins issus du croisement N'Dama  $\delta$  et Simmental  $\text{f}$  et communément appelés « Dasi ».

Les échantillons sanguins ont été récoltés :

— à l'Institut des Savanes, Département Elevage, Centre de Recherches Zootechniques de Minankro, B.P. 152, Bouaké (République de Côte-d'Ivoire) (Baoulé, N'Dama) ;

— à la Société de Développement des Productions Animales (S.O.D.E.P.R.A.), Embouche Bovine, B.P. 159, Ferkessedougou (République de Côte-d'Ivoire) (Dasi) ;

— au Centre de Recherches et d'Elevage, Avetonou, Togo (C.R.E.A.T.), B.P. 27, Agou-Gare (République du Togo) (Baoulé, N'Dama) ;

— à la ferme expérimentale de Banankeladaga, C.R.T.A., B.P. 454, Bobo-Dioulasso (République de Haute-Volta) (Baoulé, Zébu);

— dans les élevages en milieu traditionnel, encadrés par l'Organisme Régional de Développement (O.R.D.) dans le Département des Hauts-Bassins, Sous-Préfecture de Banfora (République de Haute-Volta) (Baoulé, Zébu).

## 2.2. Prélèvements

Les prélèvements sanguins ont été effectués par ponction veineuse, soit à la veine jugulaire, soit à la veine caudale médiane et recueillis dans des tubes sous vide et sur anticoagulants, l'héparine ou l'éthylène diamine tétracétique bisodique (EDTA-Na). Pendant leur transport, les échantillons sont conservés dans une boîte isotherme contenant des accumulateurs de froid. Au laboratoire, les prélèvements sont conservés au réfrigérateur à + 4° jusqu'au moment de l'analyse 1 à 3 jours après le prélèvement.

## 2.3. Préparation de l'hémolysat

Après centrifugation et élimination du plasma et des leucocytes, les hématies sont lavées 4 fois en soluté physiologique normal (9,0 g/litre NaCl) et lysées avec 1,5 volume d'eau distillée et 0,5 volume de toluène. Le mélange est agité vigoureusement et centrifugé pour éliminer le matériel stromal et le toluène. A partir de l'hémolysat obtenu, on prépare une solution à 2 g d'hémoglobine pour 100 millilitres en diluant avec de l'eau distillée.

## 2.4. Séparation électrophorétique

La séparation des hémoglobines A et B utilise leur différence de charge électrique. Deux méthodes ont été employées : l'électrophorèse et l'électrofocalisation.

### 2.4.1. Electrophorèse

La migration électrophorétique des hémolysats s'opère sur des bandes de Cellogel (\*) de  $5.7 \times 14$  cm avec une solution tampon Tris-glycine de pH 9,0. Un générateur de courant stabilisé fournit une intensité de 10 mA sous une tension de 200 volts pendant 90 min. La lecture des types d'hémoglobines est, soit directe, soit après coloration au rouge Ponceau S et transparisation.

### 2.4.2. Electrofocalisation

L'électrofocalisation est réalisée avec le système modulaire LKB (Multiphor, alimentation et cryostat) avec une puissance constante de 30 Watts, une intensité initiale de 50 mA et une tension finale maximale de 1 500 volts. Durée : 90 min. Des gels d'ampholytes sur support de polyacrylamide LKB formant un gradient de pH linéaire de 3,5 à 9,5 sont utilisés.

Dans ces différentes conditions expérimentales, les hémoglobines A et B se différencient aisément (fig. 1, 2).

(\*) Marque CHEMETRON.

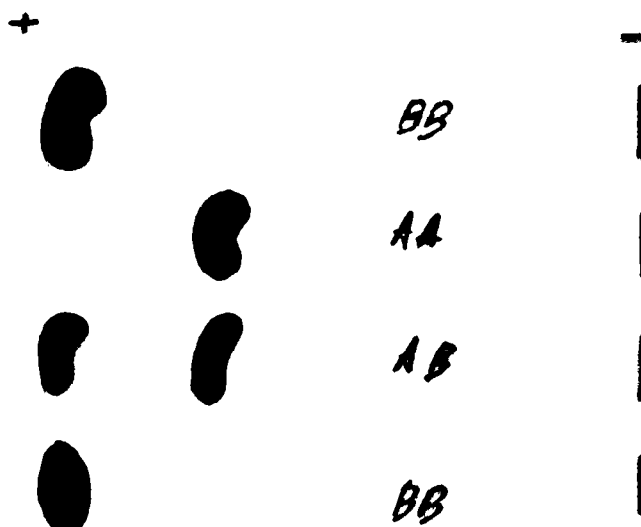
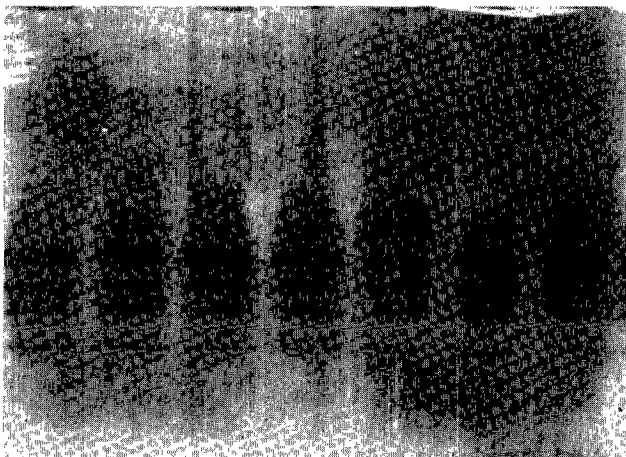
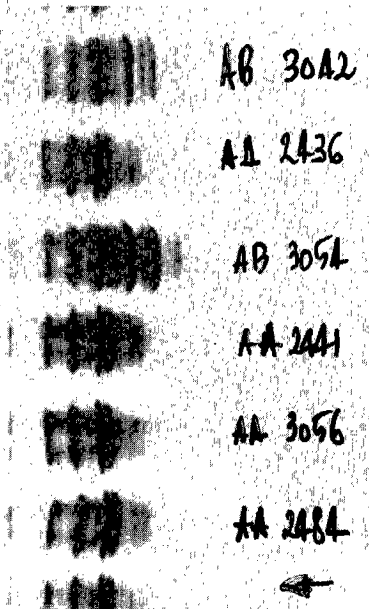
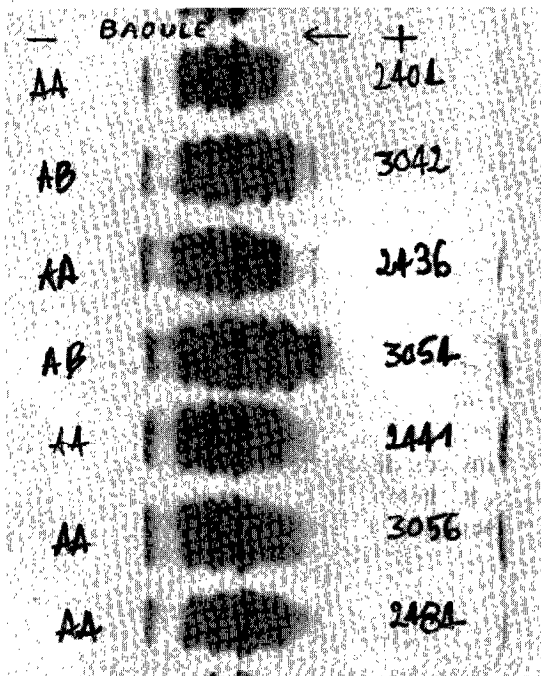
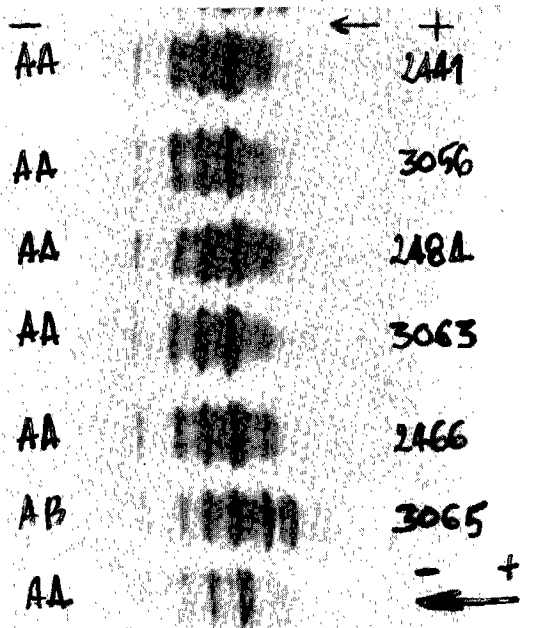
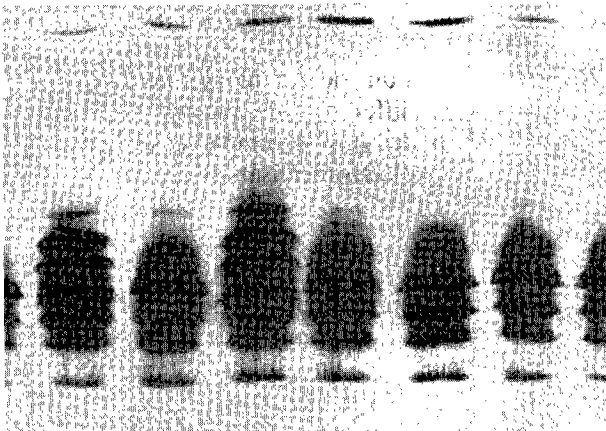


Figure 1. — Electrophorèse des hémoglobines A, B et AB.



Séparation des composants de l'hémoglobine par électrofocalisation en gel de polyacrylamide.

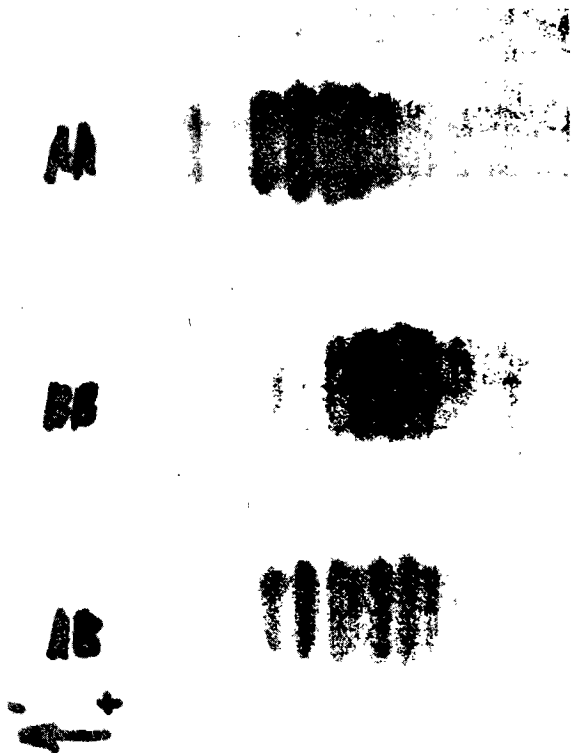


Figure 2. — Electrofocalisation des hémoglobines A, B et AB.

### 2.5. Interprétation des résultats

Elle est faite après utilisation des schémas d'analyse statistique de génétique des populations qui ont été appliqués aux résultats observés : estimation des fréquences génétiques, appréciation de l'équilibre de Hardy-Weinberg et comparaison chiffrées grâce au test du  $\chi^2$ .

### 3. RÉSULTATS

Chez les populations bovines étudiées, les techniques d'électrophorèse et d'électrofocali-

sation n'ont pas révélé d'autres hémoglobines que celles des types A et B. Les deux méthodes appliquées simultanément à divers échantillons ont toujours donné des résultats concordants rassemblés dans le tableau I.

Ces données montrent la présence des trois génotypes correspondant aux deux hémoglobines principales des bovins contrôlés par deux gènes autosomaux codominants.

La distribution des phénotypes de l'hémoglobine révèle que l'allèle Hb<sup>A</sup> a été trouvé chez toutes les races et que la fréquence des types AA et AB est beaucoup plus grande que celle de l'homozygote BB, en particulier chez les taurins et pour le croisement DASI.

Les effectifs des génotypes observés et calculés, les fréquences géniques calculées selon la loi de Hardy-Weinberg et les fréquences alléliques sont réunis dans le tableau II.

Pour chacune des quatre populations bovines, le contrôle de l'équilibre panmictique permet de distinguer :

- les zébus locaux et les bovins issus du croisement N'Dama × Simmental (DASI) qui sont en équilibre panmictique les  $\chi^2$  étant respectivement de 0,165 (N.S.) et de 0,70 (N.S.) ;

- les taurins N'Dama et Baoulé qui ne peuvent pas être considérés en équilibre panmictique (différences significatives  $\chi^2 = 5,2$  et  $\chi^2 = 6,1$  ; pour l'ensemble des deux races  $\chi^2 = 10,5$ ).

Les échantillons de population taurine des races N'Dama et Baoulé sont trypanotolérantes. La comparaison des répartitions des phénotypes et des génotypes de leur hémoglobine ne révèle aucune différence significative ( $\chi^2 = 0,830$ ). On pourrait donc les considérer

TABL. N°I-Détermination des hémoglobines et fréquences géniques de quelques populations bovines de l'ouest africain

Races	Nombre d'échantillons (N)	Types d'hémoglobines			Fréquences des génotypes			Intervalle de confiance à 5 p.100 des génotypes		
		A	AB	B	AA	AB	BB	AA	AB	BB
Zébus locaux	172	60	81	31	0,3488	0,4709	0,1802	0,2776 - 0,4200	0,3913 - 0,5455	0,1228 - 0,2376
N'Dama	97	85	10	2	0,8762	0,1031	0,0206	0,8107 - 0,9417	0,0426 - 0,1636	0,0000 - 0,0488
Baoulé	222	186	31	5	0,8378	0,1396	0,0225	0,7894 - 0,8862	0,0940 - 0,1852	0,0030 - 0,0420
N'Dama x Simmental	103	87	16	0	0,8446	0,1553	0,0000	0,7747 - 0,9145	0,1197 - 0,1909	
Total	594									



TABL. N°II-Fréquences génotypiques et fréquences alléliques

Races	Génotypes	Effectifs des génotypes :		Fréquences génotypiques calculées	Allèles	Fréquences alléliques	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
		observés	calculés				
Zébus locaux à cornes courtes	AA	60,0	58,72	0,3414	Hb <sup>A</sup>	0,5843	± 0,0736
	AB	81,0	83,56	0,4857	Hb <sup>B</sup>	0,4157	± 0,0736
	BB	31,0	29,72	0,1728			
	Totaux	172,0	172,0	0,9999		1,0000	
N'Dama	AA	85,0	83,5	0,8610	Hb <sup>A</sup>	0,9278	± 0,0380
	AB	10,0	13,0	0,1337	Hb <sup>B</sup>	0,0721	± 0,0380
	BB	2,0	0,5	0,0052			
	Totaux	97,0	97,0	0,9999		0,9999	
Baoulé	AA	186	182,9	0,8240	Hb <sup>A</sup>	0,9076	± 0,0380
	AB	31	37,2	0,1675	Hb <sup>B</sup>	0,0923	± 0,0380
	BB	5	1,9	0,0085			
	Totaux	222	222	1,0000			
DASI (N'Dama x Simmental)	AA	87	87,6	0,8506	Hb <sup>A</sup>	0,9223	± 0,0516
	AB	16	14,8	0,1431	Hb <sup>B</sup>	0,0776	± 0,0516
	BB	-	0,6	0,0062			
	Totaux	103	103,0	0,9999		0,9999	

comme faisant partie d'une « même population » (tabl. III).

De même, la comparaison de ces taurins avec le croisement N'Dama × Simmental (Dasi) ne montre aucune différence significative ( $\chi^2 = 3,16$  pour 2 ddl).

Enfin, les différences entre zébus et taurins, puis zébus et le croisement N'Dama × Simmental (Dasi) sont hautement significatives, les chi carré étant respectivement pour 2 ddl  $\chi^2 = 241,31$   $p \leq 0,001$  et  $\chi^2 = 80,04$   $p \leq 0,001$ .

Mais il ne faut pas exagérer la portée de ces tests partiels, étant donné l'approximation

inévitabile dans la définition de la race de chacun des individus des échantillons.

#### 4. DISCUSSION

BANGHAM et BLUMBERG (1) ; BRAEND *et al.* (5) ; PETIT (29, 30) ont montré que les fréquences géniques de l'allèle Hb<sup>A</sup> sont très hautes dans les échantillons des races bovines trypanotolérantes qu'ils ont pu étudier et que seuls quelques animaux possèdent l'hémoglobine de type B à l'état hétérozygote. Il faut noter que seuls les animaux de type

TABL. N°III-Fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des taurins (N'Dama et Baoulé) et test de l'équilibre panmictique

Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques	Génotypes	Effectif des génotypes calculés	Fréquences génotypiques calculées	Allèle	Fréquences alléliques	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
A	85+186=271	0,8495	AA	266,4	0,8351	Hb <sup>A</sup>	0,9138	± 0,0308
AB	10+ 31= 41	0,1285	AB	50,2	0,1573	Hb <sup>B</sup>	0,0862	± 0,0308
B	2+ 5= 7	0,0219	BB	2,4	0,0075			
Totaux	97+222=319	0,9999		319	0,9999		1,0000	
				$\chi^2=10,5$				

racial connu (Stations) ou hautement probables avaient alors été retenus.

L'élargissement des échantillons, l'imprécision inévitable dans les définitions raciales et de la filiation des animaux étudiés devaient amener un jour à révéler la présence à l'état homozygote de l'hémoglobine de type B chez des taurins de type N'Dama et Baoulé. C'est le cas pour les échantillons réunis ici.

Ces résultats non classiques ne sont pas pour autant contradictoires, ils sont même logiques, si on considère que les races N'Dama et Kouri sont d'origine hamitique et que des études antérieures ont montré la présence de l'hémoglobine de type B sous les formes homozygote et hétérozygote (32) chez le Kouri.

Nous avons comparé cette nouvelle moisson de résultats avec des travaux antérieurs relatifs aux zébus sahéliens du Tchad (33), aux bœufs du lac Tchad (32) et avec les données de DOMINGO (13) se rapportant aux races bovines trypanotolérantes des états du golfe du Bénin.

La comparaison des fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques obtenues chez les zébus locaux avec celles trouvées chez les zébus sahéliens du Tchad ne montre aucune différence significative ( $\chi^2 = 0,2$  pour 2 ddl) (tabl. IV et V).

En outre, ces deux populations bovines sont en équilibre panmictique (zébus locaux  $\chi^2 = 0,165$  ; zébus arabes  $\chi^2 = 0,995$ ).

Les deux échantillons peuvent donc être considérés comme faisant partie d'une même population bovine, en ce qui concerne la seule Hb, puisque les répartitions phénotypiques et génotypiques peuvent être considérées comme identiques.

La comparaison des diverses fréquences observées dans le présent travail sur les deux races taurines N'Dama et Baoulé avec celles obtenues par DOMINGO (13) sur les races bovines trypanotolérantes Lagunaire, Somba et Borgou ne montre pas de différence significative ( $\chi^2 = 10,591$  pour 8 ddl), ce qui confirme les résultats antérieurs (29, 30) (tabl. VI).

Parmi les taurins africains, ce sont les bœufs du lac Tchad, de race Kouri, qui ont les plus hautes fréquences en Hb<sup>B</sup> (Hb<sup>B</sup> = 0,380) (32) (tabl. VII).

La comparaison de ces différentes fréquences entre les races N'Dama (trypanotolérante) et Kouri (trypanosensible) appartenant toutes deux au rameau des taurins à longues cornes montre une différence hautement significative ( $\chi^2 = 79,3$  pour 2 ddl  $p \leq 0,001$ ). En outre, la comparaison globale entre Kouri d'une part et taurins d'autre part révèle une différence significative ( $\chi^2 = 298,5$  pour 2 ddl  $p \leq 0,001$ ). Par contre, aucune différence n'existe entre Kouri et Zébu ( $\chi^2 = 4,73$  pour 2 ddl), ce qui alimente les hypothèses concernant les relations et les évolutions de bovins N'Dama et Kouri

TABLE. N°IV-Fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des zébus arabes du Tchad

Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques (p.100)	Génotypes	Effectif des génotypes calculés	Fréquences géniques calculées (p.100)	Allèle	Fréquences alléliques (p.100)	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
A	61	35,26	AA	57,8	33,4	Hb <sup>A</sup>	57,8	$\pm 7,3$
AB	78	45,08	AB	84,4	48,8	Hb <sup>B</sup>	42,2	$\pm 7,3$
B	34	19,65	BB	30,8	17,8			
Totaux	173	99,99		173,0	100,0		100,0	

TABLE. N°V-Fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des zébus sahéliens de Haute-Volta et du Tchad

Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques	Génotypes	Effectif des génotypes calculés	Fréquences géniques calculées (p.100)	Allèle	Fréquences alléliques (p.100)	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
A	121	35,07	AA	116,5	33,76	Hb <sup>A</sup>	0,5811	$\pm 0,0520$
AB	159	46,08	AB	168,0	48,70	Hb <sup>B</sup>	0,4188	$\pm 0,0520$
B	65	18,84	BB	60,5	17,53			
Totaux	345	99,99		345,0	99,99		0,9999	



TABLEAU N°VI-Fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des taurins trypanotolérants du golfe du Bénin

Races	Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques	Effectif des génotypes calculés	Fréquences génotypiques calculées	Allèle	Fréquences alléliques	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
Lagunaire	A	51	0,8644	50,3	0,8532	Hb <sup>A</sup>	0,9237	± 0,0677
	AB	7	0,1186	8,4	0,1410	Hb <sup>B</sup>	0,0762	± 0,0677
	B	1	0,0169	0,3	0,0058			
	Totaux	59	0,9999	59,0	1,0000		0,9999	
Somba	A	58	0,9830	56,6	0,9604	Hb <sup>A</sup>	0,9800	± 0,0357
	AB	-	0,0000	2,3	0,0004	Hb <sup>B</sup>	0,0200	± 0,0357
	B	1	0,0169	0,02	0,0392			
	Totaux	59	0,9999	58,9	1,0000		1,0000	
Borgou	A	51	0,8225	50,58	0,8160	Hb <sup>A</sup>	0,9032	± 0,0735
	AB	10	0,1613	10,84	0,1746	Hb <sup>B</sup>	0,0967	± 0,0735
	B	1	0,0161	0,58	0,0093			
	Totaux	62	0,9999	62	0,9999		0,9999	

Source : DOMINGO (1976). Les données de cet auteur ont été reprises et développées pour pouvoir être comparées.

TABLEAU N°VII-Fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des taurins Kouri du lac Tchad

Races	Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques	Effectif des génotypes calculés	Fréquences génotypiques calculées	Allèle	Fréquences alléliques	Intervalle de confiance à 5p.100 des fréquences alléliques
Kouri	A	134	0,3681	140,0	0,3844	Hb <sup>A</sup>	0,6200	± 0,0498
	AB	183	0,5027	171,5	0,4712	Hb <sup>B</sup>	0,3800	± 0,0498
	B	47	0,1291	52,5	0,1444			
	Totaux	364	0,9999	364,0	1,0000		1,0000	
				$\chi^2=1,6$				

au cours des âges, les Kouris représentant un vestige directement issu des ancêtres communs à ces deux races taurines.

## 5. CONCLUSION

Les différentes comparaisons qui ont été réalisées entre les races bovines africaines étudiées dans ce travail ou analysées antérieurement montrent que :

— les fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des zébus de Haute-Volta, du Tchad et des taurins de race Kouri (trois

races bovines trypanosensibles) sont comparables entre elles avec le type bovin à hémoglobine B fréquente ;

— les fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des taurins N°Dama, Baoulé, Dasi, Lagunaire, Somba et Borgou (six races bovines trypanotolérantes) sont comparables entre elles avec le type bovin à hémoglobine B rare.

Ces données permettent de caractériser aisément en Afrique de l'Ouest les genres *Bos taurus* et *Bos indicus*, les Kouris représentant un cas à part puisque leur aire est limitée et leur identification relativement aisée.

## REMERCIEMENTS

Nous renouvelons nos remerciements aux autorités responsables des Centres, Stations et

Organismes ainsi qu'aux éleveurs qui nous ont accordé leur collaboration, leur appui et leur sympathie. Que tous trouvent ici l'expression de notre gratitude.

## SUMMARY

### Biochemical polymorphism of the hemoglobin of trypanosensitive and trypanotolerant cattle and their cross-breeds in West Africa

The biochemical polymorphism of the hemoglobin was studied with cellulose acetate electrophoresis and polyacrylamide gel electrofocalisation on 594 samples taken from taurine cattle (Ndama and Baoule) zebu cattle and Ndama ♂ × Simmental crossbreeds (DASI).

The prevalence of the phenotypes, genotypes and alleles of the various cattle breeds of west Africa already determined, are analysed and compared with other trypanosensitive and trypanotolerant cattle populations.

The most significant differences between cattle population with high and low sensitivity to African trypanosomiasis are the following :

- prevalence of Hb<sup>A</sup> in trypanotolerant cattle breeds ;
- a higher occurrence of AB heterozygotis type in trypanosensitive cattle breeds ;
- a very low occurrence of Hb<sup>B</sup> allele in trypanotolerant cattle population, which confirm the studies carried out by IEMVT for the last ten years.

## RESUMEN

### Polimorfismo bioquímico de la hemoglobina de las poblaciones bovinas tripanosensibles, tripanotolerantes y de su cruzamiento en el oeste africano

Se estudió el polimorfismo bioquímico de la hemoglobina por electroforesis sobre acetato de celulosa y por electrofocalización en gel de poliacrilamida a partir de 594 muestras de N'Dama y Baule, de cebues y de un cruzamiento N'Dama ♂ × Simmental (Dasi).

Se analizan las frecuencias fenotípicas, genotípicas y alélicas de las hemoglobinas de las diferentes razas bovinas del oeste africano ya determinadas y se las comparan con las de otras poblaciones bovinas africanas tripanosensibles y tripanotolerantes.

Las diferencias más significativas entre las poblaciones bovinas teniendo una sensibilidad elevada y reducida a las tripanosomiasis africanas conciernen :

- una representación muy importante del Hb<sup>A</sup> en las razas bovinas tripanotolerantes ;
- una frecuencia más grande del tipo heterocigote AB en las razas bovinas tripanosensibles ;
- una frecuencia genica muy reducida del alelo Hb<sup>B</sup> en las poblaciones bovinas tripanotolerantes, lo que confirma los estudios efectuados desde más de diez años en el IEMVT.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BANGHAN (A. D.), BLUMBERG (B. S.). Distribution of electrophoretically different haemoglobins among some cattle breeds of Europe and Africa. *Nature*, 1958, **181** (4622) : 1551-1552.
2. BARTHA (R.), ERHARD (L.), SCHMID (D. O.). Blutgruppenstudien am Zebu-Azawouak-Rind aus Westafrika Zentralbereich. *Vet. Med.*, 1966, **13 A** : 78-84.
3. BRAEND (M.). Haemoglobin variants in cattle. *Anim. Bld Grps biochem. Genet.*, 1971, **2** : 15-21.
4. BRAEND (M.). Studies in the relationship between cattle breeds in Africa, Asia and Europe : evidence obtained by studies of blood group and pattern polymorphisms. *Wld Rev. anim. Prod.*, 1972, **7** (1) : 9-14.
5. BRAEND (M.), EFREMOV (G.), RAASTAD (A.). Genetics of bovine haemoglobin D. *Hereditas*, 1966, **54** : 255-259.
6. BRAEND (M.), KHANNA (N. D.). Haemoglobin and transferrin types of some West African cattle. *Anim. Prod.*, 1968, **10** (2) : 129-134.
7. CABANNES (R.), SERAIN (Ch.). Hétérogénéité de l'hémoglobine des bovidés. Identification électrophorétique de deux hémoglobines bovines. *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, 1955, **149** (1-2) : 7-10.

8. CARR (W. R.). The haemoglobins of indigenous breeds of cattle in Central Africa. *Rhod. J. agric. Res.*, 1964, 2 : 93-94.
9. CARR (W. R.). A new bovine haemoglobin variant. *Rhod. J. agric. Res.*, 1965, 3 : 62-62 A.
10. CHOQUEL (P.). Intérêt et utilisation des bovins trypanotolérants. Thèse Doct. vét. Alfort, 1969, n° 22.
11. CIPEA. Le bétail trypanotolérant d'Afrique Occidentale et Centrale. Addis Abeba, C.I.P.E.A., 1979, 155 ; 311 p.
12. CROCKETT (J. R.), KOGER (M.), CHAPMAN (H. L.). Genetic variations in haemoglobins of beef cattle. *J. anim. Sci.*, 1963, 22 : 173-176.
13. DOMINGO (A. M.) (1976). Contribution à l'étude de la population bovine des Etats du Golfe du Bénin. Thèse Doct. vét. Dakar, 1976.
14. EFREMOV (G.), BRAEND (M.). A new haemoglobin in cattle. *Acta vet. scand.*, 1965, 6 : 109-111.
15. E.S.A.B.R. Polymorphismes biochimiques des animaux. X<sup>e</sup> Congrès européen sur les groupes sanguins et le polymorphisme biochimique des animaux. Paris, 1966. Chapitre VIII. Haemoglobins in various species : 381-435.
16. JOSHI (N. R.), Mc LAUGHLIN (E. U.), PHILLIPS (R. W.). Les bovins d'Afrique. Types et races. Rome, F.A.O., 1957.
17. LARRAT (R.), CAMARA (A.), CHALU-MEAU (P.). Les bovins N'Dama du Sénégal. *Bull. Servs. Elev. Ind. anim. Afr. occid. fr.*, 1948, 1 (4) : 15-21.
18. LEHMANN (M.). The haemoglobins of 103 Indian Gir cattle. *Man*, 1959, 59 : 66.
19. LEHMANN (M.), ROSS (J. G.). Haemoglobin phenotypes in Nigerian cattle. *Man*, 1961, 61 : 81.
20. MANGALRAJ (D.), SATCHIDANANDAM (V.), NAMBLAR (K. T. K.). Haemoglobin polymorphism in cattle. *Ind. vet. J.*, 1968, 45 : 966-1002.
21. NAIK (S. N.), SANGHVI (L. D.). A new haemoglobin variant in zebu cattle. Proc. 9th European Animal Blood Group Conference, Prague, 1964 : 295-299.
22. NAIK (S. N.), SUKUMARAN (P. K.), SANGHVI (L. D.). A note on blood group and haemoglobin variants in zebu cattle. *Anim. Prod.*, 1965, 7 (2) : 275-277.
23. OSTERHOFF (D. R.). Haemoglobin types in Africa cattle. *J. S. Afr. vet. Ass.*, 1975, 46 (2) : 185-189.
24. OSTERHOFF (D. R.), VAN HEERDEN (J. R. N.). Haemoglobin variations in zebu-type cattle. *Immunogenet. Letters*, 1965, 4 (2) : 89-92.
25. PAGOT (J. R.). Les races trypanotolérantes. Colloque sur les moyens de lutte contre les trypanosomes et leurs vecteurs. OIE/TEMVT. Paris, 12-15 mars 1974, pp. 235-248.
26. PARODI (A. L.). Les hémoglobines animales. *Recl. Méd. vét.*, 1969, 145 : 917-936.
27. PETIT (J. P.). Détermination de la nature des hémoglobines chez 982 bovins africains malgaches (taurins et zébus) par électrophorèse sur acétate de cellulose. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (3) : 405-413.
28. PETIT (J.-P.). Rapport annuel de l'I.E.M.V.T. Biochimie, 1974, pp. 119-125.
29. PETIT (J.-P.). Haemoglobin polymorphism studies of West African trypanotolerant taurine breeds. Congrès I.S.A.B.R., Dublin, 12-17 juillet 1976.
30. PETIT (J.-P.). Bases biologiques de la trypanotolérance. Première consultation d'experts sur la recherche concernant la trypanotolérance et l'élevage des animaux trypanotolérants. Rome, F.A.O., 16-19 mars 1976, 11 p.
31. PETIT (J.-P.), MAHIN (L.), BRIOUGA (J.). Etude du polymorphisme biochimique de l'hémoglobine chez les populations de bovins marocains. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 33 (2) : 167-175.
32. PETIT (J.-P.), QUEVAL (R.). Le Kouri : race bovine du Lac Tchad. II. Etudes biochimiques : les hémoglobines et les constituants du sérum. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 26 (1) : 97-104.
33. QUEVAL (R.), PETIT (J.-P.), HASCOET (M. C.). Analyse des hémoglobines du zébu arabe (*Bos indicus*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (1) : 47-51.
34. SCHROEDER (W. Q.), SHELTON (J. R.), SHELTON (J. B.), ROBBERSON (B.), BABIN (D. R.). A comparison of amino acid sequences in chains of adult bovine haemoglobins A and B. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1967, 120 : 124-135.
35. SEN (A.), ROY (D.), BHATTACHARYA (S.), DEB (N. C.). Haemoglobins of Indian Zebu cattle and the Indian Buffalo. *J. anim. Sci.*, 1966, 25 : 445-448.
36. SUKUMARAN (P. K.). Studies of the haemoglobins A and B of Indian cattle. *Biochem. Biophys. Acta*, 1965, 100 : 616-618.
37. TOURÉ (S. M.). La trypanotolérance : revue des connaissances. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (2) : 157-174.
38. TRAORÉ (A. N.). Contribution à l'étude de l'amélioration du gros élevage en Haute-Volta. Thèse Doct. vét. Alfort. 1964, n° 6.
39. VELLA (F.). Haemoglobin types in ox and buffalo. *Nature*, 1958, 181 : 564.
40. VERLY (J. P.). Contribution à l'étude des races bovines autochtones de Côte-d'Ivoire. Thèse Univ. Abidjan, 1968.
41. VOHRADSKY (F.), AZZANTI (C.). Electrophoretically different haemoglobins of cattle in Ghana. *Acta vet. Brno*, 1972, 41 : 385-392.

# Serum proteins changes in horses infected with surra (\*)

par M. A. RAZA (1), ZIA-UR REHMAN (2), A. H. CHAUDHRY,  
A. H. GILANI, M. NAWAZ

(1) Military Dairy Farm, Okara, Pakistan.

(2) Department of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

## RÉSUMÉ

### Modifications des protéines sériques chez des chevaux atteints de surra

Les échantillons du sérum de 46 chevaux atteints de surra et de 46 chevaux indemnes ont fait l'objet d'une analyse chimique en ce qui concerne les protéines totales et les fractions électrophorétiques.

Les protéines totales des animaux indemnes ne montrent pas de différences significatives par rapport à celles des animaux infectés.

Le taux d'albumine atteint 3,16 g/100 ml chez les chevaux sains alors qu'il est de 1,36 g/100 ml chez les chevaux infectés. L'abaissement du taux d'albumine atteint au moins 80 p. 100 quand on le compare à celui des chevaux en bonne santé. Les résultats indiquent des différences significatives pour les globulines totales et les  $\gamma$ -globulines entre les deux groupes d'animaux mais non pour les  $\alpha$  et  $\beta$  globulines. Le rapport albumine/globuline est significativement peu élevé dans le groupe de chevaux infectés.

## INTRODUCTION

Surra is a disease, primarily of horses and camels but also affects other animals such as cattle, elephants, sheep, goats, and occasionally dogs. It is caused by a protozoan blood parasite of the class Mastigophora *Trypanosoma evansi*, and is transmitted by biting flies such as *Tabanus. T. evansi* is common in Indo-Pakistan subcontinent and is also wide spread through out the Far East (2).

An important feature of this disease which is exhibited in most cases in oedema, varying

from urticarial plaques on the neck and flanks to oedema of the leg and lower parts of the body (13). These manifestations have been ascribed to hypoproteinaemia that results in lowered osmotic pressure of blood and thus the release of plasma in the tissue.

At present, no dependable and convenient parameter is available to assess the magnitude of the infection. Carefully controlled experiments are needed to reveal the specific nature of the alterations taking place in total serum proteins and its fractions in response to the infection. Keeping in view the facts and reasons, the project was planned to study the changes in serum proteins and fractions in horses naturally infected with surra, which would help to explore the pathogenesis and immunological aspects of the disease.

(\*) NDLR. Cet article déjà publié dans *Pakistan vet. J.*, 1981, 1 (2) : 78-79 est reproduit dans cette Revue pour accorder une plus large audience aux résultats obtenus.

## MATERIALS AND METHODS

Different veterinary hospitals in and around Faisalabad including the veterinary clinic of University of Agriculture, Faisalabad were visited for the collection of samples from the horses suspected for trypanosomiasis (Surra). The disease was confirmed by examining the fresh blood smears for the presence of trypanosomes (13). A total of 46 from healthy and the same number of surra infected horses were subjected to chemical assay for total proteins as well as electrophoretic patterns.

Blood samples from healthy and infected horses were collected from the jugular vein in clean dry centrifugal tube, and were brought to the laboratory for the separation of serum. Serum samples were stored in a deep freezer for further analysis (4).

Total serum proteins was determined by (Bush and Lomb) Refractometer (1, 5). Different fractions of serum proteins were studied by paper Electrophoresis, Beckman Model R. (10).

Student t-test was applied to compare the health and diseased horses. Means, and standard errors were calculated. Analysis of variance technique was applied to see the effect of treatment (14). Correlation and regression values were also calculated.

## RESULTS AND DISCUSSION

Serum samples of 46 healthy and the same number of surra infected horses were subjected to chemical assay for total proteins as well as electrophoretic fractions of serum proteins.

The data on total serum proteins and their different fractions have been summarized in table 1. Mean total serum proteins level in healthy animals was 7.94 g/100 ml and it ranged from 7.4 to 9.10 g/100 ml. Apparently mean serum proteins level in surra infected horses was higher than that observed in healthy animals. The increase could be the indication of some damage to the liver. The view was supported by GILMAN (6), who reported a slight rise in the total serum proteins following experimental infection with equine anemia virus in horse. The differences in total proteins between healthy and infected animals were, however, statistically non-significant ( $P < 0.01$ ). REES and CLARKSON (12) reported that the total protein values of the control and infected sheep with *T. vivax* did not differ significantly. LUCKINS (9) also reported serum proteins concentration in normal and infected cattle and bush buck. He found serum proteins concentration in normal and infected cattle to be some what similar, but infected bush buck had higher serum proteins than in uninfected animals.

TABLE N°I-Average  $\pm$  SEM of total serum proteins and their different fractions with percentage in normal and surra infected horses

Parameter	Normal (g/100 ml)	Percentage	Infected (g/100 ml)	Percentage
Total Proteins	7.94 $\pm$ 0.07 (7.4 - 9.10)	-	8.53 $\pm$ 0.09 (7.5 - 9.8)	-
Albumin	3.16 $\pm$ 0.07 (1.87 - 3.99)	39.91	1.36 <sup>**</sup> $\pm$ 0.05 (0.56 - 2.04)	15.87
Alpha-Globulin	1.19 $\pm$ 0.05 (0.61 - 1.99)	14.84	1.12 $\pm$ 0.04 (0.6 - 1.5)	13.10
Beta-Globulin	1.53 $\pm$ 0.05 (0.87 - 2.50)	19.17	1.37 $\pm$ 0.06 (0.39 - 2.17)	16.12
Gamma-Globulin	2.05 $\pm$ 0.07 (1.2 - 3.2)	26.04	4.69 <sup>**</sup> $\pm$ 0.13 (2.5 - 6.18)	54.58
Total Globulin	4.76 $\pm$ 0.08 (3.84 - 5.83)	59.19	7.17 <sup>**</sup> $\pm$ 0.11 (5.56 - 8.6)	83.90
A/G ratio	0.68 $\pm$ 0.02 (0.33 - 0.99)	0.68	0.19 <sup>**</sup> $\pm$ 0.001 (0.1 - 0.36)	0.19

<sup>\*\*</sup> Significant at 1 per cent level. Values in parenthesis are ranges.

Serum albumin content was found to be 3.16 g/100 ml in healthy horses, and it ranged from 1.87 to 3.99, while it was 1.36 g/100 ml in surra infected animals (Table 1). Student t-test showed significantly ( $P < 0.01$ ) lower albumin value in surra infected horses. In healthy horses, 39.91 per cent of the total proteins was as albumin, whereas it was 15.87 per cent of the total proteins in infected animals. *The decrease in albumin level due to surra was over 80 p. 100 when compared to healthy horses.* Similar results were reported by REES and CLARKSON (12). IKEJANI (7) also observed a decrease in serum albumin in rats, infected with *T. brucei* or *T. equiperdum* and considered to have been caused by damage to the kidney. This decrease in albumin could be characteristic of trypanosomes (8) and is probably due to immuno complex glomerulonephritis (16) since albuminuria is a constant feature of trypanosomiasis.

Total globulins was found to be 4.76 g/100 ml in healthy animals, while it was 7.17 g/100 ml in surra infected horses (Table 1). The values for serum proteins obtained from healthy and infected horses were compared using t-test. The results indicated significant ( $P < 0.01$ ) higher total globulins content in infected than normal horses. Gamma-globulin fraction also increased significantly in infected horses while alpha and beta globulin fractions did not differ significantly between normal and infected horses. Although there was a decrease in the alpha and beta fractions of the total globulins, in surra infected horses, this decrease was found to be non-significant ( $P < 0.01$ ) statistically. CLARKSON (3) suggested that increase in gammaglobulin act as a plasma volume expander and that the fall in the concentration of other serum proteins is due to dilution. Almost

100 p. 100 increase was observed in gamma-globulin contents of the infected animals (Table 1). The increase in total globulin content of blood serum of infected horses was mainly due to increase in gamma-globulin fraction (Table 2). This increase is an evidence of the immunogenetic response of surra infected horses. This view is supported by the finding of REES and CLARKSON, who observed almost 2 1/2 time increase of gamma-globulin in infected horses than the control values.

Analysis of variance showed significantly higher values for total globulin and gamma-globulin in infected horses. With the increase of total proteins in surra infected horses, there was an increase of total globulin (Table 2). STEPHEN (15) recorded a rise in gamma-globulin during the course of infected horses with *T. congolense*. It was observed that the gamma-globulin fractions were found to be 40 p. 100 of the total globulins in healthy horses, while it has increased to 60 p. 100 in surra infected horses.

A decrease in the serum albumin level in surra infected horses has probably been made good by an increase in total as well as gamma-globulin levels thus keeping the total serum proteins within normal range.

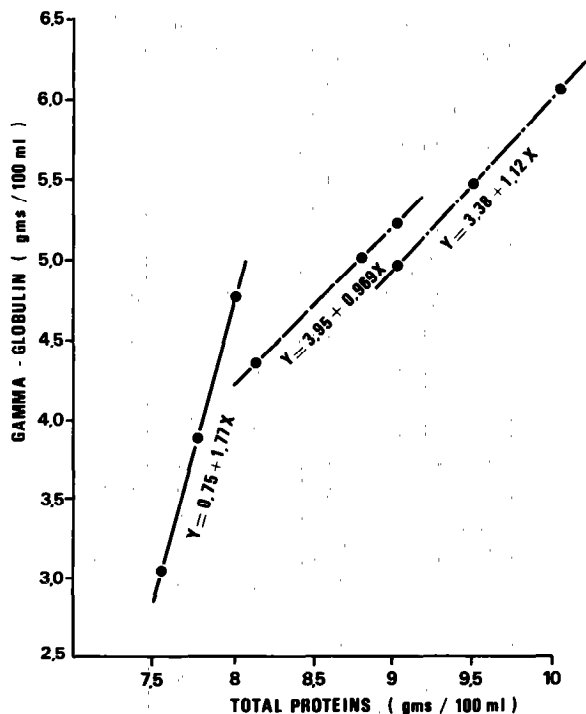
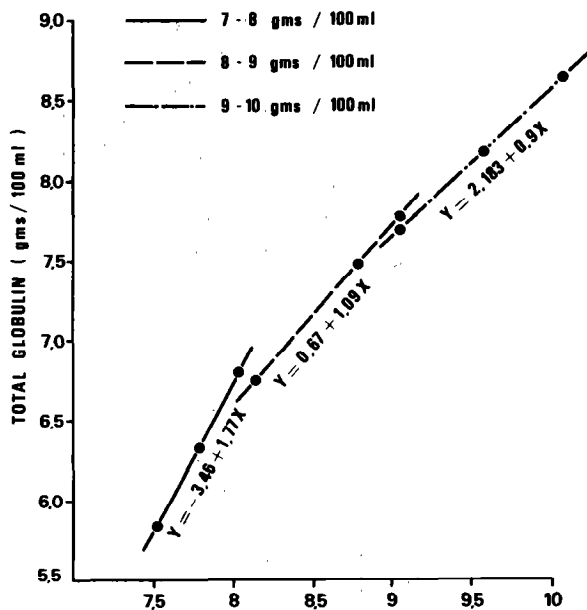
Statistically significant ( $P < 0.01$ ) correlation was observed between different total serum proteins level of infected horses and their total globulin fractions. Regression line were drawn for total globulin and gamma-globulin in three levels of total proteins separately (Fig. 1).

A/G ratio was significantly low in surra infected group. It was found to be 71 per cent less than the healthy horses (Table 1). Since albumin synthesis occurs in liver, as a consequence of most pathological states the albu-

TABLE N°2-Effect of different total serum protein levels on different serum protein fractions of horses infected with surra

Total serum protein levels g/100 ml	N° of animals	Serum proteins g/100 ml				
		Total protein	Albumin	Total globulin	Gamma globulin	A/G ratio
7 - 8	13	7.77 ± 0.19	1.42 ± 0.42	6.35 ± 0.52	3.97 ± 0.99	0.23 ± 0.09
8 - 9	24	8.62 ± 0.30	1.33 ± 0.36	7.29 ± 0.49	4.82 ± 0.67	0.19 ± 0.06
9 - 10	9	9.41 ± 0.30	1.38 ± 0.27	8.93 ± 0.38	5.38 ± 0.58	0.17 ± 0.04





min/globulin ratio falls and occasionally the serum albumin reduction is the primary cause of variation in A/G ratio (11). The increase in gamma-globulin, and decrease in albumin levels of serum in surra infected horses may

become a useful measure to evaluate the intensity of pathogenesis during infection.

#### SUMMARY

Serum sample of 46 healthy and the same number of surra infected horses were subjected to chemical assay for total proteins as well as electrophoretic fractions.

Total proteins from healthy horses did not differ significantly between infected animals. Albumin was found to be 3.16 g/100 ml in healthy whereas it was 1.36 g/100 ml in surra infected animals. The decrease in albumin level due to surra was over 80 p. 100 when compared to healthy horses. The results showed significant differences for total globulin and gamma globulin between healthy and diseased horses, while a non-significant differences were observed for alpha and beta globulins. A/G ratio was significantly low in surra infected group.

#### RESUMEN

Modificaciones de las proteínas serosas en caballos atacados por el surra (*Trypanosoma evansi*)

Las muestras del suero de 46 caballos atacados por el surra y de 46 caballos indemnes fueron objeto de un análisis químico en lo que concierne las proteínas totales y las fracciones electroforeticas.

Las proteínas totales de los animales indemnes no muestran diferencia significativa con relación a las de los animales infectados.

La dosificación de la albúmina llega a 3,16 g/100 ml en los caballos sanos mientras que es de 1,36 g/100 ml en los caballos infectados.

La disminución de la dosificación de la albumina llega a 80 p. 100 por lo menos cuando se le compara con la de los caballos sanos. Los resultados indican diferencias significativas de las globulinas totales y de las  $\gamma$ -globulinas entre los dos grupos de animales pero no las  $\alpha$  y  $\beta$  globulinas.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS (H. N.), OSBURU (B. I.). Serum protein in the northern elephant seal. *Am. J. vet. Res.*, 1973, **34** (8) : 1071.
2. BASU (B. C.). Distribution on and personal incidence of surra in India. *Indian J. vet. Sci.*, 1945, **15** : 277-280.
3. CLARKSON (M. J.). Blood and plasma volumes in sheep infected with *Trypanosoma vivax*. *J. comp. Path.*, 1968, **78** : 189-193. *Vet. Bull.*, 1968, **38** (19) : 4028.)
4. Clinical laboratory. 11th ed. of Medico-Chemical Investigation Methods. E. marck Darmstadt, Federal Republic of Germany : P.S.
5. COLES (H. E.). Veterinary clinical pathology. 2nd ed W.B. Saunders Co., 1974 : 208.
6. GILMAN (R. A.). Plasma protein changes in equine infestation anaemia. *Am. J. vet. Res.*, 1952, **13** : 83-89.
7. IKEJIANI (O.). Studies in trypanosomiasis (1). The plasma proteins and sedimentation rates of RBC of rats infected with pathogenic trypanosomes. *J. Parasit.*, 1946, **32** : 369-373.
8. LAUNOY (I.). Albuminuria in experimental *T. evansi* infection in the rabbits. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1946, **39** : 159-160. (*Vet. Bull.*, 1947, **17** (4) : 776.)
9. LUCKINS (A. G.). Serum immunoglobulin levels and electrophoretic patterns of serum proteins in trypano-  
some infected bushbuck. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1975, **69** (3) : 337-344. (*Vet. Bull.*, 1975, **45** (12) : 6851.)
10. Modle paper electrophoresis system, Tech. Bull. R.C.-T.B.-001 B. Beckman Instrument Inc., 2500 Harbor Blvd., Fullerton, California 1965, 4-8.
11. MULLEN (A. P.). Variations in the albumin content of blood serum in thoroughbred horses. *Equin. vet. J.*, 1970, **2** (3) : 118-120.
12. REES (J. M.), CLARKSON (M. J.). Serum protein in trypanosomiasis of sheep. *Trans. r. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1967, **61** : 14 (Sch. Trop. Med. Pembooke Place, Liverpool. 3). (*Vet. Bull.*, 1967, **37** (7) : 2536.)
13. SOULSBY (E. J. L.). Helminthology arthropods and protozoa of domesticated animals. 6th ed. London, E.L.B.S. and Baillere Tindal and Cassell Ltd, 1973 : 552, 792-793.
14. STEEL (R. G. D.), TORRIE (J. H.). Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw Hill Book Company Inc., 1960 : 183-229.
15. STEPHEN (L. E.). Experimental *T. congolense* infection in a horse. *Vet. Rec.*, 1962, **74** : 853-855.
16. VAN DEN INGH (T.), ZWART (A. J. H.), SCHOTMAN (A.), VAN MIERT (A.), VEENENDAAL (C. H.). The pathology and pathogenesis of *Trypanosoma vivax* infection in the goat. *Res. vet. Sci.*, 1976, **21** : 264-270.

# Résultats préliminaires sur une colonie de *Glossina medicorum* nourrie artificiellement à travers membranes

par H. POLITZAR et J. FILLEDIER

Centre IEMVT/GTZ de Recherches sur les Trypanosomiasés Animales (CRTA) B.P. 454, Bobo-Dioulasso (Haute-Volta).

## RÉSUMÉ

Une petite colonie de *Glossina medicorum* Austen, espèce appartenant au sg *Austenina* (groupe *fusca*), a, pour la première fois, été élevée avec succès pendant plus d'un an. Les mouches ont été exclusivement alimentées sur membranes en silicone avec du sang de bœuf défibriné. Les femelles ont été maintenues en cages individuelles (cages en chlorure de polyvinyl), ce qui a permis de recueillir de nombreuses données physiologiques : première larviposition, période interlarvaire moyenne, nombre de pupes produites par femelle, poids moyen des pupes. Les performances obtenues ont été satisfaisantes pour avoir un élevage en expansion. D'après ces résultats, il semble possible d'obtenir des élevages plus importants de cette espèce.

## INTRODUCTION

Les trois espèces de Glossines présentant en Haute-Volta une importance médicale et vétérinaire, *Glossina palpalis gambiensis*, *G. tachinoides*, *G. morsitans submorsitans*, sont élevées depuis plusieurs années au C.R.T.A. de Bobo-Dioulasso. Par contre la quatrième espèce existant dans ce pays, *G. medicorum* Austen (9), est mal connue, notamment en ce qui concerne son écologie. Les quelques données physiologiques disponibles sur cette espèce ouest-africaine proviennent essentiellement d'études effectuées dans une zone forestière du Nigeria ; le seul essai d'élevage ayant eu quelques résultats fut effectué par JORDAN en 1962 dans le sud du Nigeria (6, 7).

C'est à la suite des captures en faible nombre, effectuées par BALDRY et MOLYNEUX (1) dans la vallée de la rivière Comoé, que des tentatives d'élevage de cette espèce furent entreprises à Bobo-Dioulasso.

Le premier essai avec des lapins comme hôte nourricier se solda par un échec. Ce n'est que lorsque l'on adopta un régime alimentaire composé de sang de bovin défibriné présenté sous des membranes de silicone qu'une petite colonie put être établie à partir de 8 femelles sauvages.

Dans cet article sont présentées quelques-unes des caractéristiques physiologiques du cycle de vie et de reproduction de cette espèce, dans les conditions climatiques contrôlées et stables d'un insectarium.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1) Conditions climatiques

La température est maintenue, dans l'insectarium, à 25 °C ( $\pm 1^\circ$ ) et l'humidité relative à 65-75 p. 100, au moyen d'un climatiseur de 1,5 PS et d'un humidificateur Défensor. Dans le but d'éviter une excitation néfaste des mouches, la pièce est maintenue dans l'obscurité sauf pendant les heures de travail.

### 2) Techniques d'élevage

Afin de recueillir les données physiologiques de chaque femelle, celles-ci sont conservées individuellement dans des cages confectionnées avec des tubes de chlorure de polyvinyle de 6 cm de hauteur et 12,5 cm de diamètre dont les surfaces de section sont recouvertes d'un tulle de terylène. Les mouches sont nourries exclusivement sur sang de bœuf défibriné. La membrane de silicone utilisée est essentiellement la même que celle qui a été décrite par BAUER (2, 3). C'est celle qui est également utilisée pour les autres colonies du C.R.T.A. nourries artificiellement. Le sang est récolté deux fois par semaine, pendant la nuit, à l'abattoir local, à partir de diverses races de bovins. Les animaux sont sélectionnés uniquement d'après leur état général. Après défibrination à l'aide d'un agitateur mécanique, le sang est conservé à 4 °C jusqu'au matin. Il est alors conditionné en flacons de 200 ml, additionné d'ATP et de glucose, puis irradié au Cesium 137 à la dose de 50 krad. La durée d'alimentation est de 15 min par cage.

C'est à l'âge de 3 jours pour les femelles et de 7 jours pour les mâles que les accouplements sont les mieux réussis. Les couples sont laissés ensemble pendant deux jours.

Les performances de la colonie ont été exprimées en termes de productivité des femelles, poids des pupes, durée de pupaison, période interlarvaire.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1) Génération parentale

Trois femelles sauvages introduites dans l'insectarium en novembre 1980 produisirent 8 pupes. Les cinq suivantes, ajoutées en

mars 1981, en produisirent 30. La première larve a été pondue 5 jours après la capture de la mère ; la période la plus longue précédant la ponte de la première larve viable a atteint 18 jours. La période interlarvaire moyenne pour ces femelles sauvages a été de  $11,25 \pm 2,77$  jours ; le poids moyen des pupes était de  $53,53 \pm 7,32$  mg.

Les données concernant les 26 femelles reproductrices des trois premières générations sont présentées dans le tableau I et les résultats concernant les 128 pupes qu'elles ont produites sont rassemblés dans le tableau II.

TABLEAU I

Ponte de la première larve (moyenne, en jours) .....	26,88 $\pm$ 7,97
Période interlarvaire (moyenne sur 105 périodes) .....	11,22 $\pm$ 2,53
Nombre de pupes produites .....	128
Poids moyen des pupes (en mg) .....	52,49 $\pm$ 5,95
Production moyenne de pupes par femelle ...	4,92 $\pm$ 3,17

Nos résultats correspondent à ceux de JORDAN (1962), notamment en ce qui concerne un excès de femelles par rapport aux mâles, aussi bien dans la colonie que parmi les individus sauvages capturés. Nos captures ont été effectuées uniquement à l'aide du piège CHALLIER-LAVEISSIERE. Les résultats obtenus ultérieurement tant avec les captures de mouches sauvages qu'avec les mouches d'élevage pourront éventuellement confirmer qu'une déviation du sex-ratio existe réellement en faveur des femelles chez cette espèce.

En raison des conditions climatiques constantes régnant dans l'insectarium, il n'y a pas de variation décelable de la durée de pupaison. Comme dans les autres espèces de glossines, le stade pupal des mâles dure beaucoup plus longtemps que celui des femelles.

Il y a eu une mortalité élevée pendant les quelques premiers jours suivant l'éclosion parce que les femelles refusaient de se nourrir.

La plupart des femelles ayant survécu à cette période critique restèrent en vie pendant plus de 100 jours. Une femelle a vécu 186 jours et a produit 11 pupes.

Le plus grand nombre de pupes fut obtenu avec une femelle qui vécut 124 jours et produisit 12 descendants viables.

Les poids des pupes en pourcentage du nombre total de pupes produites figurent dans le tableau III.

TABLEAU II

Éclosions (nombre)		Durée moyenne de pupaison (j)		Pupes non écloses (nombre)	Pourcentage d'éclosion	Poids moyen des pupes (mg)		Sex-ratio	
♂	♀	♂	♀			♂	♀	♂	♀
31	48	38,58 ± 1,75	35,98 ± 3,41	49	61,72	51,13 ± 4,66	53,21 ± 5,52	39,24	60,76

TABLEAU III

Poids en mg	< 40	40-45	46-50	51-55	56-60	61-65	> 65
Pourcentage des pupes produites	0,78	8,59	27,34	27,34	25,0	8,59	2,35

En septembre 1981, le sang servant à la nourriture à travers les membranes fut contaminé accidentellement par des bactéries, ce qui provoqua la mort de la plupart des mouches, y compris celles qui venaient d'éclore. Ceci explique pourquoi l'écart type de la durée moyenne de vie des femelles est si grand (56 jours ± 52,41) et qu'il y ait un taux d'éclosion très faible. Les pupes qui n'ont pas éclos renfermaient un liquide putréfié ; on ne put, à la dissection, reconnaître aucune mouche en cours de développement.

Actuellement, une nouvelle colonie a été rétablie à partir d'un petit lot de mouches sauvages.

Ces résultats montrent que l'élevage de *G. medicorum* est réalisable avec un système d'alimentation *in vitro* avec du sang de bovin défibriné, et que les performances obtenues dans les conditions d'élevage décrites ci-dessus sont suffisantes pour créer un élevage autonome et en expansion de cette espèce.

#### SUMMARY

##### Preliminary results of a colony of *Glossina medicorum* fed on membrane

A small colony of *Glossina medicorum* Austen was successfully reared over one year on silicone membranes for the first time. Flies were fed exclusively on defibrinated cattle blood. They were kept in individual PVC cages to collect physiological data such as mean first larviposition, mean interlarval period, number of pupae produced per female and mean pupal weight.

The performance was sufficiently good to have a closed and expanding colony. Following these results, it is expected to rear this species of the *fusca* group permanently in a larger colony.

#### RESUMEN

##### Resultados preliminares sobre una población de *Glossina medicorum* alimentada artificialmente al través de membranas

Se ha criado con éxito, por primera vez, durante un año, una pequeña población de *Glossina medicorum* Austen, especie perteneciendo al sg *Austina* (grupo *fusca*). Se han alimentado las moscas exclusivamente sobre membranas de silicona con sangre defibrinada de buey. Las hembras han sido

mantenidas en jaulas individuales (jaulas de cloruro de polivinil), lo que ha permitido recoger numerosos datos fisiológicos: primera puesta de larvas, periodo medio interlarval, número de pupas producidas por hembra, pesos medios de las pupas. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios para tener una cría en expansión. Según estos resultados, parece posible obtener crías más importantes de dicha especie.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BALDRY (D. A. T.), MOLYNEUX (D.). Observations on the ecology and trypanosome infections of a relict population of *Glossina medicorum* Austen in the Komoe Valley of Upper Volta. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1980, **74** (1).
2. BAUER (B.), AIGNER (H.). *In vitro* maintenance of *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 1978, **68** : 393.
3. BAUER (B.), IWANNEK (K. H.), HAMANN (H. J.), ADAMSKY (G.). Use of gamma irradiated blood for feeding tsetse flies. Proc. Symp. : Isotope and Radiation Research on Animal Diseases and their Vectors, Vienna, 1979, Vienna, I.A.E.A., 1980. 319.
4. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) : description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM Sér. Ent. méd. Parasit.*, 1973, **11** : 251-262.
5. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). La répartition des glossines en Haute-Volta, Carte à 1/2 000 000. Notice explicative n° 69, Paris, ORSTOM, 1977, 34 p.
6. JORDAN (A. M.). The ecology of the *fusca* group of tsetse flies (*Glossina*) in Southern Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1962, **53** : 355-385.
7. JORDAN (A. M.). The distribution of the *fusca* group of tsetse flies (*Glossina*) in Nigeria and West Cameroon. *Bull. ent. Res.*, 1963, **54** : 307-323.
8. MEWS (A. R.), LANGLEY (P. A.), PIMLEY (R. W.), FLOOD (M. E. T.). Large-scale rearing of tsetse flies (*Glossina* spp.) in the absence of a living host. *Bull. ent. Res.*, 1977, **67** : 119.
9. OAU/STRC. The distribution of tsetse flies (*Glossina*) in Africa 1973. (Maps compiled by J. Ford and K. M. Katondo), Nairobi, OAU/STRC, IBAR, 1976.



# The use of the biconical Challier-Laveissiere trap impregnated with Deltamethrine against glossina

par W. KUPPER, F. EIBL, A. C. van ELSSEN, M. CLAIR (1)

(1) Projet PNUD-FAO/GTZ Lutte Anti tsé-tsé, B.P. 45, Korhogo, Rép. Côte-d'Ivoire.

## RÉSUMÉ

Utilisation du piège biconique Challier-Laveissière imprégné de Deltaméthrine contre les glossines

Un essai de lutte anti tsé-tsé a été fait sur 13 km de galerie forestière au sud de la zone guinéenne sur le ranch de la Marahoué (\*). Une série de pièges biconiques CHALLIER-LAVEISSIÈRE modifiés et imprégnés de Deltaméthrine en poudre mouillable à 2,5 p. 100 ont été placés à 100 m environ l'un de l'autre.

En 16 jours, la réduction de la population (réduction corrigée par rapport à la dynamique des populations d'une rivière témoin) a atteint 98,1 p. 100 pour *G. palpalis* spp., 98 p. 100 pour *G. longipalpis* et 42 p. 100 pour celles du groupe *fusca*. A la fin de l'expérience, 62 jours pour plus tard, les réductions respectives étaient de 100 p. 100, 97 p. 100 et 77,7 p. 100.

Les avantages les plus intéressants de la méthode sont : la simplicité, l'absence d'effets néfastes sur le milieu et un prix de revient inférieur aux autres méthodes.

## INTRODUCTION

For many years tsetse flies have been successfully controlled by either ground- or aerial application of insecticides (6). Since during the last years the production costs for both aviation fuel and insecticides have soared, this operations become difficult to be economically justified. Cheaper methods to achieve the same goal, control of Glossina, must be developed, particularly in view of smaller operations i.e. on ranches, settlement schemes and for the control of human trypanosomiasis.

LAVEISSIERE (3, 5) has shown, that impregnated traps achieve very similar reduction like aerial applications and within almost the same period of time.

The aim of our experiment was to see if :

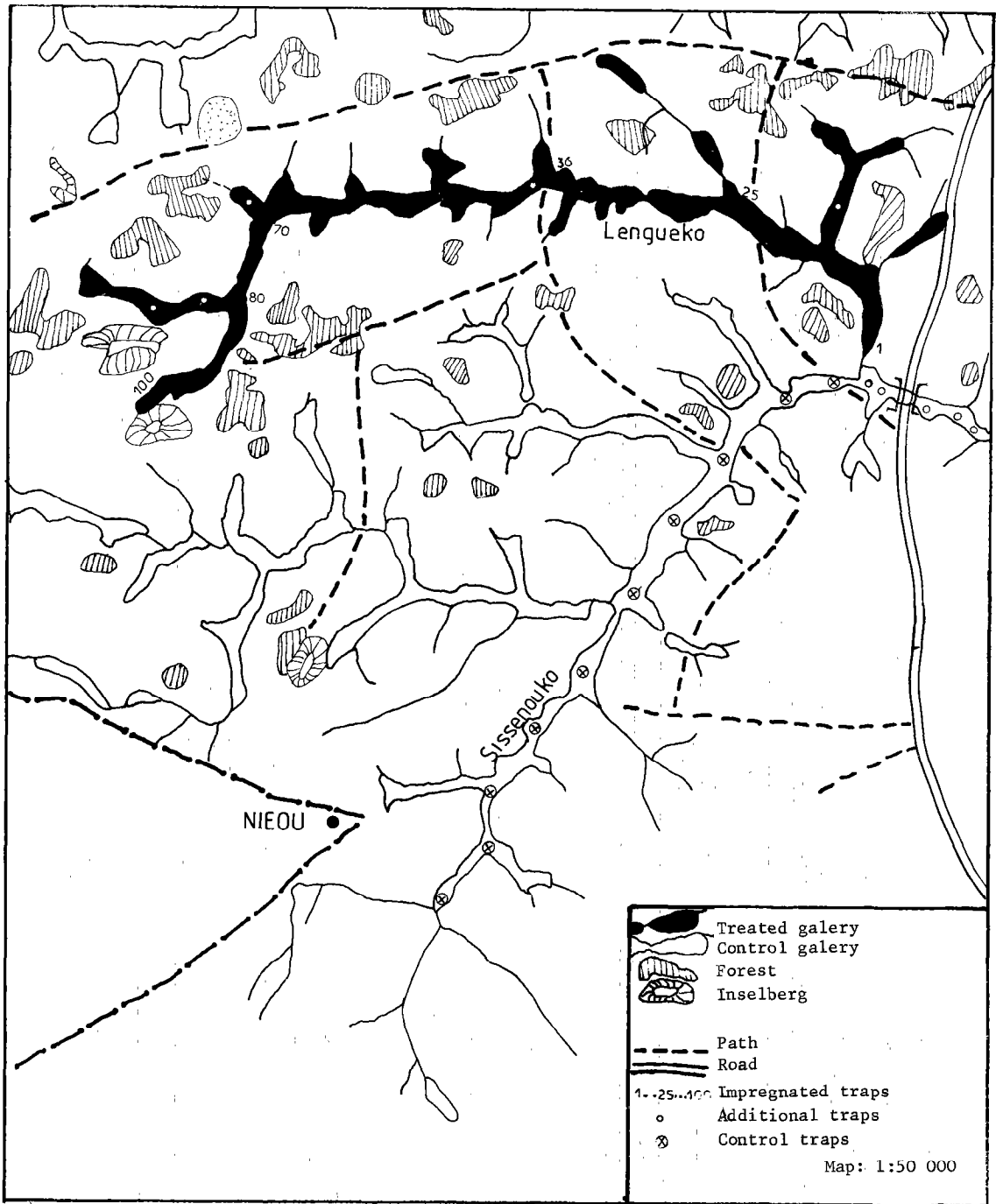
1. other species than *G. palpalis* and *G. tachinoides* can be controlled,
2. this control can also be achieved with lower densities of flies and
3. in larger more ramified gallery forests.

## MATERIAL AND METHOD

In early March 1981, modified CHALLIER-LAVEISSIERE traps (2, 4) were impregnated with 400 mg a.i. Deltamethrin 2,5 p. 100 wettable powder in a metal recipient measuring  $1,0 \times 1,0 \times 0,4$  meters. The absorbing capa-

(\*) NDLR. Le ranch de la Marahoué est situé à environ 120 km, à vol d'oiseau, à l'Ouest de Katiola (Côte-d'Ivoire).

Il a une superficie de 82 300 ha, est limité à l'Est par la rivière Marahoué et au Sud par la route reliant Mankono à Séguéla.



RANCH DE LA MARAHOUE

POSITION OF TRAPS

city of the traps was tested and is approximately 500-ml per trap, but may vary with the kind of tissue and the climatic conditions during the impregnation. After soaking, the traps were dried and the run off solution sprayed onto the surface of the traps. Cotton-balls were used to prevent the central axe from perforating the upper cone of the trap.

Trap positions were marked and the traps put up along the Lenguoko river from its confluence with the Sissenouko to the source. The distance between the traps was approximately 100-150 meters, depending on the suitability of the terrain. The ground around the traps was carefully cleaned for up to 5 meters by cutting grass and bush. The lower end of

the trap was not more than 20 cm from the ground. Regrowth of bush and grass around the trap positions was regularly removed.

The observations lasted due to the onset of the rains only for 62 days. Chemical analysis of the residues were carried out by the laboratory for ecology, Korhogo, at weekly intervals. For reasons unknown the results are not interpretable and therefore left out.

In order to measure the decline of the populations in the treated river, traps 1, 10, 20 etc. were ordinary non treated CHALLIER-LAVEISSIERE traps (1). One trap every kilometer was also used for control purposes along the Sissenouko and at time intervals as shows in graphs 1-3 control catches were made. For this purpose, the cages were put onto the cones of all control traps in both rivers on one day and the catch counted 48 hours later. Thereafter, the cages were again removed.

Prior to the actual experiment, the density per 10 traps and 2 days was measured several times and the average density (a.d.) calculated (s. Tab. 1).

TABLE N°I-Average densities per 10 traps during 48 hours on 3 occasions

River	<i>G. palpalis</i> spp.	<i>G. longipalpis</i>	group <i>fusca</i>
Lengueko	36,3	31,6	23,7
Sissenouko	41,5	15,0	11,0

*G. tachinoides* and *G. morsitans* were present in insignificant densities of less than 1 and 2,3 respectively and therefore not taken into consideration.

The corrected percentage of reduction (in relation to the control river) was calculated with the following formula :

$$\frac{E_i \cdot \frac{C_f}{C_i} - E_f}{E_i \cdot \frac{C_f}{C_i}} \cdot 100$$

Thereby being :

$E_i$  = initial a.d. treated river

$E_f$  = a.d. treated river on day X

$C_i$  = initial a.d. control river

$C_f$  = a.d. control river on day X

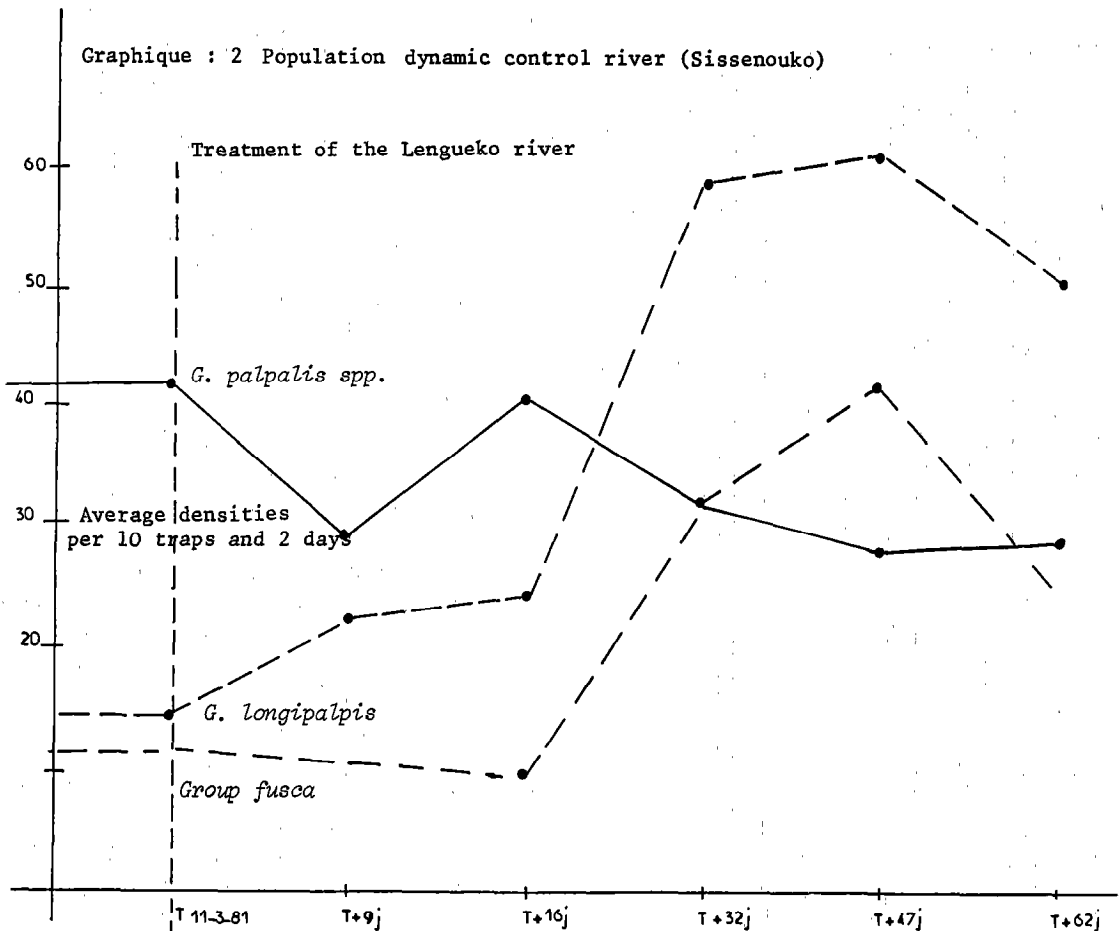
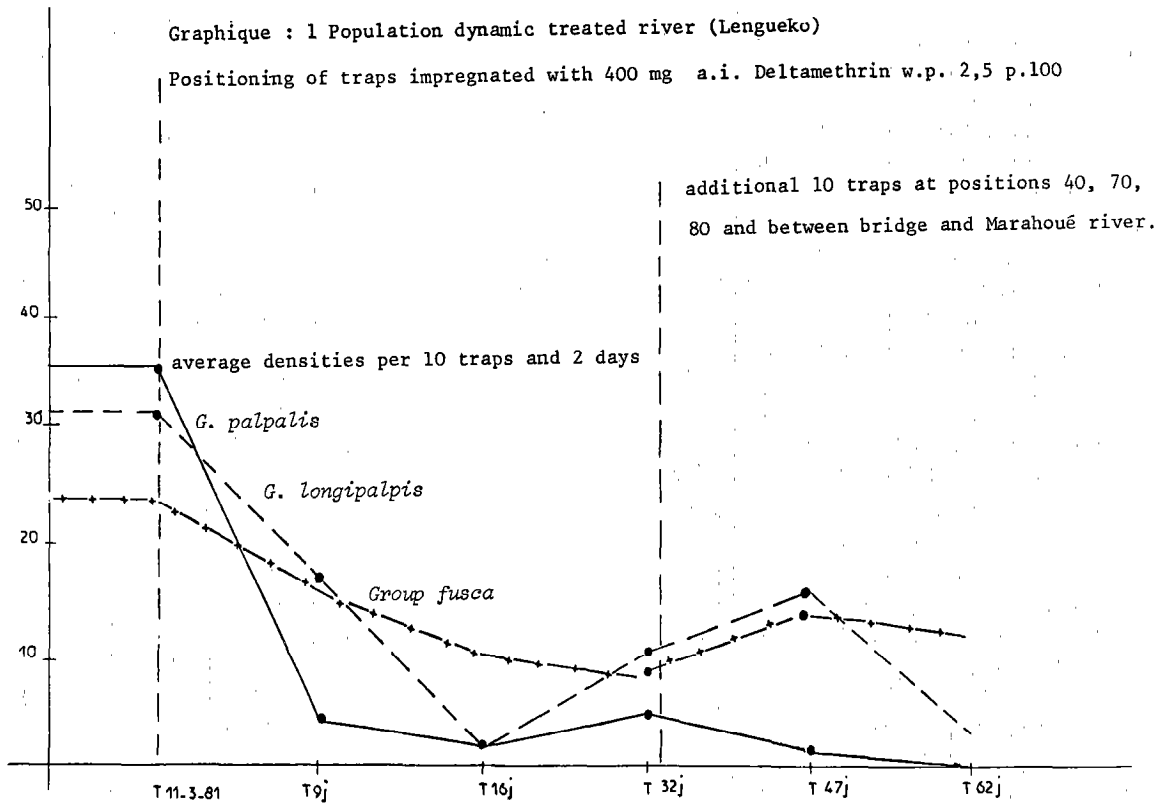
## RESULTS AND DISCUSSION

### *Glossina palpalis* spp.

From graphs 1 and 2 can be seen, that there was an almost identical density in both rivers of 36,3 in the Lengueko and of 41,5 flies in the Sissenouko (s. tabl. 1). 9 days after the treatment we observed a sharp decline in the treated river in which the reduction is 89 p. 100 or 84,2 p. 100 if corrected in relation to the natural evolution in the control river (s. graph 3 and tabl. 2). This decline continues and reaches 97,2 p. 100 or 98,1 p. 100 respectively on day 16. On the following occasion, 32 days after the treatment a slight population increase is observed and the reduction drops to 86,2 p. 100 or 82,4 p. 100 corrected. The field record card for this day reveals catches in the treated river at positions 1 (3 flies), 40 and 80 (1 fly each). This increase was certainly due to reinvasions from the main river, the Marahoué, and from non treated small affluents near trap positions 40 and 80. It was therefore decided, to place 10 additional treated traps at these positions as well as between the confluence of Lengueko/Sissenouko and Marahoué river. At the following capture, 47 days after the treatment, the reduction was again 97,2 p. 100 or 96,9 p. 100 respectively and reached 100 p. 100 on day 62. Three month after the beginning 2 flies were caught once more again at positions 1 and 10, most likely reinvaded from the Marahoué. The experiment was then abandoned due to the onset of the rains.

### *Glossina longipalpis*

This species becomes rather a gallery-fly during the hot dry season. The average density at the beginning was 31,6 in the treated river and 15 in the control river respectively (s. tabl. 1). We observed a first reduction of 46,2 p. 100 and 63,4 p. 100 corrected, 9 days after the treatment (s. graph. 3 and tabl. 2), followed by a further reduction to 98,8 p. 100 or 98,0 p. 100 respectively on day 16. As observed for *G. palpalis* there is a slight recovery to a reduction of 68,4 p. 100 or 92,0 p. 100 respectively 32 days later (emergence of puppae?). This is followed by a further recovery to a reduction of 49,4 p. 100 or 88,1 p. 100 respectively on day 47. At the end of the experiment, the reduction reaches



Graphique : 3 Corrected percentage of reduction

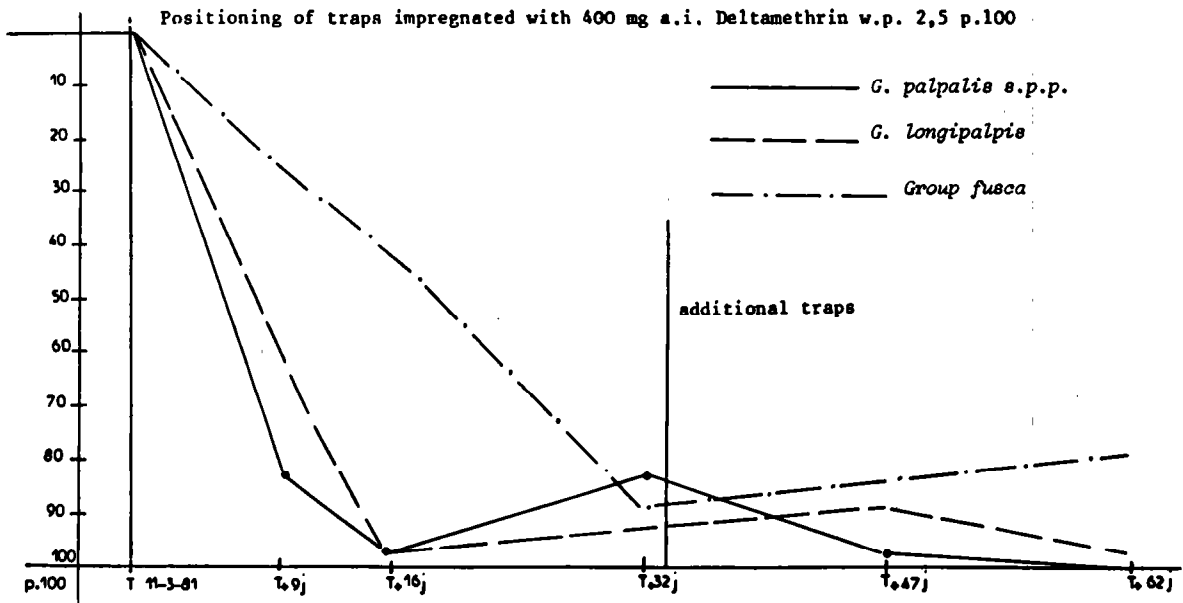


TABLE N°2-Reductions of fly-populations

	T + 9		T + 16		T + 32		T + 47		T + 62	
	r	rc	r	rc	r	rc	r	rc	r	rc
<i>G. palpalis spp.</i>	89	84,2	97,2	98,1	86,2	82,4	97,2	96,9	100	
<i>G. longipalpis</i>	46,2	63,4	98,8	98,0	68,4	92,0	49,4	88,1	90,5	97,2
<i>G. group fusca</i>	32,5	25,7	57,8	42,0	66,2	89,1	40,9	84,5	49,4	77,7

r = reduction ; rc = reduction corrected.

again 90,5 p. 100 or 97,2 p. 100 respectively. Three month after the beginning, only 10 flies could be caught compared to the initial average of 31,6.

### *Group fusca*

Two species of this group were present in both rivers, *G. fusca fusca* and *G. medicorum* in a proportion of 1 : 3. For our purpose, both were considered one.

In both rivers, there was an original density of 23,7 and 11,0 respectively (s. tabl. 1). The reduction went from 32,5 p. 100 or 25,7 p. 100 respectively on day 9 (s. graph. 3 and tabl. 2), to 57,8 p. 100 or 42,0 p. 100 on day 16, and continued to reach 66,2 p. 100 or 89,1 p. 100 respectively 32 days later. On the following catch, 47 days later, the population had slightly recovered, but the reduction was still 40,9 p. 100 or 84,5 p. 100 respectively, to

arrive ultimately at 49,4 p. 100 or 77,7 p. 100 respectively on day 62.

*Glossina tachinoides* was present only in insignificant numbers and disappeared entirely after the impregnated traps were in position.

*Glossina morsitans submorsitans* was regularly caught, but showed a very irregular behavioural pattern. Clearly, this species depends even less on shade and humidity than does *G. longipalpis* and is only temporarily caught in the gallery forest.

It appears that the modified impregnated CHALLIER-LAVEISSIERE trap can well help to control *Glossina* species.

In the case of *G. palpalis spp.*, the reduction was strikingly similar to the one reported by LAVEISSIERE (3, 5) and reaches quickly over 90 p. 100. Attention must be paid to reinvasions from mainstreams or in the case of large streams from up- and downstream. The

control of such reinvasions could probably be achieved with some kind of barrier, consisting of perhaps 20 to 30 treated traps over a distance of 2 to 3 kilometers.

It also appeared that good control over *G. longipalpis* was achieved in the gallery forest, although the main targets were riverine species. With treated traps along the edge of the gallery forest and around woodlands, satisfactory control of this savanna-species might be obtainable.

*Group fusca* seemed not to be attracted nor caught by the CHALLIER-LAVEISSIERE trap the way *G. palpalis* or even *G. longipalpis* are attracted and caught. There is a steady decline during the first 32 days, but not as

sharp as observed for *G. palpalis* and *G. longipalpis*. This can be due to the relatively late activity of this species, or this species requires a higher dose of Deltamethrin to be killed.

## CONCLUSION

The authors feel that the use of insecticide impregnated traps is practicable and certainly useful in areas where expensive aerial applications are economically not justified (7).

Larger intervals between the traps should be tried to reduce costs and labour.

The possibility to replace traps by cloth screens should also be studied.

## SUMMARY

13 km of gallery forest on the Ranch de la Marahoué, in the southern guinea zone of the Ivory Coast (8°15'N and 6°15'-6°30'W) were treated with Deltamethrin impregnated CHALLIER-LAVEISSIERE traps (2). Glossina species present were *Glossina palpalis* spp., *G. tachinoides*, *G. morsitans submorsitans*, *G. longipalpis*, *G. fusca fusca* and *G. medicorum*.

The interval between traps was 100 meters. Within 16 days the population reduction (corrected in relation to the populations-dynamic in a control river) reached 98,1 p. 100 for *G. palpalis* spp., 98,0 p. 100 for *G. longipalpis* and 42,0 p. 100 for *Group fusca* flies. At the end of the experiment, 62 days later, the respective reductions were 100 p. 100, 97,2 p. 100 and 77,7 p. 100.

The marked advantages are lower costs, lack of harmful side effects against aquatic and terrestrial fauna and its simplicity.

The method seems to be very useful for smaller tsetse control schemes and in human sleeping sickness foci, though longer intervals between traps should be tested to minimize costs and labour.

## RESUMEN

### Utilización de la matamoscas Challier-Laveissière impregnada de Deltametrina contra las glosinas

Se efectuó un ensayo de lucha contra la mosca tse-tse en 13 km de galería forestal del rancho de la Marahué, al sur de la zona guineana.

Se colocaron a 100 m uno de otro una serie de matamoscas bicónicas Challier-Laveissière modificadas e impregnadas con Deltametrina de polvo mojable a 2,5 p. 100.

En 16 días, la reducción de la población (reducción corregida con relación a la dinámica de las poblaciones de un río testigo) llegó a 98,1 p. 100 por *G. palpalis* spp., 98 p. 100 por *G. longipalpis* y 42 p. 100 por las del grupo *fusca*. Al fin de la experiencia, 62 días más tarde, las reducciones respectivas eran de 100 p. 100, 97 p. 100 y 77,7 p. 100.

Las ventajas más interesantes del método son: la sencillez, la ausencia de efectos nefastos sobre el medio y un precio de coste inferior al de otros métodos.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines: description et essai sur le terrain. *Cah. ORSTOM sér. Ent. méd. Parasit.*, 1973, 11 (4): 251-262.
2. LAVEISSIERE (C.). Description et détails de la construction du piège biconique utilisé pour la lutte contre les glossines riveraines. 1979 a (WHO/VBC/79.746).



3. LAVEISSIÈRE (C.). Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges imprégnés d'insecticide en zone de savane humide. 2<sup>e</sup> partie : Résultats quantitatifs. Doc. Tech. OCCGE. 1979 b, N° 7251.
4. LAVEISSIÈRE (C.). Le piège biconique utilisé à grande échelle contre les glossines riveraines. 1980, N° 19/Oncho/Rap. 80.
5. LAVEISSIÈRE (C.) et al. Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide en zone de savane humide. 4. Expérimentation à grande échelle. 5. Note de synthèse. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 1981, **19** (1) : 41-54.
6. MACLENNAN (K. J. R.). Tsetse transmitted trypanosomiasis in relation to the rural economy in Africa. Part I and II. 1981. *Wld. anim. Rev.*, F.A.O., 1981 (36) : 2-17 ; (37) : 9-19.
7. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.), KUZOE (F. A. S.), BALDRY (D. A. T.). Traps to control and estimate populations of *Glossina* species. *Trop. med. Parasit.*, 1981, **32** : 145-148.

# Observations on and comparisons of various traps for the collection of Glossinidae and other Diptera in Africa

by LEE RYAN and DAVID H. MOLYNEUX

Department of Biology, University of Salford, Salford M5 4WT, U.K.

## RÉSUMÉ

### Etudes et comparaisons de différents pièges pour la collecte de *Glossinidae* et autres diptères en Afrique

L'efficacité relative de différents pièges (pièges biconiques, pièges de Manitoba, pièges adhésifs diversement colorés ; piège de Catts ; piège à eau ; pièges de Moloo et de Swynnerton) a été comparée par des méthodes faciles à mettre en œuvre et ayant déjà fait leurs preuves. Les pièges biconiques standards capturent au moins deux fois plus de *Glossina palpalis* s.l. et de *G. morsitans centralis* que tous les autres pièges, mais ils ne récoltent que peu de simuliés ou de tabanides. Les pièges Manitoba capturent huit fois plus de *Tabanus taeniola*, *T. gratus* et *T. par* que les autres pièges. Les pièges adhésifs, à eau et Malaise récoltent diverses espèces, mais en très faibles quantités. La capture au filet à main sur un homme appât est comparée aux pièges biconiques et à des écrans adhésifs ou électriques portés à dos d'homme pour *G. palpalis* s.l. ; à la capture dans un véhicule en mouvement et aux pièges biconiques pour *G. morsitans centralis*. Des essaims suiveurs de cette dernière espèce ont été observés et capturés ; par contre *G. palpalis* s.l. est peu attirée par l'homme. Le ton de la teinture bleue du matériel utilisé pour les pièges biconiques influe de façon décisive sur la capture de *G. tachinoides*, mais pas sur celle de *G. palpalis* s.l. La collecte de *G. morsitans centralis* à l'aide d'appareils mobiles fournit un grand nombre de mâles âgés et quelques jeunes femelles, alors qu'avec *G. palpalis* s.l. on n'obtient que de très faibles quantités de chacune de ces catégories. Par contre les pièges biconiques capturent, pour ces deux espèces, de grandes quantités de chaque sexe, avec une bonne représentation de tous les âges. L'inverse est vrai pour les femelles de *Simulium damnosum* s.l. qui approchent volontiers l'homme mais sont très peu attirées par les pièges biconiques. De petits nombres de conopides *Stylogaster leonum*, de *G. pallicera* et de *G. fusca* ont également été capturés par les pièges biconiques.

## INTRODUCTION

The 3-dimensional, visually attractive traps developed specifically for tabanids, the Manitoba trap (34) and canopy trap (4), have not yet been evaluated for catching tsetse (*Glossina* spp.). Prior to this study, the biconical trap (7, 23), as far as we are aware, has not yet

been used to sample tabanids or simuliids (28). Several types of traps have found only limited use sampling tsetse, such as the Malaise trap (31) sticky traps (Dr D. A. TURNER, pers. comm.) and water traps (9, 35).

Compared to the plethora of new tsetse trap designs in the first half of this century (12, 8, 33, 13, 19), the latter half has provided few

new trap designs (15, 7, 18, 10). The most widely used trap for tsetse is the biconical trap (7). Five colour combinations were compared (6) showing a blue lower cone with black inner baffles to catch at least two-times more than others tested.

The present paper compares relative trapping efficiencies for tsetse and tabanids for the traps named above, including four different colour combinations of biconical trap, a smaller easier to make biconical, Moloo and Swinnerton traps. Specially constructed biconical traps were assessed for catching blackflies (*Simulium* spp.). Vector collector catches and vehicle collection catches were also made for comparison.

## MATERIALS AND METHODS

The studies were undertaken during March 1979 at area I in Upper Volta, April 1979 at area III and IV in Ivory Coast, May 1979 at area II in Togo, February/March 1980 at area Va and b in Ivory Coast and June/July 1980 at area VI in Zambia as part of a project to provide automated sampling devices (25) and to study tsetse ecology (26).

### Study sites

Area I harboured *Glossina tachinoides* Westwood on the River Bougouriba, 100 km from Bobo Dioulasso, Upper Volta (11°4'N, 3°30'W). Traps were placed 100 m apart upstream from the crossing of the road to Diebougou.

Area II harboured *Simulium damnosum* s.l. and *G. palpalis palpalis* R-D, at Djodje on the River Wawa at the Togo/Ghana border (7°43'N, 0°35'E).

Area III harboured *G. palpalis* s.l. and tabanids near the village of Kondorobo, 60 km from Bouaké, Ivory Coast (7°28'N, 4°35'E).

Area IV harboured *G. palpalis* s.l. on the route between Koudougou and Degbézéré, 12 km from Bouaflé, Ivory Coast (6°57'N, 5°39'W).

Area Va harboured *G. palpalis* s.l. and tabanids near the village of Zagoutta, and Vb harboured *G. palpalis* s.l., *G. fusca* and *G. pallicera* in the plantations 2 km from the village of Zagoutta, 12 km from Bouaflé, Ivory Coast (6°56'N, 5°36'W).

Area VI harboured *G. morsitans centralis* in the Kabulwebulwe Resettlement Area, Central Province, Zambia (15°S, 27°E).

### Capture methods

The methods of capture used were as follows:

1. Hand netting at human bait: a) from the man, b) from the surrounding ground.
2. Hand capture in a slow moving vehicle.
3. Electric backpacks (22) having a piece of blue cotton material 50 cm long by 30 cm wide under the grid.
4. Sticky backpacks (17) of blue cotton material, 50 cm by 30 cm, covered in 3 mm thickness of Oecotak A10 non-setting adhesive as this glue was found to be superior to others available (24).
5. Manitoba traps (34), a) with and b) without the black sphere covered in Oecotak, c) with a blue sphere, d) with a dull white sphere and e) with a bright white sphere. The sphere is an 80 cm collapsible frame covered by the cotton material. This design differs from others (21, 1) in having only one central support, which does not allow as much movement of the sphere as a tripod support and which is lighter and easier to assemble.
6. Canopy traps (4) with a 1 m diameter canopy opening.
7. Sticky traps comprising 50 cm squares of cotton material covered with Oecotak, a) black, b) blue and c) bright white.
8. Malaise traps (16) modified to have a central supporting pole and three sides held open by guy lines. The three internal baffles with their attached 40 cm side baffles lead up to a collecting cone. Each trap has therefore three entrances 1.2 m high by 60 cm wide.
9. Water traps made of a 40 cm diameter 8 cm deep tray filled with water and detergent supported 1 m high, a) white, b) blue.
10. Moloo trap, (18).
11. Swynnertons AS trap (33) — a collapsible cloth model supported by two poles and guys. Skirts were attached to convert this to a Moloo trap.
12. Biconical traps (7) with diameter of 80 cm and 1.4 m high.
13. Biconical traps as described by RYAN and MOLYNEUX (23) a) with a lower blue cone of an unknown blue dyed plain weave nylon (109 gm<sup>-2</sup>) and b) with an upper collecting cone of 80-mesh polyester netting.

14. Biconical traps as described by RYAN and MOLYNEUX (23) a) with blue lower cone and black baffles, b) with blue lower cone and bright white baffles, c) with black lower cone and dull white baffles, d) with black lower cone and bright white baffles.

15. Bipyramidal traps are three 80 cm sided, 1.2 m high, versions of the biconical trap and are cheaper and easier to construct.

16. Biconical traps suspended from overhead trees.

17. Biconical traps with sticky inserts placed either on the inner baffles or at the entry ports.

All traps had a sticky band on the supports 5 cm above ground to prevent access and predation by ants. Collecting cones of all traps and the complete Malaise trap were made of grey plastic coated, glass fibre netting. All other materials were unfinished cotton, dyed black, white or blue. In the description above, dull white and bright white refer to the absence or presence of optical brighteners. Blue material in the text refers to cotton dyed with Phthalogen Blue IF3GM (23).

Most traps were compared in a  $5 \times 5$  latin square design although randomised block designs were used too, the chosen method is shown in the Results. Comparisons between traps and hand capture at human bait or vehicle are considered qualitatively, quantitative differences must be accepted with the limitations of experimental design.

Unless otherwise stated traps were spaced 50 m apart and where possible out of sight of adjacent traps. Traps were emptied at least once a day and the numbers of flies (n) transformed to  $\text{Log}_{10}(n + 1)$  (38), before analysis of variance (32). Numbers in parenthesis refer to traps described above.

## RESULTS

Table I shows total catch of *G. tachinoides* for the two replicate comparisons of the 3 biconical trap designs. On both occasions the large and small biconical traps (14a & 12) caught 1.5 to 6 times more flies than the biconical trap with a shiny blue lower cone (13a). In the initial trial the large biconical trap (14a) caught more than 4 times the number caught by the small biconicals, whereas the replicate showed no significant difference.

TABLE I—Number of *G. tachinoides* collected by 3 types of biconical trap in Area I compared by a randomised block design with 5 replicates during two periods of 28h with traps 100m apart and 50h with traps 30m apart

Period of	Numbers of specimens collected in <sup>1</sup>			
	14a	13a	12	Total
28 h	311a <sup>2</sup>	53c	74b	438
50 h	210a	82b	180a	472
Total	521	135	254	910

1. Trap type

14a Biconical trap (large) with black baffles and blue lower cone

13a Biconical trap (large) with shiny blue lower cone

12 Biconical trap (small).

2. Numbers followed by the same letter horizontally are not significantly different at the 5 % level of confidence by analysis of variance of the transformed data ( $\text{Log}_{10}(n + 1)$ ).

Table II shows total catch of *G. palpalis* s.l., *Tabanus taeniola* Palisot de Beauvois, *T. gratus* Leow and *T. par* Walker for the latin square designed experiment to compare 5 different traps. The biconical traps with two different coloured blue lower cones (13a & 14a) caught more than 10 times the total catch

TABLE II—Number of tabanids and tsetse collected by different traps in Area III compared by a latin square design

Species	Number of specimens collected in <sup>3</sup>					Total
	14a	13a	17	5b	6	
<i>G. palpalis</i> s.l.	200a	383a	26b	8c	2c	619
<i>Tabanus taeniola</i>	8b	7b	0b	68a	5b	88
<i>T. gratus</i> & <i>T. par</i>	2b	5b	0b	29a	1b	37
Total	210	395	26	105	8	744

3. Trap type : 5b Manitoba trap with black sphere ; 6 Canopy trap ; 13a Biconical trap (large) with shiny blue lower cone ; 14a Biconical trap (large) with black baffles and blue lower cone ; 17 Biconical trap (large) with sticky inserts.

2. As for Table I.

of biconical traps with sticky inserts, black Manitoba traps or canopy traps (17, 5b & 6) but themselves were not significantly different. Manitoba traps with black spheres (5b) caught at least 8 times more tabanids than the other traps which only caught between 6 and 12 flies over 11 days.

Table III shows total catch of *G. palpalis* s.l. for the latin square designed comparison of 12 different traps. The standard biconical trap (14a) caught at least 2 times as many flies as any other of the different coloured biconical traps (14b, c & d). The biconical with blue lower cone and bright white baffles (14b) caught at least 2 times more flies than the other colour combinations. The bipyramidal trap (15) caught less than half the number caught by the standard biconical but at least 2 times the number caught by Manitoba (5b, c, d & e), Malaise (8), Moloo (10) or Swynnerton (11) traps which all caught only in single figures each day.

Table IV shows total catch of *G. morsitans centralis* for the latin square designed comparisons of 16 different traps. The overall conclusions are much the same as for *G. palpalis* s.l. with the standard biconical (14a), blue/white biconical (14b) and bipyramidal (15) traps catching totals decreasing by factors of two or more but all three catching at least 2 times as many as the other traps.

In Area Vb 5 standard biconical traps (14a) during 10 days caught 169 *G. palpalis* s.l., 14 *G. pallicera* and 8 *G. fusca*, whereas out of 5 white, 5 blue and 4 black sticky traps only 2

*G. palpalis* were caught by the blue sticky traps. This result contrasts with results for *G. morsitans centralis* (table IV) where during 19 days 72, 50 and 12 tsetse were caught by 5 blue, white and black sticky traps (7), respectively, compared to 487 caught by 5 biconical traps.

Tabanids were caught occasionally by biconical and Malaise traps but 8 times as many were caught using black Manitoba traps. In Area Va Manitoba traps with white, blue and black spheres caught 43, 41 and 65 *T. taeniola*, *T. gratus* and *T. par* and 6 conopids whereas during the same period biconical traps caught no conopids 6 *T. taeniola* and 3 *T. gratus*.

In Area II 2 biconical traps (13b) were positioned near known breeding sites of *Simulium* spp. for 8 days and captured 61 *S. damnosum* s.l. 18 *G. palpalis palpalis* and 7 *Stylogaster leonum* West. (Conopidae). When traps were raised to 2 m and 10 m or had a 12 V blacklight source incorporated only Lepidoptera and *Antocha* spp. (Tipulidae) were captured. WHO Onchocerciasis Control programme vector collectors visited the site, catching flies for 11 h on 2 days, separated by a 1-week interval and on both occasions collected in excess of 1 300 *S. damnosum* s.l.

Table V summarises results from two comparisons of different sampling techniques, the first comparing three methods of capture from a human bait (1a & b, 3 & 4) and biconical traps and the other comparing biconical traps (14a), capture from a vehicle (2) and from human bait (1a & b).

TABLE III—Number of *G. palpalis* s.l. collected by different traps in Area Va compared by a latin square design

Number of trap days	Number of specimens collected in <sup>4</sup>												All traps
	14d	14a	14b	14c	15	5d & e	5b	8	5c	11	14a	10	
2	9d	38a	26b	5d	22c	-	-	-	-	-	-	-	100
1,5	27d	159a	72b	8d	63c	-	-	-	-	-	-	-	329
3	26d	199a	148b	-	88c	-	-	-	-	-	-	-	461
2	34c	141a	53b	-	49bc	-	-	-	-	-	-	-	277
5	-	215a	154b	-	73c	37d	-	-	-	-	-	-	479
3	-	111a	56b	-	-	-	26c	15c	-	-	-	-	208
3	-	67a	39b	-	-	-	-	-	25c	3d	-	-	134
5	-	131a	-	-	-	-	-	-	30b	-	62a	12b	235
Total	96	1061	548	13	295	37	26	15	55	3	62	12	2223
Avg/trap/day	11.3	43.3	28.1	3.7	21.9	7.4	8.7	5	6.9	1	12.4	2.4	

4. As for Table IV; 2. As for Table I.

TABLE IV-Number of *G. morsitans centralis* collected by different traps in Area V compared by a latin square design

Number of trap days	Number of specimens collected in <sup>4</sup>															All traps
	14b	14d	14a	14c	14a	5d&e	8	5b	15	16	5c	9a&b	7c	7b	7a	
4	30b <sup>2</sup>	11c	96a	16b	90a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	243
4	23b	7b	-	4c	92a	0d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126
7	48b	-	-	-	104a	-	7c	3c	29b	-	-	-	-	-	-	191
7	20b	-	-	-	106a	-	-	-	34b	109a	5c	-	-	-	-	274
19	-	-	-	-	487a	-	-	-	-	-	-	2c	50b	72b	12c	623
Total	121	18	96	20	879	0	7	3	63	109	5	2	50	72	12	1457
Total per trap day)	5.5	2.25	24	2.5	21.4	0	1	4.5	0.4	15.57	0.7	0.1	2.63	3.79	0.6	

4. Trap type : 5. Manitoba traps. b - Black sphere, c - blue sphere, d - dull white sphere, e - bright white sphere. 7. Sticky traps. a - black, b - blue, c - bright white. 8. Malaise traps. 9. Water traps. a - white, b - blue. 10. Moloo trap. 11. Swynnerton trap. 14. Biconical trap (large); lower cone : baffles. a - blue : black, b - blue : bright white, c - black : dull white, d - black : bright white. 15. Bipyramidal traps. 16. Biconical trap (swinging) (14a).

2. As for Table I.

TABLE V a. Number of *G. palpalis* s.l. collected by different sampling techniques in Area IV during a 24hr period

	Numbers of specimens collected in <sup>5</sup>								
	1a & b	3	4	14a	Total				
	1	3	2	46	52				
TABLE V b Numbers of <i>G. morsitans centralis</i> , percentage females, percentage tenerals and mean age for different sampling techniques in Area VI									
Sampling methods	Number of sampling days	Sample Size Male	Sample Size Female	Mean Wing Male	Mean Wing Female	p.100 Female	Mean ovarian Age	p.100 Male	Teneral Female
14a	19	291	197	2.1	2.5	40.4	3.5	15.1	6.9
2	2	146	87	1.6	1.4	37.3	2.4	34.9	36.8
1a	2	110	41	1.5	1.3	37.3	1.5	21.8	65.9
1b	2	583	6	2.2	1.0	1.0	-	1.5	50.0

5. Capture methods : 1a & b Hand netting from human bait; 2 Hand capture in a slow moving vehicle ; 3 Electric backpack ; 4 Sticky backpack ; 14a Biconical trap (large).

## DISCUSSION

Absolute trap efficiency is the number of flies  $n$ , expressed as a percentage, removed from a population of size  $N$ , per trapping unit per unit time. Without knowledge of population size or growth rate (27) only relative efficiency may be assessed by comparison with

other traps. This study and others (30, 21, 6) determine the relative efficiency of traps to attract and retain flies. In other studies the attraction is performed by odour (10, 11, 36) and 100 p. 100 efficiency is taken as an electrocuting grid. In this study, various traps and sampling methods are compared to the biconical trap. None of the traps considered caught



more than half the number of tsetse caught by biconical traps, but as is already known the Manitoba traps caught 8 times as many tabanids as other traps and Malaise, Water and Sticky traps caught a more diverse sample.

From tables III and IV, groups of traps decrease in efficiency for catching *G. palpalis* s.l. and *G. morsitans centralis* in the following order: stationary or swinging biconical (blue/black 14a) > biconical (blue/bright white 14b) and bipyramidal (15) > biconical (black/dull white 14c) and (black/bright white 14d) > Sticky traps (7), Manitoba traps (5), Canopy traps (6), Malaise traps (8), Moloo traps (10), Swynnerton traps (11), Water traps (9) where a difference is only judged significant at the 5 p. 100 confidence level or better.

Clearly the biconical shape is important as is the colouring. From table I, the exact blue dye is important to *G. tachinoides* but not to *G. palpalis* s.l. (table II) probably because the Area III habitat had dense vegetation and light reflection from the trap lower cone was less than in Area I where traps were in the open at the waters edge to catch *G. tachinoides*.

The randomised block design is useful but does not give sufficient indication of where variance occurs. Therefore the results in table I show two replicates of the same comparison in the first the 3 trap types are significantly different by factors of 6:4:1. The replicate however shows only a difference between the two standard biconicals (small and large 12 & 14a) and one with the shiny blue nylon lower cone (13a) by factors of 2.6:2.2:1. The only difference between the replicates was closer trap placement in the replicate, the poor resolution is probably due to trap interaction, a factor which can be accounted for by using a latin square design.

Replicates of traps were chosen in this study rather than time (period) replicates because although this requires more trap manufacture it is more reliable than the vast differences encountered between periods (6). Variance due to position on rows or columns was always significant, but this is to be expected in view of the literature on the importance of trap placement (3, 20, 5), further quantitative information on this subject could be gained using latin square design and trying to minimise the variance due to position. Variance due to interaction was never significant.

Differences between traps are discussed in terms of total catch since unless a trap is found that is superior to the biconical trap in total catch of males or females the detailed breakdown or analysis of physiological status is likely to be of little merit.

The comparisons of hand capture from human bait (1, 3 & 4), vehicle (2) and biconical traps (table V) shows that *G. palpalis* s.l. in Areas IV and Va approach man reluctantly a view strengthened by field observation. Male *G. morsitans centralis* on the other hand, approach men readily as the « following swarm » (2), the vehicle capture was composed of 37 p. 100 females compared to 40 p. 100 in biconical traps and 1 p. 100 in flies netted from the ground near man, but 37 p. 100 caught off man. Also the mean age of the sample (table V) is lower for hand caught flies from man or vehicle than from the ground or traps. These results show that the sampling method of choice will be determined by the exact field conditions and species under study, which will often be different (14).

The biconical traps in Area II caught only 61 *S. damnosum* in an area where the man biting rate was in excess of 700 flies/man/day. This is very poor but a trap is needed for Simuliids (37) and work of the sort described in this paper could lead to a useful alternative to capture at human bait.

An interesting additional capture was that of conopids *Stylogaster leonum* West. concurrently with *G. palpalis palpalis* (see also 29). Also, in all study sites, between 10 and 20 tsetse were trapped on the anti-ant glue bands.

The methods of trap comparison used here requires little time, finance or manpower to evaluate new and established trap designs quickly against different species in different habitats while at the same time providing data relevant to the study of *Glossina* ecology.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by a grant from the Overseas Development Administration (Research Scheme R3425) and UNDP/FAO (ref. DP 9/5 RAF 75/001). We are also grateful to the staff of the World Health Organisation, Trypanosomiasis Research Project and UNDP/FAO Tsetse Applied Research and Training Project and staff of WHO Onchocer-

ciasis Project for their help in the field and to the villagers of Kondorobo and Zagoutta for their helpful co-operation. Help and hospitality in the field were freely given by Drs W. KUPPER, U. ZILLMAN and H. POLITZAR, Mr and Mrs T. GOOCH and J. F. WALSH in Upper Volta, F. A. S. KUZOE, J. CULLEN, S. L. CROFT and S. COULIBALY in Ivory Coast and

D. A. T. BALDRY, Y. TAZE, and J. POLLOCK in Zambia. We are grateful to Drs K. G. V. SMITH, J. E. CHAINEY and A. M. HUTSON for the identification of conopids, tabanids and tipulids, respectively. Dr J. McKY for statistical advice and to Drs A. M. JORDAN, T. LEWIS and M. W. SERVICE for their criticism of the manuscript.

#### SUMMARY

The relative trapping efficiency of different coloured biconical, Manitoba and sticky traps, canopy, water, Moloo and Swynnerton traps are compared by easily managed, time-efficient methods. Standard biconical traps caught at least twice as many *Glossina palpalis* s.l. and *G. morsitans centralis* as any other trap but caught only low numbers of simuliids or tabanids. Manitoba traps caught eight times more *Tabanus taeniola*, *T. gratus* and *T. par* than any other trap. Sticky, water and Malaise traps caught diverse species but in very low numbers. Hand netting from a human bait is compared to biconical traps, electric and sticky backpacks for *G. palpalis* s.l. and compared to capture from a moving vehicle and biconical traps for *G. morsitans centralis*. Following swarms of the latter were observed and caught but *G. palpalis* s.l. approached man reluctantly. The exact blue-dyed material used for biconical traps is critical for the capture of *G. tachinoides* but not *G. palpalis* s.l. Vector collections of *G. morsitans centralis* provided large numbers of old males and a few young females, but vector collections of *G. palpalis* s.l. provided very low numbers of either whereas in both cases biconical traps caught large numbers of both sexes with a good representation of all ages. The converse is true for *Simulium damnosum* s.l. females which approach man readily but biconical traps very reluctantly. Small numbers of conopids *Stylogaster leonum* and *G. pallicera* and *G. fusca* were also captured by biconical traps.

#### RESUMEN

##### Estudios y comparaciones de diferentes matamoscas para coger *Glossinidae* y otros dípteros en África

Se comparó la eficacia relativa de diferentes matamoscas (matamoscas: bicónicas; de Manitoba; adhesivas diversamente coloradas; de Catts; con agua; de Moloo y de Swynnerton) mediante métodos fáciles de utilizar y comprobados. Las matamoscas bicónicas standard capturan al menos el doble de *Glossina palpalis* s.l. y de *G. morsitans centralis* que todas las otras matamoscas, pero no recogen más que pocos simúlidos o tabánidos. Las matamoscas Manitoba capturan ocho veces más de *Tabanus taeniola*, *T. gratus* y *T. par* que las otras matamoscas. Las matamoscas adhesivas, con agua y Malaise recogen varias especies, pero poco numerosas. Se compara la captura a la red a mano sobre un hombre cebo a las matamoscas bicónicas y a pantallas adhesivas o eléctricas transportadas montadas en hombre en cuanto a *G. palpalis* s.l., a la captura en un vehículo en movimiento y a las matamoscas bicónicas por *G. morsitans centralis*.

Se observaron y se capturaron enjambres seguidores de la última especie; en cambio, *G. palpalis* s.l. es poco atraída por el hombre. El tono de la tinte azul del material utilizado para las matamoscas bicónicas influye de modo decisivo sobre la captura de *G. tachinoides*, pero no sobre la de *G. palpalis* s.l. La recogida de *G. morsitans centralis* por medio de aparatos móviles da un gran número de machos entrados en años y algunas jóvenes hembras, mientras que, se encuentran muy pocas cantidades de cada una de estas categorías en lo concerniente a *G. palpalis* s.l.

En cambio, las matamoscas bicónicas capturan importantes cantidades de cada sexo de dichas dos especies, con una buena representación de todas las edades.

Lo contrario es verdad por las hembras de *Simulium damnosum* s.l. que fácilmente se ponen en contacto con el hombre pero son muy poco atraídas por las matamoscas bicónicas. Se capturaron también números reducidos de conopides *Stylogaster leonum*, de *G. pallicera* y de *G. fusca* por las matamoscas bicónicas.

## REFERENCES

1. BERLYN (A. D.). Factors attracting the sheep head fly *Hydrotea irritans* (Fallen) (Diptera : Muscidae), with a note on the evaluation of repellents. *Bull. ent. Res.*, 1978, **68** : 583-588.
2. BURSELL (E.). The behaviour of tsetse flies (*G. swynnertoni*) in relation to problems of sampling. *Proc. r. Ent. Soc. A.*, 1961, **36** : 9-20.
3. BUXTON (P. A.). The natural history of tsetse flies. London, H. K. Lewis Ltd., 1955. (School of Hygiene and Tropical Medicine, Memoir No. 10.)
4. CATTS (E. P.). A canopy trap for collecting Tabanidae. *Mosq. News*, 1970, **30** : 472-474.
5. CHALLIER (A.). Trapping technology. In : Laird (M.), ed. Tsetse, The future for biological methods in integrated control, Ottawa, IDRC-077e, 1977, p. 109-123.
6. CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.), LAVEISSIÈRE (C.). Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM Sér. ent. méd. Parasit.*, 1977, **15** : 283-286.
7. CHALLIER (A.), LAVEISSIÈRE (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines. Description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM Sér. ent. méd. Parasit.*, 1973, **11** : 251-262.
8. CHORLEY (C. W.). Traps for tsetse flies of the « crinoline » and « ventilator » forms. *Bull. ent. Res.*, 1933, **24** : 315-317.
9. DRANSFIELD (R.). Preliminary observations on the use of water traps for sampling tsetse flies in Nigeria. *Tsetse Tryp. Inf. Q.*, 1980, **3** : 7.
10. HARGROVE (J. W.). Some advances in the trapping of tsetse (*Glossina* spp.) and other flies. *Ecol. Ent.*, 1977, **2** : 123-137.
11. HARGROVE (J. W.). Improved estimates of the efficiency of traps for *G.m. morsitans* West. and *G. pallidipes* Aust. with a note on the effect of the concentration of accompanying host odour on efficiency. *Bull. ent. Res.*, 1980, **70** : 579-588.
12. HARRIS (R. H. T. P.). The control and possible extermination of the tsetse by trapping. *Act. Conv. Ter. Trop. Malar. Morb.*, 1938, **1** : 663-677.
13. JACK (R. W.). Studies in the physiology and behaviour of *Glossina morsitans* West. *Mem. Dep. Afr. S. Rhod.*, 1939, **1** : 1-203.
14. KOCH (K.), SPIELBERGER (U.). Comparison of handnets, biconical traps and an electric trap for sampling *G. palpalis palpalis* (R-D) and *G. tachinoides* West. (Diptera : *Glossinidae*) in Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 1979, **69** : 243-254.
15. LANGRIDGE (W. P.). Tsetse fly traps and trapping methods. In : *Proc. 14th Meeting OAU/ISCTRC, Dakar, Senegal, 1975*. p. 277-281.
16. MALAISE (R.). A new insect trap. *Entomol. Tidskrift, Stockholm*, 1937, **58** : 148-160.
17. MALDONADO. R. Soc. Sleeping Sickness Commission *Bull.*, 1910, **2** : 26-27.
18. MOLOO (S. K.). A new trap for *Glossina pallidipes* Aust. and *G. fuscipes* Newst. *Bull. ent. Res.*, 1973, **63** : 231-236.
19. MORRIS (K. R. S.), MORRIS (M. G.). The use of traps against tsetse in West Africa. *Bull. ent. Res.* 1949, **39** : 491-528.
20. MULLIGAN (H. W.), ed. The African trypanosomiasis. London, Allen Unwin Ltd., 1970.
21. ROBERTS (R. H.). The comparison of six tabanid traps. *Mosq. News*, 1976, **36** : 530-535.
22. ROGERS (D. J.), SMITH (D.). A new electric trap for tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 1977, **67** : 153-159.
23. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.). Construction details of the Challier/Laveissière biconical trap. In : FAO/IAEA Int. Symp on « the use of isotopes for research and control of vectors of animal diseases, Vienna, 7-11 May 1979. Vienna, I.A.E.A. 1980. p. 339-353.
24. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.). Non-setting adhesives for insect traps. *Ins. Sci. Its Appl.*, 1981, **2** : 349-355.
25. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.), HARRISON (N.), HILLIER (M.). An automatic tsetse (Diptera : *Glossinidae*) trap. *Trop. Pest Man.*, 1981, **27** : 111-115.
26. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.), KUZOE (F. A. S.). Differences in rate of wing fray between *Glossina* species. *Tropenmed. Parasit.*, 1980, **31** : 111-116.
27. RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.), KUZOE (F. A. S.), BALDRY (D. A. T.). Traps to control and estimate populations of *Glossina* species. *Tropenmed. Parasit.*, 1981, **32** : 145-148.
28. SERVICE (M. W.). Methods for sampling adult Simuliidae, with special reference to the *S. damnosum* complex. *Trop. Pest Bull.*, 1977, **5**, 48 p.
29. SMITH (K. G. V.), BALDRY (D. A. T.). Some Dipterous puparia resembling and found among those of tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 1968, **59** : 367-370.
30. SMITH (I. M.), RENNISON (B. D.). Studies of the sampling of *G. pallidipes* Aust. I. The numbers caught daily on cattle in Morris traps and on a fly round. *Bull. ent. Res.*, 1961, **52** : 165-182.
31. SNOW (W. F.), BOREHAM (P. F. L.). The feeding habits and ecology of the tsetse fly *G. morsitans submorsitans* in the relation to Nagana transmission in the Garibiai. *Acta trop.*, 1979, **36** : 47-51.
32. SOKAL (R. R.), ROHLF (F. J.). Biometry, the principles and practice of statistics in biological research. San Francisco, W.H. Freeman and Co., 1969, 776 p.
33. SWYNNERTON (C. F. M.). The tsetse 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.
34. THORSTEINSON (A. J.), BRACKEN (G. K.), HANEC (W.). The orientation behaviour of horse-flies and deer flies. III. The use of traps in the study of orientation of Tabanids in the field. *Ent. Exp. Appl.*, 1965, **8** : 189-192.
35. TURNER (D. A.). Water traps for sampling *G. pallidipes* in Kenya. *Tsetse Tryp. Inf. Q.*, 1980, **3** : 151.
36. VALE (G. A.), HARGROVE (J. W.). A method of studying the efficiency of traps for tsetse flies and other insects. *Bull. ent. Res.*, 1979, **69** : 183-193.
37. WALSH (J. F.). Sticky trap studies on *Simulium damnosum* s.l. in Northern Ghana. *Tropenmed. Parasit.*, 1980, **31** : 479-486.
38. WILLIAMS (C. B.). The use of logarithms in the interpretation of certain entomological problems. *J. appl. Biol.*, 1936, **24** : 404-414.

# Notes on *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) from the Sudan in relation to the epidemiology of bluetongue virus disease

by J.P.T. BOORMAN and P. MELLOR

Animal Virus Research Institute, Pirbright, Woking, Surrey, GU24 0NF, Great Britain.

## RÉSUMÉ

Notes sur les *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) du Soudan relatives à l'épidémiologie de la fièvre catarrhale du mouton

Des captures de *Culicoides* au piège lumineux dans les régions de Khartoum et de Wad Medani au Soudan ont comporté onze espèces. Les références préalables sont discutées, le nombre d'espèces enregistré jusqu'à présent étant seize.

Une analyse des captures a donné un cycle gonotrophique d'une durée de cinq jours pour *C. kingi* et *C. imicola*, ainsi qu'un taux de survie quotidien de 0,86 et 0,72 respectivement.

*C. kingi* et *C. imicola* sont probablement considérés comme les espèces de *Culicoides* les plus vraisemblablement impliquées dans les cycles de transmission virale. Cependant, un examen de 11 193 *C. kingi* et de 848 *Culicoides* d'autres espèces n'a permis aucun isolement du virus. Plusieurs raisons possibles pour ce phénomène sont discutées.

## INTRODUCTION

Although studies have been made of insects of medical importance in the Sudan (e.g. LEWIS, 12, 13, 14, 15), little attention seems to have been given to insects of veterinary significance. For instance, bluetongue virus (BTV) appears to be widespread and infections with this virus are common (7), but there is little information on the presence or distribution of the potential vector species or of their biology in the Sudan. The following notes represent data collected during 3 short visits in October 1979, February 1980 and October 1980 as part of a general study on *Culicoides* and viruses affecting ruminants in the area.

## MATERIALS AND METHODS

Insects were collected in Monks Wood light traps (20) operated from a car battery or from the mains supply via a transformer from dusk until dawn.

Those insects required for identification purposes were collected in saline with a little weak detergent and were preserved in formalin until return to the United Kingdom. *Culicoides* were then sorted under a stereomicroscope and were slide-mounted where necessary. Identifications were made by comparison with specimens in the British Museum (Natural History), by comparison

with descriptions or, where possible, by comparison with types.

The insects required for virus isolation experiments were collected in saline containing 0.1 p. 100 detergent and 100 i.u. of neomycin per ml. *Culicoides* species were sorted under a binocular within 12 h of capture and were distributed into the following groups: *C. kingi* (nulliparous and parous), *C. imicola* (nulliparous and parous), « other *Culicoides* » (nulliparous and parous) and « mixed blood-engorged *Culicoides* ». Nulliparity or parity was gauged by the absence or presence of red abdominal pigment (6).

All *Culicoides* intended to be used in virus isolation experiments were kept at 4 °C for at most 48 h, after which they were transferred to - 70 °C until required for processing. Pools of midges numbering up to 200 were ground in Griffiths tubes containing 3.5 ml of 2 p. 100 bovine albumen in phosphate buffered saline plus 100 i.u. of neomycin per ml. The suspensions were clarified by centrifugation at 2 000 rpm for 5 min and 10-fold dilution series were prepared down to 10<sup>-2</sup>. Virus isolation was then attempted from each pool by intravenous inoculation of 10 day old embryonating chick eggs (9), intracerebral inoculation of 3 day old suckling mice (19) and inoculating BHK 21 cells (18). Eggs and mice dying between 5 and 10 days post infection and tissue cultures showing a cytopathic effect within the same time scale were saved and passed a second time to avoid missing virus strains with a low pathogenicity.

## RESULTS

### Species recorded in previous and present studies

Sixteen species of *Culicoides* have previously been recorded from the Sudan, namely, *C. austeni* CIM 1920 (17), *C. bedfordi* I & M 1923 (17), *C. fulvithorax* (AUSTEN, 1912) (17), *C. fuscicaudae* MACFIE 1947, *C. grahamii* AUSTEN 1909 (1), *C. neavei* AUSTEN 1912, *C. nilogenus* KIEFFER 1921, *C. nilophilus* KIEFFER 1921, *C. pallidipennis* CIM 1920 (17), *C. praetermissus* CIM 1920 (17), *C. schultzei* (ENDERLEIN 1908) (17), *C. pycnostictus* I & M 1925 (17), *C. schultzei* (ENDERLEIN 1908) (17), *C. signatus* KIEFFER 1921 and *C. similis* CIM 1920 (17).

Of these, the record of *C. bedfordi* cannot be confirmed (MACFIE's specimen in the British Museum is not *bedfordi*) and the descriptions of *C. nilogenus*, *C. nilophilus* and *C. signatus* are too vague for definite identifications to be made (the types of these species have been lost). *C. fuscicaudae* is a synonym of *C. ravus* (3), *pallidipennis* = *imicola* (11) and *praetermissus* = *leucostictus* (24).

During the present study, 11 species of *Culicoides* were recorded: *C. circumscriptus* KIEFFER 1918, *C. distinctipennis* AUSTEN 1912, *C. imicola* KIEFFER 1913, *C. kingi*, *leucostictus* KIEFFER 1911, *C. moreli* CLASTRIER 1959, *C. moucheti* CORNET and KREMER 1970, *C. pycnostictus*, *C. ravus* DE MEILLON 1936, *C. schultzei* and *C. similis*.

The list of species so far recorded can therefore be amended to:

*C. austeni*, *C. circumscriptus*, *C. distinctipennis*, *C. fulvithorax*, *C. grahamii*, *C. imicola*, *C. kingi*, *C. leucostictus*, *C. milnei*, *C. moreli*, *C. moucheti*, *C. neavei*, *C. pycnostictus*, *C. ravus*, *C. schultzei* and *C. similis*.

In October 1979, catches were made at Khartoum (in a garden near the airport and 2 km from the Blue Nile), at Soba (Central Veterinary Laboratory, near cattle and horse pens), at Wad Medani (in town, hotel balcony) and at Nishishiba (University of the Gezira Experimental Farm, 5 km north of Wad Medani, near cattle pens). In 3 catches from Khartoum (total 139 midges), *C. kingi* and *C. imicola* were most abundant (77 p. 100 and 5 p. 100). Other species taken were *C. similis*, *C. ravus*, *C. leucostictus*, *C. pycnostictus* and *C. circumscriptus*. In 2 catches from Soba (total 1,174 midges), *C. kingi* and *C. imicola* accounted for 87 p. 100 and 12 p. 100 of the catch. In Wad Medani, only 2 *C. kingi* were taken. At Nishishiba, the proportions of these species were 81 p. 100 and 18 p. 100 (total midges 14,959). A single *C. moreli* was taken at Nishishiba.

In late January and early February 1980, in addition to catches at these localities, a series of 11 catches was made at a small farm 7 km south of Khartoum, about 150 metres from the bank of the Blue Nile. The number of male and female *C. kingi* and *C. imicola* taken, with other *Culicoides* species, are shown in table I.

The *C. imicola* and *C. kingi* were sorted into 6 age-grades on the basis of presence or absence of red abdominal pigment (6): nulli-



TABLE 1 - The numbers of *Culicoides* species taken at light in eleven catches near Khartoum, January-February 1980

Date	<i>C. imicola</i>		<i>C. kingi</i>		<i>C. circumscriptus</i>		<i>C. similis</i>		<i>C. foveus</i>		<i>C. moucheti</i>		<i>C. pycnostictus</i>	<i>C. distinctipennis</i>
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♀
Jan. 27-28	3	41	433	952	0	1	2	1	236	432	2	9	0	0
28-29	16	148	566	4383	3	6	5	9	486	776	2	8	0	0
29-30	3	54	555	1815	0	5	3	1	198	475	0	6	0	0
30-31	1	19	163	551	0	3	0	0	90	205	1	1	0	0
Jan. 31-Feb. 1	9	34	238	1008	3	6	1	2	51	142	1	2	0	0
Feb. 1-2	7	50	445	1835	0	1	1	2	133	202	1	8	1	1
2-3	16	119	930	6903	3	3	7	3	346	304	1	9	0	1
3-4	5	45	941	1994	6	6	1	3	235	249	0	4	0	0
4-5	0	1	357	335	1	0	0	0	23	33	0	0	0	0
5-6	3	26	555	439	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0
6-7	6	13	331	759	2	6	1	3	31	86	0	1	0	0

parous (without pigment); nulliparous, blood-fed; ovarian stages II-IV (with some pigment developing and some blood in the gut); parous empty (with red pigment); parous blood-fed. These stages were easily distinguished in formalin-preserved midges at low magnification without dissection.

The percentages of these age-grades found over the series of 11 catches were: *C. kingi* 43.9, 3.3, 2.4, 8.8, 39.4 and 2.3 p. 100 (total 20,975); *C. imicola* 18.4, 4.7, 1.1, 54.4, 19.8 and 1.6 p. 100 (total 550). The numbers of nulliparous (first 4 grades) and parous (last 2 grades) midges were analysed by the method of BIRLEY and BOORMAN (2) to obtain estimates of survival rates and lengths of the gonotrophic cycle. For a gonotrophic cycle length of 5 days a daily survival rate of 0.72 was obtained for *C. imicola* (correlation index 0.79); for *C. kingi* a cycle length of 5 days corresponded to an estimated daily survival rate of 0.86 (correlation index 0.79).

#### Virus isolation experiments

All insects for virus isolation were collected at Nishishiba (University of Gezira Experimental Farm), using a light trap positioned at the edge of a cattle pen. A total of

12,041 nulliparous and parous female *Culicoides* were collected over 7 nights (table II). More than 93 p. 100 were *C. kingi*, while *C. imicola* comprised less than 2 p. 100 of the catch. At least 6 other species of midge were collected: *C. circumscriptus*, *C. neavei*, *C. schultzei*, *C. distinctipennis*, *C. similis*, and one or more clear-winged species, but together these made up only 0.4 p. 100 of the total catch. Blood-engorged *Culicoides* comprised the final 4.6 p. 100.

The *Culicoides* were divided into 74 pools during the virus isolation experiments but, although several pools were blind-passaged twice in mice and BHK cells, no viral agent was recovered.

#### DISCUSSION

Of the species so far recorded from the Sudan, only *C. imicola* is known to be involved in the transmission of bluetongue in Africa. The virus has been isolated from *C. milnei* in Kenya (23) and therefore this species, together with the closely related *C. austeni* and *C. moreli*, must be regarded as potential vectors, particularly as this group of midges is often found in close association with cattle (5). *C. austeni* and *C. moreli* may be more abun-



TABLE II - Parous and nulliparous female *Culicoides* collected at Nishishiba for virus isolation experiments

Night of	<i>C. kingi</i>	<i>C. imicola</i>	Other <i>Culicoides</i>	Blood-engorged <i>Culicoides</i>
Oct. 30, 1980	485	5	0	25
31	1004	18	3	62
Nov. 1	3000	47	19	46
2	353	4	5	40
3	1755	50	5	89
4	3425	85	7	236
5	1121	14	4	84
Totals	11193	223	43	582

dant in other regions or in other seasons of the year but from our present evidence of only a single specimen they do not seem likely to be vectors in the Khartoum or Wad Medani area. *C. grahamii* is closely related to *C. imicola* but WALKER and DAVIES (23) regarded this species, together with *C. austeni*, to be of low potential in bluetongue virus transmission. Bovine ephemeral fever virus has been isolated from a pool of midges containing *C. kingi* in Kenya (although in this case the species was *C. kingi* sensu KHAMALA and KETTLE (10) not *C. kingi* sensu AUSTEN (1). Palyam virus has been isolated from pools of midges containing *C. schultzei* and *C. pallidipennis* (22). *C. kingi* was found in large numbers in association with cattle in the present study but its capacity to transmit virus is unknown. Over 11,000 *C. kingi* were examined for viral agents during the course of this work but with completely negative results. There are several explanations, in addition to the possibility of *C. kingi* not being a vector, which might account for this. It may be that the conditions under which the insects were kept after collection were not conducive to virus survival, although BTV is usually highly stable at 4 °C (16). It may be that virus was not circulating in the *Culicoides* population at the time when the insect trapping was carried out, although at this time BTV antibodies were recovered from 9 out of 9 calves at Nishishiba aged between 3 and 6 months (JEGGO, pers. comm.). This indicates virus transmission in the preceding 3 months, since maternal antibody in calves wanes within 3 months of birth. Nevertheless, other information (HERNIMAN, pers. comm.) indicates that different

types of BTV pass through populations of cattle (and so, presumably, *Culicoides*) in the Sudan regularly but that gaps of several weeks or months may occur between the successive waves of virus. It is possible that our 7 nights' trapping at Nishishiba may have fallen into one of these gaps. Clearly, further work is necessary before the role of *C. kingi* as a possible vector of BTV in the Sudan can be understood. BTV has not been isolated from *C. kingi* but the large numbers of this midge at Nishishiba compared to those of a known vector, *C. imicola*, (table II) suggest that *C. kingi* must still be strongly suspected of involvement with bluetongue transmission in the Sudan. EL SINNARY and HUSSEIN (8) have shown that *C. kingi* is involved in the transmission of *Onchocerca gutturosa* in the Sudan and that this species bites Sudanese cattle in the region of the hump.

The figures deduced for daily survival and gonotrophic cycle for *C. imicola* and *C. kingi* compare well with those obtained elsewhere. WALKER (22) deduced a survival rate of 0.8 for *C. imicola* and *C. schultzei* in Kenya, with gonotrophic cycle lengths of 4 days and 5 days, respectively. Although the biology of *C. kingi* is unknown, it is closely related to *C. schultzei* and might be expected to have somewhat similar habits. Given the cycle length and survival found in the present series of catches, both *C. imicola* and *C. kingi* are sufficiently long-lived to be considered as potential vectors of viruses. Both species have been noted to bite cattle, here and elsewhere, and in both the proportion of freshly blood-fed midges was about 6 p. 100. The considerable difference in proportions of nulliparous and gravid indivi-

duals taken for the two species suggests that either their response to light at different phases of the gonotrophic cycle is different or their activity patterns are different. Alternatively, the higher proportion of nulliparous *C. kingi* taken might have been due to the trap being placed nearer a breeding site for this species ; this is supported by the greater proportion of *C. kingi* males taken (21 p. 100 for *C. kingi*, 11 p. 100 for *C. imicola*) and by the emergence of several *C. kingi* from larvae and pupae collected in a muddy area within 20 feet of the light-trap.

Of the other *Culicoides* species taken, *C. rarus* was the most abundant. Most of the females taken were nulliparous ; of a sample of 481 females, 10.5 p. 100 were nulliparous,

15.0 p. 100 gravid and 2.5 p. 100 blood-fed. The source of the blood meal is unknown but these midges are closely related to *C. similis* and *C. moucheti* and they could be bird-biters.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was undertaken as part of a research programme funded by the Overseas Development Administration.

Our thanks are due to Dr FAWI, Director, Veterinary Research Administration of the Sudan, for permission to carry out this study and to Dr J. MCGRANE, Veterinary Adviser, Overseas Development Administration, for his help and provision of facilities.

### SUMMARY

Light-trap catches of *Culicoides* in the Khartoum and Wad Medani areas of the Sudan yielded eleven species. Previous records are discussed and the number of species so far recorded is sixteen. Analysis of the catches gave a gonotrophic cycle length of five days for *C. kingi* and *C. imicola* and a daily survival rate of 0.86 and 0.72, respectively.

*C. kingi* and *C. imicola* are the species of *Culicoides* thought most likely to be involved in bluetongue virus transmission cycles, although the examination of 11,192 *C. kingi* and 848 other *Culicoides* has failed to produce a single virus isolate. Several possible reasons for this situation are discussed.

### RESUMEN

Notas sobre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) en el Sudan en relación con la epidemiología de la lengua azul

Se obtuvieron once especies de *Culicoides* por captura con trampas de luz, en las áreas de Khartoum y Wad Medani del Sudan. Previos recuerdos son analizados y diez y seis el número de especies hasta entonces registradas. El análisis de las capturas dió un ciclo gonadotrófico de cinco días para *C. kingi* y *C. imicola* y una razón de supervivencia diaria de 0.86 y 0.72 respectivamente.

*C. kingi* y *C. imicola* son las especies de *Culicoides* que más parecen ser responsables del ciclo de trasmisión viral, aunque el examen de 11,193 *C. kingi* y 893 de otros *Culicoides* no produjo ningún aislamiento viral. Son discutidas varias posibles razones de este fenómeno.

### REFERENCES

1. AUSTEN (E. E.). Notes on African blood-sucking midges (Family Chironomidae, Sub-family Ceratopogonidae), with descriptions of new species. *Bull. ent. Res.*, 1912, 3 : 99-100.
2. BIRLEY (M.), BOORMAN (J.). Estimating the survival and biting rates of haematophagous insects, with particular reference to the *Culicoides obsoletus* group (Diptera, Ceratopogonidae) in Southern England. *J. anim. Ecol.* (in press).
3. BOORMAN (J.). Notes on some *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) from East Africa, including a new species. *Entomologist's mon. Mag.*, 1978, 114 : 67-70.

4. DAVIES (F. G.), WALKER (A. R.). The isolation of ephemeral fever virus from cattle and *Culicoides* midges in Kenya. *Vet. Rec.*, 1974 : 63-64.
5. DIPEOLU (O. O.). Studies on the *Culicoides* species of Nigeria. V. Some breeding and resting sites associated with livestock. *J. Nigerian vet. Med. Ass.*, 1976, 5 : 1-13.
6. DYCE (A. L.). The recognition of nulliparous and parous *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) without dissection. *J. Aust. ent. Soc.*, 1969, 8 : 11-15.
7. EISA (M.), KARRAR (A. E.), ABU ELRAHIM (A. H.). Incidence of bluetongue virus precipitating antibodies in sera of some domestic animals in the Sudan. *J. Hyg., Camb.*, 1979, 83 : 539-545.
8. EL SINNARY (K.), HUSSEIN (H. S.). *Culicoides kingi*, Austen : a vector of *Onchocerca gutturosa* (Newman, 1910) in the Sudan. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1980, 74 : 655-656.
9. GOLDSMIT (L.), BARZILAI (E.), TADMOR (A.). The comparative sensitivity of sheep and chicken embryos to bluetongue virus and observations on viraemia in experimentally infected sheep. *Aust. vet. J.*, 1975, 151, 190-196.
10. KHAMALA (C. P. M.), KETTLE (D. S.). The *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) of East Africa. *Trans. r. ent. Soc. Lond.*, 1971, 123 : 1-95.
11. KREMER (M.). Redescription de *Culicoides imicola*, *C. alticola* et *C. tropicalis* Kieffer sur des exemplaires déterminés par l'auteur. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 1972, 58 : 645-655.
12. LEWIS (D. J.). The *Culex* mosquitoes of the Sudan. *Bull. ent. Res.*, 1956, 47 : 703-721.
13. LEWIS (D. J.). Simuliidae and their relation to Onchocerciasis in the Sudan. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1957, 16 : 671-674.
14. LEWIS (D. J.). Medical entomology in the Sudan Republic. *Sudan Notes*, 1958a, 39 : 11-24.
15. LEWIS (D. J.). Some mosquitoes of the Blue Nile Valley in the Republic of the Sudan. *Bull. ent. Res.*, 1958b, 49 : 133-155.
16. LUEDKE (A. J.), JONES (E. H.). Storage of bluetongue virus infected *Culicoides varriipennis*. *Am. J. vet. Res.*, 1972, 33 : 1875-1878.
17. MACFIE (J. W. S.). Ceratopogonidae from the Anglo-Egyptian Sudan. *Proc. r. ent. Soc. Lond. (B)*, 1947, 16 : 69-78.
18. MELLOR (P. S.), BOORMAN (J.). Multiplication of bluetongue virus in *Culicoides nubeculosus* (Meigen) simultaneously infected with the virus and the microfilariae of *Onchocerca cervicalis* (Railliet & Henry). *Ann. trop. Med. Parasitol.*, 1980, 74 : 463-469.
19. MELLOR (P. S.), BOORMAN (J.), JENNING (M.). The multiplication of African horse sickness virus in two species of *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). *Arch. Virol.*, 1975, 47 : 351-356.
20. SERVICE (M. W.). A battery-operated light-trap for sampling mosquito populations. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1970, 43 : 635-641.
21. WALKER (A. R.). Adult lifespan and reproductive status of *Culicoides* species (Diptera : Ceratopogonidae) in Kenya, with reference to virus transmission. *Bull. ent. Res.*, 1977, 67 : 205-215.
22. WALKER (A. R.). *Culicoides* as potential vectors of viruses to livestock in Kenya. In : Proceedings of the World Ceratopogonidae Group, 1976. *Mosquito News*, 1977, 37 : 285-286.
23. WALKER (A. R.), DAVIES (F. G.). A preliminary survey of the epidemiology of bluetongue in Kenya. *J. Hyg. Camb.*, 1971, 69 : 47-60.
24. WIRTH (W. R.), MESSERSMITH (D. H.). Notes on the biting midges of the Seychelles (Diptera : Ceratopogonidae). *Proc. ent. Soc. Wash.*, 1977, 79 : 293-309.

# Action molluscicide d'*Ambrosia maritima*

## II. Essais dans les conditions naturelles

par G. VASSILIADES (1) et O. T. DIAW (1)

(avec la collaboration technique de Y. SARR et V. DIOUF)

(1) I.S.R.A. Laboratoire national de l'Élevage et de Recherches vétérinaires. Service de Parasitologie, B.P. 2057, Dakar, République du Sénégal.

### RÉSUMÉ

Au Sénégal, dans les conditions naturelles, *Ambrosia maritima* a montré une très bonne action molluscicide sur *Limnaea natalensis* à la concentration de 375-400 ppm.

Cependant, compte tenu des grandes quantités d'*Ambrosia* nécessaires, son utilisation ne peut être envisagée, pour le moment, que pour l'assainissement de petits points d'eau contaminés par des Mollusques nuisibles.

Dans une publication antérieure (6), il a été démontré, par des essais en laboratoire, que la souche sénégalaise d'*Ambrosia maritima* avait une très bonne activité molluscicide sur *Limnaea natalensis* et *Bulinus guernei* à la concentration d'au moins 375 ppm (6), tout en étant dépourvue de toxicité tant pour les poissons que pour la souris.

Après ce premier résultat positif, il convenait de reprendre ces essais non plus en laboratoire mais sur le terrain, dans les conditions naturelles, afin de voir dans quelle mesure cette plante pouvait être utilisée pratiquement, au Sénégal, dans la lutte contre les Mollusques.

Des essais sur le terrain avec cette plante ont déjà été réalisés en Égypte par SHERIF *et al.* (5), EL-SAWY *et al.* (2) et EL-SAWY *et al.* (1). Les travaux de ces chercheurs aboutissent tous à la conclusion que la souche égyptienne d'*Ambrosia* a, dans les conditions naturelles, une action molluscicide certaine sur *Bulinus truncatus* et *Biomphalaria alexandrina*

et ce, sans aucune toxicité en particulier pour les poissons.

KLOOS *et al.* (3) et Mc CULLOUGH *et al.* (4) dans leurs revues des connaissances sur les plantes molluscicides considèrent l'*Ambrosia* comme l'une des plantes les plus intéressantes de ce point de vue avec l'« endod » (*Phytolacca dodecandra*), expérimenté en Éthiopie. Ils insistent néanmoins sur la nécessité de poursuivre les recherches.

Au Sénégal, des essais sur le terrain ont pu être réalisés en 1981. Ce sont les résultats de ces essais qui sont présentés dans cette note.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'*Ambrosia maritima* utilisé pour ces essais provient d'un grand champ naturel situé à proximité du Lac Tamna (Région de Thiès). Récoltés en mai 1981, en fleurs, par section des tiges à leurs bases, les plants sont ramenés

au laboratoire de Dakar, mis à sécher au soleil et conservés en sac de jute.

La mare traitée est un petit marigot situé à Hann, dans la banlieue de Dakar, dans une zone où l'affleurement d'une nappe phréatique entretient toute l'année des petits points d'eau utilisés pour l'arrosage de pépinières. Cette mare, de faible profondeur, a grossièrement la forme d'un losange de 8 m de long sur 4 m de large. On y trouve une flore et une faune aquatiques typiques des mares tropicales notamment pour ce qui nous concerne : des Mollusques *Limnaea natalensis* (hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica*) et *Melanoides tuberculata*, des petits poissons *Lebistes reticulatus* (guppys) et des grenouilles *Dicroglossus occipitalis*, le tout en grand nombre.

Avant traitement, pour évaluer de façon simple et pratique l'importance numérique de la population de limnées, on procède comme suit : 3 personnes spécialisées récoltent des limnées à la main pendant 9 min, en même temps, mais sur des parcours différents. Le nombre de limnées ainsi récoltées est considéré, par commodité, comme la « densité » de *Limnaea natalensis*. Des observations sont faites sur l'ensemble de la flore et de la faune. La température et le pH de l'eau sont notés. Il est convenu avec le propriétaire que la mare ne sera pas utilisée pendant la durée de l'expérimentation.

Après calcul du volume de la mare, la quantité nécessaire d'*Ambrosia* qu'il faut utiliser pour atteindre la concentration minimale active de 375 ppm est préparée. Les plants, secs, sont sommairement hachés à la main et introduits directement dans l'eau sans aucune disposition particulière, simplement la surface de l'eau est brassée pour permettre une meilleure diffusion.

48 h après le traitement, puis régulièrement tous les 2 jours pendant 2 semaines, la densité

de *Limnaea natalensis* est calculée par les mêmes personnes à chaque fois (mêmes temps, parcours et heure le matin à 10 h). A chaque fois, on note la température de l'eau et le pH et des observations sont faites sur la faune non-cible : poissons et batraciens.

## RÉSULTATS

Deux essais ont eu lieu, l'un en saison sèche, en juin, l'autre après la saison des pluies, en novembre.

### 1) Essai 1 : juin 1981

A cette période de l'année, le niveau de l'eau est très bas dans la mare avec un volume d'environ 5 000 litres. Avant traitement, la densité de *Limnaea natalensis* est égale à 358 (322 adultes et 36 jeunes) (température : 23,5 °C, pH : 7). 2 kg d'*Ambrosia* ont été introduits dans la mare le 2.06.81 (conservation 15 jours), soit une concentration de 375-400 ppm. Le tableau n° 1 donne les résultats obtenus.

10 jours après traitement, 96,08 p. 100 des limnées sont mortes (98,44 p. 100 des adultes et 75 p. 100 des jeunes). Une faible mortalité a été constatée chez les Guppys pendant les premières 48 heures, vite disparue. Cette mortalité paraît être due davantage au fait que l'arrêt d'exploitation de la mare a entraîné une stagnation de l'eau avec prolifération très importante de lentilles d'eau, qu'à une pollution par l'*Ambrosia*. Aucune autre modification du milieu n'a été constatée.

### 2) Essai 2 : novembre 1981

Au contraire de l'essai précédent, le niveau d'eau de la mare est élevé avec un volume

Pourcentages de mortalité de *Limnaea natalensis* après introduction d'*Ambrosia maritima* dans la mare de Hann.

Essai n° 1 (juin 1981)					Essai n° 2 (novembre 1981)				
Dates	Nombre de jours après traitement	Pourcentages de mortalité			Dates	Nombre de jours après traitement	Pourcentages de mortalité		
		Adultes	Jeunes	Total			Adultes	Jeunes	Total
4.6.1981	2	90,06	88,88	89,94	9.11.1981	4	93,25	54,64	86,84
9.6.1981	7	95,65	88,88	94,97	13.11.81	8	96,73	71,58	91,56
12.6.1981	10	98,44	75	96,08	17.11.81	12	98,58	40,43	88,92

d'environ 13 000 litres. La densité de *Limnaea natalensis* avant traitement est égale à 1102 (919 adultes et 183 jeunes). (pH 7 et température 26 °C).

5,2 kg d'*Ambrosia* ont été utilisés le 5.11.81 (conservation 5 mois) pour obtenir la même concentration que dans le premier essai. Le tableau n° 1 indique les résultats obtenus.

8 jours après traitement, le pourcentage de mortalité des limnées s'élève à 91,56 p. 100 (96,73 p. 100 pour les adultes, 71,58 p. 100 pour les jeunes). A 12 jours, la mortalité des adultes a augmenté tandis que celle des jeunes est en régression. Aucune modification du milieu n'est constatée. Il n'y a pas eu cette fois de mortalité chez les poissons, ce qui confirme l'hypothèse avancée pour expliquer la mortalité observée dans le premier essai. Dans ce 2<sup>e</sup> essai, le volume de l'eau étant plus grand, le phénomène de stagnation a été nettement moins accentué.

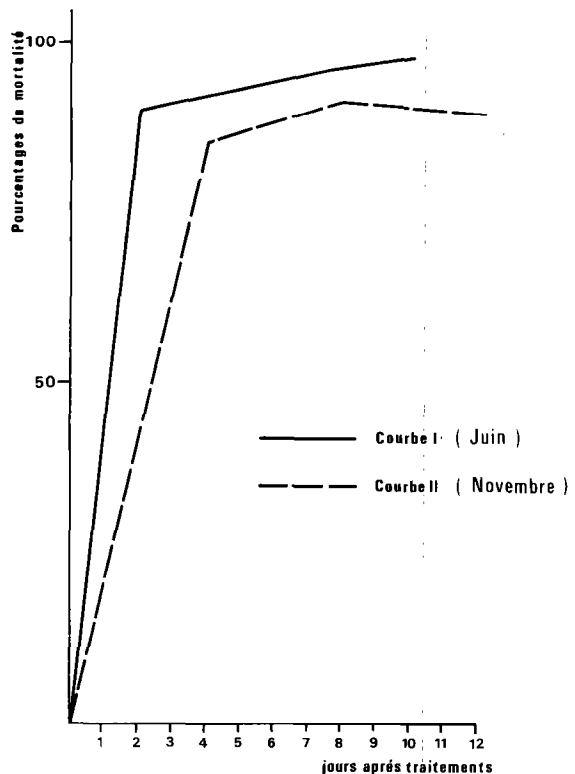
### 3) Commentaires

Les résultats de ces 2 essais sont pratiquement identiques et en tous points superposables. Ils peuvent être traduits par des courbes de variations des pourcentages de mortalité de *Limnaea natalensis* (population totale ; courbe I : 1<sup>er</sup> essai ; courbe II : 2<sup>e</sup> essai) en fonction du temps d'action de l'*Ambrosia* (voir courbes).

Si l'on considère la population adulte de *Limnaea natalensis*, les résultats sont remarquables avec des pourcentages de mortalité de 98,44 et 98,58 p. 100. Les résultats concernant les plus petites limnées sont inférieurs. Partant, ceux relatifs à l'ensemble de la population sont légèrement plus faibles, encore que très satisfaisants, avec des pourcentages de mortalité de 88,92 et 96,08 p. 100.

Mis à part les quelques cas de mortalité constatés chez les poissons dans le premier essai, et pour les raisons évoquées, la présence de l'*Ambrosia* dans l'eau n'a eu aucun effet nuisible sur la faune non-cible et n'a entraîné aucune modification du milieu naturel.

*Remarque : Melanoides tuberculata* ne jouant aucun rôle dans la transmission de trématodes parasites de l'homme ou des animaux domestiques, son taux de mortalité n'a pas été évalué de façon précise. Toutefois, il faut quand même signaler que ces Mollusques



ont été également détruits en grande partie par l'*Ambrosia*.

### CONCLUSION

Dans les conditions naturelles, la souche sénégalaise d'*Ambrosia maritima* a montré une très bonne action molluscicide sur *Limnaea natalensis*, à la concentration de 375-400 ppm. Presque toutes les limnées adultes sont mortes dans la première semaine mais les plus jeunes sont un peu moins touchées et, surtout, les pontes ne sont pas atteintes, ce qui entraîne à terme un repeuplement de la mare. Pour éviter cela, il faut donc envisager nécessairement un deuxième traitement à 2 à 3 semaines d'intervalle pour stopper la nouvelle génération issue des pontes déjà en place au moment du premier traitement.

L'introduction d'*Ambrosia* dans l'eau, en dehors de l'effet molluscicide, n'a entraîné aucune modification du milieu et n'a eu aucun effet toxique sur la faune non cible, poissons et têtards ont continué de proliférer sans problème dans une eau à nouveau exploitée.

Ces résultats permettent de confirmer les perspectives envisagées antérieurement (6) pour l'utilisation de l'*Ambrosia* dans la lutte contre les Mollusques au Sénégal. Les avanta-



ges d'une telle pratique sont évidents du fait, en particulier, de son coût peu élevé et de son absence de toxicité.

Il reste cependant encore, compte tenu des résultats actuels, une contrainte majeure : disposer d'*Ambrosia* en quantité suffisante.

Si cette contrainte interdit pour le moment d'employer l'*Ambrosia* pour l'assainissement

de grandes étendues d'eau, il reste que pour la destruction des Mollusques dans de petits points d'eau, souvent d'ailleurs plus dangereux du point de vue épidémiologique, on peut envisager d'utiliser l'*Ambrosia* avec au moins autant de succès sinon plus, qu'avec les molluscicides chimiques chers et toxiques actuellement disponibles sur le marché mondial.

## SUMMARY

### Molluscicidal effect of *Ambrosia maritima* II. Trials under natural conditions

The molluscicidal action of *Ambrosia maritima* under natural conditions in Senegal was very effective against *Limnaea natalensis* with a concentration of 375-400 ppm.

However the large quantity of *Ambrosia* required makes its present utilization possible only for the eradication of molluscs in small water points.

## RESUMEN

### Acción moluscicida de *Ambrosia maritima* II. Ensayos en las condiciones naturales

En el Senegal, en las condiciones naturales, *Ambrosia maritima* a la concentración de 375-400 ppm, mostró una acción moluscicida muy buena sobre *Limnaea natalensis*.

Sin embargo, habida cuenta de las cantidades importantes de *Ambrosia* necesarias, no se puede prever su utilización, actualmente, más que para el saneamiento de charcas contaminadas por moluscos dañinos.

## BIBLIOGRAPHIE

1. EL-SAWY (M. F.), BASSIOUNY (H. K.), EL-MAGDOUB (A. I.), Biological combat of schistosomiasis : *Ambrosia maritima* (Damsissa) for snail control. *J. Egypt. Soc. Parasit.*, 1981, 11 (1) : 99-117.
2. EL-SAWY (M. F.), BASSIOUNY (H. K.), RASHWAN (A.) et EL-MAGDOUB (A. I.). *Ambrosia maritima* (Damsissa), a safe effective molluscicide in the field. *Bull. high Inst. Public Hlth. Alexandria*, 1978, 8 (1) : 307-317.
3. KLOOS (H.) et McCULLOUGH (F.). Plant molluscicides : a review. Genève, World Health Organization, 1981. (WHO/SCHISTO/81.59). 18 p.
4. McCULLOUGH (F. S.), GAYRAL (PH.), DUNCAN (J.) et CHRISTIE (J. D.). Les molluscicides dans la lutte contre la schistosomiase. *Bull. Org. mond. Santé*, 1981, 59 (1) : 17-26.
5. SHERIF (A. F.) et EL-SAWY (M. F.). Field trials of the molluscicidal action of *Ambrosia maritima* (Damsissa). *Bull. high Inst. Public Hlth. Alexandria*, 1977, 7 (1) : 1-4.
6. VASSILIADES (G.) et DIAW (O. T.). Action molluscicide d'une souche sénégalaise d'*Ambrosia maritima*. Essais en laboratoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 33 (4) : 401-406.

## Extraits-Analyses

### Pathologie

- 82-046 CUISANCE (D.). — Quelques observations de pathologie équine en zone de savane tropicale humide (Haute-Volta). *Prat. vét. équine*, 1982, 14 (1) : 25-28.

L'auteur présente quelques observations cliniques relevées, pendant 7 ans, dans un club hippique de Haute-Volta, sur des chevaux entiers de race Dongolaw.

Ce sont les trypanosomoses qui constituent les affections les plus fréquentes. L'utilisation de médicaments trypanopréventifs (isoméamidium) est une condition impérative de survie du cheval dans cette région.

### Maladies à virus

- 82-047 CORNET (J. P.), HUARD (M.), CAMICAS (J. L.), HERVE (J. P.), GERMAIN (M.). — Transmission expérimentale du virus de la fièvre jaune par la tique *Amblyomma variegatum* (Fabr.) (*Acarida : Ixodida*), *Bull. Soc. Path. exot.* 1982, 75 : 136-140.

Les auteurs ont réalisé expérimentalement la transmission du virus amaril de singe à singe par l'intermédiaire de la tique *Amblyomma variegatum*. Ils ont également mis en évidence le passage trans-stasial nymphe-adulte de ce virus chez ce même arthropode.

- 82-048 DAVIES (F. G.), OTEMA (C.). — Relation entre les capripox virus isolés au Kenya, deux souches du Moyen-Orient et quelques souches d'orthopox-virus. (Relationships of capripox viruses found in Kenya with two Middle Eastern strains and some orthopox viruses.) *Res. vet. Sci.*, 1981, 31 (2) : 253-255.

Les souches de « lumpy skin disease » de clavelée et de variole caprine du Kenya se révèlent identiques, par immunofluorescence directe et indirecte et par séroneutralisation, aux souches de clavelée et de variole caprine du Moyen-Orient.

En immunofluorescence tous ces virus ont une relation antigénique lointaine avec le virus du cowpox, mais non en séroneutralisation.

Aucune parenté n'est observée avec les souches kényanes de variole du chameau et du cheval.

- 82-049 **KRISHNASWAMY (S.), VASUDEVACHARI (M. B.), KRISHNAPPA (G.).** — Anticorps inhibant l'hémagglutination par le virus de la rougeole chez le porc — une preuve séro-épidémiologique de la peste bovine au Karnataka. (Measles-haemagglutination-inhibiting (MHI) antibodies in pig sera — a sero-epidemiological evidence of rinderpest in Karnataka.) *Ind vet. J.*, 1981, **58** (2) : 168-169.

En examinant 134 sérums de porc par ce test inhibition de l'hémagglutination, les auteurs en trouvent 33 (24,6 p. 100) qui sont positifs, c'est-à-dire contiennent des anticorps contre le virus de la peste bovine.

Ces porcs venaient de la zone rurale de Karnataka ou des Etats de Tamil Nadu et Andhra Pradesh, régions où les porcs ne sont pas vaccinés contre la peste bovine.

Les auteurs posent le problème de l'importance épidémiologique du porc dans la persistance de la peste bovine au Karnataka.

- 82-050 **DAVIES (F. G.).** — Observations sur l'épidémiologie de la maladie nodulaire cutanée au Kenya. (Observations on the epidemiology of lumpy skin disease in Kenya.) *J. Hyg.*, 1982, **88** (1) : 95-102.

Les souches de virus de la « Lumpy skin disease » isolée au Kenya depuis 20 ans sont toutes identiques sérologiquement, non différenciables des souches Neethling d'Afrique du sud et des sérotypes d'Afrique de l'ouest.

Quand la maladie s'est étendue au Kenya, la plupart des cas étaient sporadiques et on a pensé qu'ils apparaissaient par contact avec un cycle naturel d'entretien du virus.

Dans la zone d'endémie, on a décelé des anticorps spécifiques chez 72 buffles (*syncerus caffer*) sur 254 examinés et aussi chez 68 bovins sur 571. Aucun de ces sérums ne contenait d'anticorps spécifique du cowpox.

Une aire d'endémie de cette maladie a été définie et on suggère d'impliquer le buffle dans le cycle d'entretien ; aucun anticorps n'a été trouvé chez les autres espèces de ruminants sauvages examinés.

- 82-051 **ROSSITER (P. B.), JESSETT (D. M.).** — Microméthodes pour le titrage du virus bovipestique et des anticorps neutralisants. (Microtitre techniques for the assay of rinderpest virus and neutralising antibody.) *Res. vet. Sci.*, 1982, **32** (2) : 253-256.

Des techniques de microtitrage ont été comparées avec les méthodes conventionnelles en tubes, pour leur possibilité de mesurer les titres infectieux et ceux des anticorps neutralisants spécifiques.

La microméthode est aussi sensible et aussi fidèle pour le titrage du virus que la technique recommandée en tubes qui utilise des suspensions de cellules. Ces deux méthodes sont cependant moins sensibles que celle en tube qui emploie des couches monocellulaires déjà formées.

La microméthode est aussi sensible que le test en tube pour déceler et mesurer les anticorps spécifiques neutralisants et plus commode en ce sens qu'elle est moins sensible aux variations de la dose de virus.

- 82-052 **HAMBLIN (C.), CROWTHER (J. R.).** — Test ELISA rapide pour confirmation sérologique de la maladie vésiculaire du porc. (A rapid enzyme-linked immunosorbent assay for the serological confirmation of swine vesicular disease.) *Brit. vet. J.*, 1982, **138** (3) : 247-252.

Un test ELISA indirect a été mis au point pour la confirmation sérologique rapide de la maladie vésiculaire du porc et pour le titrage des anticorps. Le test a présenté une bonne concordance avec les tests d'immunodiffusion double et de séroneutralisation sur la base d'une étude comparative de 3524 échantillons de sérum. L'ELISA a été moins sensible que le test de séroneutralisation mais plus sensible que le test d'immunodiffusion. Dans aucun des cas, l'ELISA n'a manqué de détecter les anticorps spécifiques dans les sérums provenant de lots jugés positifs par les deux autres tests. Parmi les avantages du test ELISA figurent l'utilisation d'une quantité d'antigène considérablement moindre par sérum testé et la rapidité avec laquelle les résultats peuvent être obtenus (90 minutes pour de petits lots de sérums).

- 82-053 **SHARPE (R. T.), LANGLEY (A. M.), MOWAT (G. N.).** — Immunosuppression dans la trypanosomose bovine : Réponse de bovins infectés par *trypanosoma congolense* à la vaccination anti-aphteuse et à l'épreuve ultérieure au virus vivant. (Immunosuppression in bovine trypanosomiasis : Response of cattle infected with *Trypanosoma congolense* to foot-and-mouth disease vaccination and subsequent live virus challenge.) *Res. vet. Sci.*, 1982, **32** (3) : 289-293.

On a étudié les réponses primaire et secondaire au vaccin anti-aphteux chez des bovins infectés par *Trypanosoma congolense* et évalué la réponse de certains de ces animaux à l'épreuve au virus vivant. Les bovins infectés par le trypanosome ont présenté des réponses en anticorps quelque peu inférieures à celles d'animaux témoins non infectés, après une première vaccination, mais les titres d'anticorps ne se sont pas abaissés de manière significative jusqu'après la vaccination secondaire. Les niveaux sont restés bas pendant toute la durée de l'expérience (183 jours). La thérapie trypanocide par acéturate de diminazène au moment de la vaccination n'a pas beaucoup amélioré la réponse en anticorps à la vaccination primaire.

La réponse ultérieure à l'épreuve au virus vivant a été équivoque en ce sens que le nombre d'animaux immunisés n'a pas été sensiblement différent en comparaison des animaux témoins infectés non traités et des animaux non infectés. On en a conclu que les bovins infectés par le trypanosome ne présentent pas de réponse optimale à la vaccination anti-aphteuse. Néanmoins, les titres d'anticorps sont généralement supérieurs à ceux considérés comme suffisants pour conférer une protection à 98 p. 100 face à l'épreuve par inoculation.

## Maladies bactériennes

- 82-054 **DOMENECH (J.), COULOMB (J.), LUCET (P.).** — La brucellose bovine en Afrique centrale. IV. Evaluation de son incidence économique et calcul du coût-bénéfice des opérations d'assainissement. *Rév. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1982, 35 (2) : 113-124.

La brucellose bovine, dans les régions où le taux d'infection est de 30 p. 100 des femelles reproductrices (soit 20 p. 100 environ du cheptel total), entraîne des pertes économiques d'environ 5,8 p. 100 du revenu brut par animal élevé.

Or, cette maladie connaît une incidence analogue, ou plus élevée, dans la plupart des pays africains, ce qui situe bien l'étendue du problème.

L'utilisation d'un modèle de simulation informatique d'évolution du troupeau a permis d'étudier les coûts-bénéfices des opérations d'assainissement. Deux types de zones ont été testées : zone à taux d'infection élevé (30 p. 100 des femelles reproductrices à sérologie positive) et zone à taux d'infection très élevé (près de 40 p. 100 des femelles reproductrices infectées).

Dans les deux cas, abstraction faite de l'incidence sur la santé publique, l'assainissement par la vaccination présente un intérêt économique certain.

Les schémas de prophylaxie applicables aux diverses conditions africaines d'élevage sont également discutés.

- 82-055 **DOMENECH (J.), LUCET (Ph.), COUDERT (M.).** — La brucellose bovine en Afrique centrale. V. — Description d'une méthode d'enquête simplifiée. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 125-129.

Les auteurs mettent en évidence la corrélation étroite qui existe entre le taux d'avortements brucelliques annuel moyen (AV MOY) et le pourcentage des vaches présentant ou ayant présenté un hygroma du genou durant les cinq dernières années. (H. GE).

Cet hygroma, signe objectif, facile à diagnostiquer, et caractéristique de la brucellose en Afrique centrale est lié à l'avortement, élément de base dans le calcul des pertes économiques, par la relation  $y(\text{AV MOY}) = 0,15 + 0,66 x (\text{H-GE})$ . Il devient dès lors possible, pour un responsable de secteur vétérinaire démuné de moyens en temps et en laboratoire, de statuer sur l'incidence de cette maladie dans sa région et donc sur l'utilité ou la nécessité d'entreprendre un programme de prophylaxie.

- 82-056 **LLOYD (D. H.) et NOBLE (W. C.).** — *Dermatophilus congolensis* comme modèle d'agent pathogène chez la souris pour la recherche des facteurs intervenant dans l'infection de la peau. (*Dermatophilus congolensis* as a model pathogen in mice for the investigation of factors influencing skin infection.) *Brit. vet. J.*, 1982, 138 (1) : 51-60.

Les auteurs ont utilisé des souches de *Dermatophilus congolensis* pour infecter la peau de souris normales et de souris nues. La peau intacte de ces souris est très résistante à cette infection, mais la sensibilité apparaît après abrasion ou traitement par le méthanol ou l'éther. L'âge des jeunes souris ne semble pas avoir d'influence significative sur la résistance de la peau, mais il y a des variations très significatives entre

les lignées de souris. Ces expériences ont également mis en évidence des différences de pouvoir pathogène entre les diverses souches de *D. congolensis* utilisées.

Chez les souris normales, les lésions sont tout à fait typiques de celles que l'on rencontre chez d'autres animaux à système pileux développé ; cependant, chez les souris nues, la réaction cutanée est de type nodulaire, due à la formation d'abcès dans les follicules pileux incomplets.

- 82-057 **McKENZIE (R. A.), FREUDIGMANN (C. L.), MAWHINNEY (H.) et Collab.** — Intoxication par le « Dieldrin » et botulisme chez les pélicans australiens. (Dieldrin poisoning and botulism in Australian pelicans.) *Aust. vet. J.*, 1982, **58** (4) : 148-152.

Les autopsies et les examens de laboratoire pratiqués sur 24 pélicans de la côte sud du Queensland en Australie ont identifié, de 1977 à 1979, 8 cas d'intoxication par « Dieldrin » dans la région de Brisbane et 8 cas de botulisme dans les zones de Brisbane, Bundaberg et Gladstone.

Chez les premiers, les échantillons de foie et de cerveau contenaient respectivement 12,1 à 27,4 et 34,0 à 48,1 mg/kg de « Dieldrin » ; tous ces oiseaux étaient émaciés, deux avaient des convulsions, un des tremblements.

Le botulisme de type C a été confirmé chez 4 des 6 oiseaux examinés, par le test de séroprotection spécifique.

Un très grand nombre de parasites ont été identifiés, mais ils ne semblent pas avoir un rôle réellement pathogène pour ces pélicans.

- 82-058 **CHANDRASEKARAN (S.), YEAP (P. C.).** — *Pasteurella multocida* chez le porc : sérotypes et appréciation de leur virulence pour la souris. (*Pasteurella multocida* in pigs : the serotypes and the assessment of their virulence in mice.) *Brit. vet. J.*, 1982, **138** (4) : 332-336.

Cette étude porte sur la mesure de la virulence de 20 souches de *P. multocida* isolées chez des porcs de Malaisie. Leurs sérotypes sont A (20 p. 100), B (35 p. 100) et D (45 p. 100). La virulence des souches de ce dernier sérotype est très variable et la plus basse ; les souches B sont hautement virulentes, les souches A ont une virulence modérée.

La notion à souligner est que les souches B ne sont pas seulement l'agent de la septicémie hémorragique des bovins, mais peuvent aussi provoquer des infections septicémiques du porc ; on ne peut dire pour le moment si les porcs sont des réservoirs pour les souches bovines virulentes.

- 82-059 **CBODI (T. A.), NDIFE (L.).** — Observation sur le traitement de la dermatophilose bovine. (Some observations on chemotherapy of bovine dermatophilosis.) *Brit. vet. J.*, 1982, **138** (4) : 288-294.

Ces études ont servi à comparer l'efficacité thérapeutique de l'oxytétracycline L.A., de l'association oxytétracycline L.A.-sulfate de zinc, du sulfate de Zn seul (*per os*), de l'association pénicilline-streptomycine à doses simples ou multiples et de l'association sulfate de Zn-pénicilline = streptomycine, chez du bétail de race Frisonne.

L'efficacité la meilleure (100 p. 100 de guérisons) revient aux doses multiples pénicilline-streptomycine, ensuite à l'association oxytétracycline L.A.-sulfate de Zn, puis à l'oxytétracycline L.A. seule (33 p. 100 de guérisons).

La supplémentation en Zn n'a aucun effet thérapeutique chez les animaux infectés, mais elle prolonge la période de survie et améliore le gain de poids lorsqu'elle est associée aux antibiotiques.

L'oxytétracycline L.A. n'a pas donné, chez le bétail de race Frisonne, d'aussi bons résultats que ceux qui ont été signalés chez les zébus.

L'hypothèse du rôle favorisant de la carence en zinc dans la pathogénie de la dermatophilose n'est pas confirmée.

## Mycoplasmoses

- 82-060 **RURANGIRWA (F. R.), MASIGA (W. N.), MUTHOMI (E.).** — Immunité contre la pleuropneumonie contagieuse caprine due à la souche de mycoplasme F-38. (Immunity to contagious caprine pleuropneumonia caused by F-38 strain of mycoplasma.) *Vet. Rec.*, 1981, **109** (14) : 310.

Les auteurs tentent d'immuniser des chèvres âgées de 9 à 10 mois avec un vaccin inactivé constitué par la fraction protéique de mycoplasmes F-38 traités aux ultra-sons incorporée à un adjuvant complet de Freund et administrée à la dose de 4,5 mg par animal ; ce vaccin est administré deux fois à 3 semaines d'intervalle. Après un délai de 25 jours, l'épreuve est faite par contact avec des chèvres infectées artificiellement par la souche F-38. Les chèvres témoins contractent la maladie 11 à 14 jours après ce contact et meurent quelques jours plus tard ; à l'autopsie, on trouve une pleurésie fibrineuse aiguë et on réisole la souche F-38.

Les chèvres vaccinées n'ont toujours aucun signe clinique 75 jours après le contact infectant.

La réponse immunitaire est nette dès la première vaccination ; le titre des anticorps double après la seconde, et se maintient jusqu'à la fin de l'expérience. Avant l'épreuve, sur les 10 chèvres vaccinées, 7 seulement avaient des anticorps inhibant la croissance de la souche F-38 ; la présence de ces anticorps n'est donc pas une condition de l'immunité.

- 82-061 **KOBISCH (M.), SIBELLE (Ch.).** — Evaluation de l'efficacité de la tiamuline chez des porcelets infectés expérimentalement par *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Recl. Méd. vét.*, 1982, 158 (4) : 375-381.

L'infection expérimentale de porcelets exempts d'organismes pathogènes spécifiques par *Mycoplasma hyopneumoniae* induit des symptômes et des lésions pulmonaires typiques de pneumonie enzootique. L'incorporation dans l'aliment de 240 ppm de tiamuline pendant 10 jours a, dans nos conditions expérimentales, réduit les signes cliniques ainsi que les lésions macro- et microscopiques.

## Rickettsiose

- 82-062 **GRAF (J. F.), PETER (O.), BURGDORFER (W.), AESCHLIMANN (A.).** — Présence d'une rickettsie du groupe « spotted fever » chez *Amblyomma variegatum* de Côte d'Ivoire. *Annls Univ. Abidjan sér. C. Sci.*, 1981, 17 : 135-139.

Une rickettsie du groupe « spotted fever », probablement très proche de *R. conorii*, a été mise en évidence chez la tique *Amblyomma variegatum* parasitant des bovins de basse Côte d'Ivoire. Cette rickettsie est présente dans les tiques durant toute l'année. Elle est transmise par voie transovarienne à la totalité de la descendance des femelles infectées.

## Maladies à protozoaires

- 82-063 **UILENBERG (G.), PERIE (N. M.), LAWRENCE (J. A.), DE VOS (A. J.), PALING (R. W.), SPANJER (A. A. M.).** — Agents de la theileriose bovine en Afrique australe. (Causal agents of bovine theileriosis in southern Africa.) *Trop. anim. Hlth Prod.* 1982 14 (3) : 127-140.

Une souche pathogène et quatre souches bovines bénignes de *Theileria* d'Afrique australe, toutes transmises par *Rhipicephalus appendiculatus* ont été comparées entre elles, puis avec des souches de bovins et de buffles du complexe de *T. parva* de l'Afrique australe et orientale et enfin avec des souches bovines de *T. taurotragi* de Tanzanie considérées comme originaires de l'Elan du Cap. Les critères utilisés ont été d'ordre parasitologique, clinique, sérologique avec recherche des caractères d'immunité croisée.

Les souches bénignes sont similaires à *T. taurotragi*. La sérologie a suggéré que *T. taurotragi* est également infectieuse chez le mouton. La souche pathogène appartient au complexe de *T. parva* ; ce complexe consiste en une série de types présentant divers comportements depuis le type *lawrencei* du buffle causant l'affection « Corridor » et le type *bovis* cause de la theileriose maligne de Rhodésie jusqu'au type « *parva* » cause de l'East Coast Fever classique. 7 passages bétail-tique d'une souche de type *bovis* n'ont pas réussi à la transformer en type *parva*. 4 espèces de Theileries bovines sont maintenant connues en Afrique australe : *T. parva* (types *lawrencei* et *bovis*) et *T. taurotragi* toutes deux transmises par *R. appendiculatus*, *T. mutans*, et *T. velifera* avec toutes deux *Amblyomma* spp. comme vecteurs.



- 82-064 DALGLIESH (R. J.), STEWART (N. P.). — Infectivité pour les bovins d'*Anaplasma marginale* provenant de tiques *Boophilus microplus* exposées à certaines températures. (Infectivity for cattle of *Anaplasma marginale* extracted from *Boophilus microplus* ticks exposed to certain temperatures.) *Aust. vet. J.*, 1982, 58 (1) : 24-26.

Des tiques *Boophilus microplus* récoltées sur des bovins infectés par *Anaplasma marginale* ont été maintenues à 4 à 5 °C, 14 °C, 22 °C, 27 °C ou 37 °C pendant 14 jours. Des extraits préparés soit à partir de larves, de nymphes, de femelles immatures, de mâles adultes ou de mélanges des deux sexes ont infecté 14 des 16 veaux splénectomisés inoculés. Des extraits soit de nymphes ou de tiques adultes issues de nymphes ayant mué *in vitro* ont infecté 11 des 12 veaux non splénectomisés.

L'application possible de ces résultats pour la production d'une souche vaccinale d'*A. marginale* est discutée.

- 82-065 VERCRUYSSSE (J.). — Les coccidies des moutons et des chèvres au Sénégal. (The coccidia of sheep and goats in Senegal.) *Vet. Parasit.*, 1982, 10 (4) : 297-306.

Une enquête sur la coccidiose des moutons et des chèvres domestiques a été effectuée pour déterminer les espèces d'*Eimeria* et évaluer leur nombre dans les prélèvements individuels de fèces. La fréquence des différentes espèces et le nombre d'oocystes rejetés ont été recherchés simultanément chez 2234 moutons et 577 chèvres pendant 12 mois. Huit espèces d'*Eimeria* ont été trouvées chez les moutons : *E. ahsata*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ovina*, *E. ovinoidalis*, *E. pallida* et *E. parva*.

Les espèces suivantes ont été rencontrées chez les chèvres : *E. ahsata*, *E. arloingi*, *E. christenseni*, *E. crandallis*, *E. faurei*, *E. intricata*, *E. ninakohlya kinovae* et *E. parva*.

La fréquence chez les moutons était de 94 p. 100 et chez les chèvres de 85 p. 100 ; le parasitisme multiple était la règle.

Aucune fluctuation saisonnière n'a été observée dans la fréquence ou le rejet des oocystes. Le nombre d'oocystes présents dans les fèces était chez les chèvres comme chez les moutons modéré, la moyenne, chez les unes comme chez les autres, atteignant de 1000 à 5000 oocystes/g de fèces.

## Trypanosomoses

- 82-066 JOSHUA (R. A.), HERBERT (W. J.), WHITE (R. G.). — L'évolution de l'infection à *Trypanosoma brucei* ssp. chez les poulets domestiques. (The course of *Trypanosoma brucei* ssp. infection in domestic chickens.) *Tropenmed. Parasit.* 1982, 33 (3) : 153-157.

L'infectiosité pour les poulets domestiques de trois stocks indépendants de *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei* a été étudiée. L'un de ces stocks, Lugala/55/EATRO/459, a régulièrement provoqué une infection chronique, caractérisée par une parasitémie peu élevée (3 à 100 organismes infectant la souris par ml de sang), qui durait neuf mois chez les poulettes et plus d'un an chez les jeunes coqs. On a noté, tout au cours de l'infection, des accès, suivis de rémissions, de la parasitémie. La santé des oiseaux n'a pas été altérée de façon décelable et leur taux de croissance ne différait pas de celui des poulets sains.

Un second stock de *T. brucei* a provoqué une infection passagère qui n'a duré que quelques jours et un troisième n'a pas provoqué d'infection.

Ces observations, avec infections sans symptômes apparents, font penser que les poulets domestiques et d'autres oiseaux de même que de nombreux animaux sauvages pourraient servir de réservoirs dans le cycle de l'infection naturelle.

- 82-067 KISSLING (K.), KARBE (E.), FREITAS (E. K.). — Activité phagocytaire *in vitro* des neutrophiles de plusieurs races bovines infectées ou non par *Trypanosoma congolense*. *Tropenmed. Parasit.*, 1982, 33 (3) : 158-160.

La recherche de l'activité phagocytaire des neutrophiles de bovins de différentes races, infecté ou non par *T. congolense*, a été effectuée au moyen d'une technique simple utilisant le sang total incubé *in vitro*, en présence de gouttes de latex en suspension dans un hydrolysate de lactalbumine.

Le N'Dama, réputé trypanotolérant, a un nombre significativement plus élevé de neutrophiles, et de neutrophiles ayant une activité phagocytaire, par mm<sup>3</sup> de sang, comparé au zébu plus trypanosensible ; le Baoulé et le métis M75 se situent entre ces deux races.

La première apparition de *T. congolense* dans le sang a été accompagnée d'un accroissement significatif des phagocytes neutrophiles chez 21 taureaux de différentes races et 12 vaches N'Dama par rapport aux niveaux correspondants avant l'infection ou aux animaux indemnes.

Une implication possible des neutrophiles dans la défense par phagocytose contre les trypanosomes est discutée.

## Parasitologie

- 82-068 **VASSILIADES (G.), DIAW (O. T.).** — Action molluscicide d'*Ambrosia maritima* II. Essais dans les conditions naturelles. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 179-182.

Au Sénégal, dans les conditions naturelles, *Ambrosia maritima* a montré une très bonne action molluscicide sur *Limnaea natalensis* à la concentration de 375-400 ppm.

Cependant, compte tenu des grandes quantités d'*Ambrosia* nécessaires, son utilisation ne peut être envisagée, pour le moment, que pour l'assainissement de petits points d'eau contaminés par des Mollusques nuisibles.

## Entomologie

- 82-069 **POLITZAR (H.), FILLEDIER (J.).** — Résultats préliminaires sur une colonie de *Glossina medicorum* nourrie artificiellement à travers membranes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 153-156.

Une petite colonie de *Glossina medicorum* Austen, espèce appartenant au *sg* Austenina (groupe fusca), a, pour la première fois, été élevée avec succès pendant plus d'un an. Les mouches ont été exclusivement alimentées sur membranes artificielles en silicone avec du sang de bœuf défibriné. Les femelles ont été maintenues en cages individuelles (cages en chlorure de polyvinyl), ce qui a permis de recueillir de nombreuses données physiologiques : première larviposition, période interlarvaire moyenne, nombre de pupes produites par femelle, poids moyens des pupes. Les performances obtenues ont été satisfaisantes pour avoir un élevage en expansion. D'après ces résultats, il semble possible d'obtenir des élevages plus importants de cette espèce.

- 82-070 **KUPPER (W.), EIBL (F.), VAN ELSSEN (A. C.), CLAIR (M.).** — Utilisation du piège biconique Challier-Laveissière imprégné de Deltaméthrine contre les glossines. (The use of the biconical Challier-Laveissière trap impregnated with Deltamethrine against glossina.) *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 157-163.

Un essai de lutte anti-tsé-tsé a été fait sur 13 km de galerie forestière au sud de la zone guinéenne sur le ranch de la Marahoué. Une série de pièges biconiques Challier-Laveissière modifiés et imprégnés de Deltaméthrine en poudre mouillable à 2,5 p. 100 ont été placés à 100 m environ l'un de l'autre.

En 16 jours, la réduction de la population (réduction corrigée par rapport à la dynamique des populations d'une rivière témoin) a atteint 98,1 p. 100 pour *G. palpalis* spp., 98 p. 100 pour *G. longipalpis* et 42 p. 100 pour celles du groupe *fusca*. A la fin de l'expérience, 62 jours plus tard, les réductions respectives étaient de 100 p. 100, 97 p. 100 et 77,7 p. 100.

Les avantages les plus intéressants de la méthode sont : la simplicité, l'absence d'effets néfastes sur le milieu et un prix de revient inférieur à celui d'autres méthodes.

- 82-071 RYAN (L.), MOLYNEUX (D. H.). — Etudes et comparaisons de différents pièges pour la collecte de *Glossinidae* et autres diptères en Afrique. (Observations on and comparisons of various traps for the collection of *Glossinidae* and other Diptera in Africa.) *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 165-172.

L'efficacité relative de différents pièges (pièges biconiques, pièges de Manitoba, pièges adhésifs diversément colorés ; piège de Catts ; piège à eau ; pièges de Moloo et de Swynnerton) a été comparée par des méthodes faciles à mettre en œuvre et ayant déjà fait leurs preuves. Les pièges biconiques standards capturent au moins deux fois plus de *Glossina palpalis* s.l. et de *G. morsitans centralis* que tous les autres pièges, mais ils ne récoltent que peu de simulicoules ou de tabanides. Les pièges Manitoba capturent huit fois plus de *Tabanus taeniola*, *T. gratus* et *T. par* que les autres pièges. Les pièges adhésifs, à eau et Malaise récoltent diverses espèces, mais en très faibles quantités. La capture au filet à main sur un homme appât est comparée aux pièges biconiques et à des écrans adhésifs ou électriques portés à dos d'homme pour *G. palpalis* s.l. ; à la capture dans un véhicule en mouvement et aux pièges biconiques pour *G. morsitans centralis*. Des essaims suiveurs de cette dernière espèce ont été observés et capturés ; par contre, *G. palpalis* s.l. est peu attirée par l'homme. Le ton de la teinture bleue du matériel utilisé pour les pièges biconiques influe de façon décisive sur la capture de *G. tachinoides*, mais pas sur celle de *G. palpalis* s.l. La collecte de *G. morsitans centralis* à l'aide d'appareils mobiles fournit un grand nombre de mâles âgés et quelques jeunes femelles, alors qu'avec *G. palpalis* s.l. on n'obtient que de très faibles quantités de chacune de ces catégories. Par contre les pièges biconiques capturent, pour ces deux espèces, de grandes quantités de chaque sexe, avec une bonne représentation de tous les âges. L'inverse est vrai pour les mâles de *Simulium damnosum* s.l. qui approchent volontiers l'homme mais sont très peu attirés par les pièges biconiques. De petits nombres de conopides *Stylogaster leonum*, de *G. pallicera* et de *G. fusca* ont également été capturés par les pièges biconiques.

- 82-072 BOORMAN (J. P. T.), MELLOR (P.). — Notes sur les *Culicoides* (Diptera, *Ceratopogonidae*) du Soudan relatives à l'épidémiologie de la fièvre catarrhale du mouton. (Notes on *Culicoides* (Diptera, *Ceratopogonidae*) from the Sudan in relation to the epidemiology of Blue tongue virus disease.) *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 173-178.

Des captures de *Culicoides* au piège lumineux dans les régions de Khartoum et de Wad Medani au Soudan ont comporté onze espèces. Les références préalables sont discutées, le nombre d'espèces enregistré jusqu'au présent étant seize.

Une analyse des captures a donné un cycle gonotrophique d'une durée de cinq jours pour *C. kingi* et *C. imicola*, ainsi qu'un taux de survie quotidien de 0,86 et 0,72 respectivement.

*C. kingi* et *C. imicola* sont probablement considérés comme les espèces de *Culicoides* les plus vraisemblablement impliquées dans les cycles de transmission virale. Cependant, un examen de 11 193 *C. kingi* et de 848 *Culicoides* d'autres espèces n'a permis aucun isolement du virus. Plusieurs raisons possibles pour ce phénomène sont discutées.

- 82-073 MOLYNEUX (D. H.), EVENS (F.), VAN DER VLOEDT (A.). — Considérations sur le pouvoir infectant des glossines dans le cadre de l'application de la méthode du lâcher de mâles stériles. (Review of problems of vectorial capacity of *Glossina* in relation to sterile male release programmes.) *Annls Soc. belge Méd. trop.*, 1982, 62 (2) : 95-102.

Au cours des dernières années, deux projets de recherches ont été effectués en Afrique en vue de démontrer l'efficacité de la méthode de lutte par lâcher de mâles stériles contre les mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.).

Contrairement à d'autres insectes qui ont été contrôlés par ce moyen de lutte, les mâles tsé-tsé sont hématophages et sont donc capables, même après irradiation par les rayons gamma, de propager les agents pathogènes de la trypanosomose humaine et animale.

Dans ce mémoire, les auteurs indiquent des lignes de recherches, portant sur les points suivants : (1) le pouvoir infectant des glossines irradiées à des manières différentes, (2) l'action éventuelle de l'irradiation sur les tissus de ces mouches, (3) la stratégie des lâchers de mâles stériles envisageable dans des zones où existent des foyers de trypanosomes, (4) les mesures par lesquelles on peut réduire le risque que les mâles lâchés deviennent des vecteurs de trypanosomes.

- 82-074 **NOLAN (J.), SCHNITZERLING (H. J.), BIRD (P.).** — Evaluation du potentiel de traitements chimiques à diffusion lente pour la lutte contre la tique des bovins *Boophilus microplus*; cas de l'ivermectine. (Evaluation of the potential of systemic slow release chemical treatments for control of the cattle tick (*Boophilus microplus*) using ivermectin.) *Aust. vet. J.*, 1981, 57 (11) : 493-497.

Des essais sur le terrain et en stalle avec des bovins infestés de nombreuses souches de tiques résistantes aux acaricides ont démontré le pouvoir de l'ivermectine comme acaricide. Une dose de 200 µg/kg, administrée par voie sous-cutanée à des animaux naturellement infestés sur le terrain, a donné des résultats satisfaisants pendant 21 jours, après un décalage initial de 2 jours immédiatement après le traitement, durant lequel des quantités significatives de tiques ont survécu. Des traitements quotidiens par voie sous-cutanée, administrés afin de stimuler la diffusion lente, ont montré qu'une dose de 15 µg/kg/jour produirait une éradication complète des tiques si le produit chimique pouvait agir de façon continue par un implant sous-cutané. Le pouvoir de l'ivermectine, évalué par des épreuves *in vitro* contre des adultes gorgés, fait penser que l'activité acaricide pourrait être associée avec le composé d'origine en soi plutôt qu'un métabolite.

- 82-075 **OUHELLI (H.), PANDEY (V. S.).** — Fréquence des tiques du bétail au Maroc. (Prevalence of cattle ticks in Morocco.) *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1982, 14 (3) : 151-154.

Les tiques du bétail ont fait l'objet d'une étude au cours du mois de juillet 1980 dans quatre régions bioclimatiques du Maroc. Les 24 fermes soumises à enquête ont été toutes reconnues comme infestées, le nombre moyen de tiques allant par animal, dans les différentes régions, de 6,5 à 36,3. Huit espèces de tiques ont été identifiées : *Hyalomma marginatum*, *H. detritum*, *H. lusitanicum*, *H. anatolicum*, *Boophilus annulatus*, *Rhipicephalus sanguineus*, *R. turanicus*, *R. bursa*. Numériquement *H. detritum* (30,8 p. 100) *H. marginatum* (25,5 p. 100) et *B. annulatus* (29,2 p. 100) ont été les plus fréquentes. L'ensemble des trois espèces de *Rhipicephalus* constituait seulement les 3,9 p. 100 de la population totale des tiques. *H. marginatum* et *H. lusitanicum* ont été identifiées dans les quatre régions climatiques soumises à l'enquête.

## Helminthologie

- 82-076 **ROBERT (R.), CHABASSE (D.), LEYNIA-DE-LA JARRIGE (P.), MAHAZA (C.).** — Diagnostic immunologique de la fasciolose à *Fasciola hepatica* par hémagglutination indirecte utilisant l'antigène F II. *Méd. Mal. infect.*, 1981, 11 (4) : 262-264.

Dans le but d'accroître la spécificité du diagnostic immunologique de la fasciolose à *F. hepatica*, les auteurs proposent une technique d'hémagglutination indirecte utilisant des globules rouges formolés de mouton sensibilisés avec un antigène purifié : l'antigène F II de *F. hepatica*.

- 82-077 **CABARET (J.).** — L'appréciation de l'infestation des mollusques par les protostrongylidés : des paramètres utilisés et de leur inter-relation. *Annls Parasit. hum. comp.* 1982, 57 (4) : 367-374.

Plusieurs paramètres ont été utilisés afin d'estimer l'infestation des mollusques par les Protostrongylidés. Il a été montré que le pourcentage d'infestation, le nombre de larves par mollusque et l'agrégation sont liés, tant dans les infestations expérimentales que naturelles. En ce qui concerne les premières, le pourcentage d'infestation était plus lié au nombre de larves par mollusque qu'à l'agrégation. Au contraire, dans les infestations naturelles, ce pourcentage dépendait surtout de la surdispersion.

## Biochimie

- 82-078 **QUEVAL (R.).** — La glucose-6-phosphate déshydrogénase érythrocytaire chez des races bovines trypanosensibles et trypanotolérantes de l'ouest africain. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, 35 (2) : 131-136.

L'auteur a étudié la répartition de l'activité de la glucose-6-phosphate déshydrogénase érythrocytaire (G-6-PD) chez des zébus soudanais et sahéliens et chez des taurins de races N'Dama et Baoulé, de l'Afrique de l'Ouest. Chez les zébus trypanosensibles, le déficit en G-6-PD est compris entre 24,3 et 40,4 p. 100 alors que chez les taurins trypanotolérants ce déficit est bien moins prononcé puisqu'il se situe entre 7,7 et 15,1 seulement. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les sexes d'une même race, pas plus qu'entre les sexes toutes races confondues. Se fondant sur le fait que les taurins Kouri du Tchad, trypanosensibles, montrent un déficit moyen en G-6-PD du même ordre que les zébus locaux 36 p. 100 environ, l'auteur pense que le déficit en G-6-PD pourrait figurer dans une gamme de marqueurs génétiques pour définir la sensibilité relative des races bovines aux trypanosomoses africaines.

82-079 **QUEVAL (R.), PETIT (J. P.). — Polymorphisme biochimique de l'hémoglobine de populations bovines trypanosensibles, trypanotolérantes et de leur croisement dans l'Ouest africain.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1982, 35 (2) : 137-146.

Le polymorphisme biochimique de l'hémoglobine a été étudié par électrophorèse sur acétate de cellulose et par électrofocalisation en gel de polyacrylamide sur 594 prélèvements provenant de taurins (N'Dama et Baoulé), de zébus et d'un croisement : N'Dama ♂ × Simmental (DASI).

Les fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques des hémoglobines des différentes races bovines de l'Ouest africain déjà déterminées, sont analysées et comparées à d'autres populations bovines africaines trypanosensibles et trypanotolérantes.

Les différences les plus significatives entre les populations bovines de haute et faible sensibilité aux trypanosomoses africaines portent sur :

- une très large représentation de l'Hb<sup>A</sup> dans les races bovines trypanotolérantes,
- une fréquence plus grande du type hétérozygote AB chez les races bovines trypanosensibles,
- et une très faible fréquence génique de l'allèle Hb<sup>B</sup> dans les populations bovines trypanotolérantes, ce qui confirme les études menées depuis plus de dix ans à l'I.E.M.V.T.

82-080 **RAZA (M. A.), ZIA-UR-REHMAN, CHAUDHRY (A. H.), GILANI (A. H.), NAWAZ (M.). — Modifications des protéines sériques chez des chevaux atteints de surra.** (Serum proteins changes in horses infected with surra.) *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1981, 3 (2) : 147-151.

Les échantillons du sérum de 46 chevaux atteints de surra et de 46 chevaux indemnes ont fait l'objet d'une analyse chimique en ce qui concerne les protéines totales et les fractions électrophorétiques.

Les protéines totales des animaux indemnes ne montrent pas de différences significatives par rapport à celles des animaux infectés.

Le taux d'albumine atteint 3,16 g/100 ml chez les chevaux sains alors qu'il est de 1,36 g/100 ml chez les chevaux infectés. L'abaissement du taux d'albumine atteint au moins 80 p. 100 quand on le compare à celui des chevaux en bonne santé. Les résultats indiquent des différences significatives pour les globulines totales et les  $\gamma$ -globulines entre les deux groupes d'animaux mais non pour les  $\alpha$  et  $\beta$ -globulines. Le rapport albumine/globuline est significativement peu élevé dans le groupe de chevaux infectés.

## Alimentation

82-081 **TATTERSON (I. N.). — L'ensilage de poisson : préparation, propriétés, emploi.** (Fish silage : preparation, properties and uses.) *Anim. Feed Sci. Technol.* 1982, 7 : 153-159.

L'article traite d'essais réalisés en Grande-Bretagne dans le but de favoriser la récupération des poissons et déchets de poisson collectés en petite quantité dans les ports de pêche de la côte écossaise où un traitement industriel n'est pas envisageable.

On peut employer comme conservateur soit un mélange d'acides minéraux soit l'acide formique pur ou mélangé à un acide minéral. L'acide formique est plus coûteux mais produit un ensilage qui n'a pas à être neutralisé avant emploi. On doit rechercher un pH maximal de 4,5 inhibant toutes les bactéries pathogènes ou génératrices d'altérations, ce qui est obtenu généralement avec 3,5 p. 100 en poids d'acide formique.

Le poisson doit être broyé et le mélange très saigneux. La conservation peut être assurée en fûts et le mélange brassé de temps à autre. A 20-30 °C la liquéfaction a lieu en un jour ou presque, elle est ralentie quand la température diminue. L'ensilage de poisson peut être inclu dans les aliments à un taux pratique en évitant de dépasser 2 p. 100 d'huile dans le produit pour ne pas modifier les graisses. La composition est la même que celle de la matière première. La teneur apparente en protéines va de 13 à 17 p. 100, il faut donc 4 à 5 fois plus d'ensilage que de farine de poisson.

L'hydrolyse qui se produit conduit en une semaine jusqu'à 70 p. 100 d'azote soluble.

Des essais sur porcs charcutiers ont montré qu'avec 3 p. 100 d'huile et 70 p. 100 de protéines dans la MS, l'ensilage pouvait être inclus à 10 p. 100 (de la MS) dans la ration de céréales avec de bons résultats. Un ensilage de viscères de harengs à 43 p. 100 de protéines et 44 p. 100 d'huile colore les carcasses à 5 p. 100 d'inclusion mais pas à 2,5 p. 100.

Dans ces essais, la protéine d'ensilage s'avère aussi bonne que celle de farine de poisson. L'ensilage a pu également être distribué à des veaux et des volailles avec succès.

Il se conserve longtemps et, si préparé à partir de poisson frais, le procédé est sans odeur.

- 82-082 **BLACK (D. H.)**. — **Elevage du veau en régions tropicales. Taux de croissance liés à l'utilisation d'aliments de remplacement du lait.** (Calf rearing in the tropics : Growth rates and utilisation of milk substitute diets.) *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1982, 14 (3) : 172-176.

A Trinidad, douze veaux Brahman (*Bos indicus*) et 36 veaux Holstein (*Bos taurus*) ont été nourris avec une quantité journalière d'aliments de remplacement du lait égale à 10 p. 100 ou 20 p. 100 de leur poids. Les rations contenaient 10 p. 100, 20 p. 100 ou 30 p. 100 de matière grasse. Les équilibres alimentaires ont été étudiés sur 21 jours. Les gains de poids vif chez les veaux dépendaient de la quantité de lait donné et de la race du veau (Holstein > Brahman) mais non du taux de matière grasse. Les veaux Brahman ont montré une certaine répugnance à accepter les substituts du lait dans un seau. La digestibilité de la matière sèche, de l'azote et des matières grasses était légèrement plus élevée chez les veaux Holstein que chez les veaux Brahman mais on a noté peu de différence entre les besoins en énergie métabolisable pour les deux races.

## Zootechnie

- 82-083 **TYLER (R.), TAYLOR (D. J.), CHEFFINS (R. C.), RICHARD (M. W.)**. — **Contusions et pH musculaire comparés de bovins métis Zébu et de pure race britannique.** (Bruising and muscle pH in zebu crossbred and british breed cattle.) *Vet. Rec.*, 1982, 110 (9) : 444-445.

Cinq essais ont été réalisés au Queensland (Australie tropicale) portant sur des animaux rassemblés depuis 2 à 22 jours, transportés sur 72 à 1 005 km, armés ou sans corne des races Brahman, Africander, Droughtmaster et de races britanniques.

Les contusions ont été appréciées selon la classification australienne et le pH du muscle *Longissimus dorsi* après 24 h de réfrigération. Les groupes raciaux ont été transportés séparément dans 4 essais sur 5. Le pH musculaire était significativement plus bas chez les zébus pour les essais 1 et 3, il y avait moins de carcasses à muscle sombre chez les zébus dans les essais 1, 3, 5. Les différences dans la fréquence et l'importance des contusions n'étaient pas significatives.

- 82-084 **ROZIER (J.), CARLIER (V.), BOLNOT (F.)**. — **Les viandes de bovins à coupe sombre.** *Revue tech. vét. Alim.*, 1982, 21 (177) : 5-20.

Les viandes de bovins à coupe sombre appelées viandes D F D (Dark, Firm, Dry) sont des viandes à pH élevé, généralement supérieur à 6. Elles sont plus sujettes que les autres à certaines altérations (verdissement, odeur de relent) et, de ce fait, interdites à l'importation dans certains pays et dépréciées ailleurs. L'article décrit leurs caractéristiques et méthodes d'identification, les facteurs d'apparition, les possibilités de prévention. La longueur du transport et l'attente à l'abattoir ainsi que les mélanges de lots d'animaux semblent être des facteurs favorisant. Cette synthèse sur le sujet des « viandes surmenées » ou « fiévreuses » sera utile aux responsables de l'hygiène et de l'inspection sanitaire dans les abattoirs d'exportation.



## Bibliographie

82-085 ACHA (P. N.) et SZYFRES (B.). — Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. Paris, O.I.E., 1982.

On doit être reconnaissant à l'O.I.E. d'avoir pris le soin de l'édition en langue française de l'ouvrage fondamental des Drs ACHA et SZYFRES, dont une édition espagnole a été publiée en 1977 et une édition anglaise en 1980.

Dans leur préface, les auteurs exposent qu'ils ont dû faire un choix parmi les zoonoses et saprozoonoses, prenant en compte plus spécialement celles qui ont un intérêt primordial pour la santé publique mais aussi celles qui sont plus spécifiquement américaines. Il n'en reste pas moins que ce sont 150 monographies réparties en 4 grands groupes : bactérioses, chlamydioses et rickettsioses, viroses et zoonoses parasitaires qui nous sont offertes. L'originalité de l'entreprise réside dans la présence de 87 schémas, très clairement dessinés, précisant les modalités des modes et cycles de transmission des maladies considérées ; à ce titre, c'est un excellent manuel d'enseignement et de mise à jour des connaissances.

Les nouveautés épidémiologiques apparues depuis la première édition espagnole sont prises en compte comme, par exemple, pour la fièvre de la vallée du Rift.

Le livre fort de 695 pages est agréablement présenté et bénéficie d'une typographie claire et attrayante.

Au débit, on ne peut guère mettre qu'une erreur concernant l'antigénicité du virus de la variole caprine (que l'on sait maintenant être proche du virus de la clavelée et de la maladie nodulaire cutanée bovine) ainsi que la rareté des références bibliographiques francophones. L'explication doit se trouver dans l'accent mis sur l'épidémiologie au niveau du continent américain.

82-086 BLANCOU (J.). — Contribution à l'étude de l'immunité contre la rage. Thèse Sci. nat. Univ. Nancy I. 1982.

Après une étude bibliographique complète de l'immunité naturelle contre la rage et de ses mécanismes possibles, puis de l'immunité acquise et de ses conditions d'acquisition et de contrôle, est exposée une série d'essais étudiant :

1. Le degré de réceptivité spontanée ou immunité naturelle de différentes espèces animales à diverses souches de virus rabique.

Ces essais concernent principalement le renard roux, des souches variées de souris, le lièvre, la buse variable et le furet, dont l'immunité est quantifiée vis-à-vis de souches de virus rabique sauvages ou modifiées par passage en série *in vivo* ou *in vitro*. Ils indiquent que le renard est l'espèce la moins résistante au virus sauvage d'origine vulpine, les autres espèces présentant une immunité naturelle 40 fois (Lièvre), 240 fois (Souris), 50 000 fois (Furet) ou 1 000 000 de fois (Buse) supérieure et ne réexcrétant pas, ou rarement, le virus dans leur salive contrairement au renard. Chez la souris, cette immunité est liée à l'âge ou au patrimoine génétique.

Ces essais indiquent aussi que les virus modifiés peuvent, dans certaines conditions, perdre tout pouvoir pathogène pour la souris, ou le renard et constituer un vaccin antirabique administrable par voie orale chez cette dernière espèce.

2. L'immunité acquise après contact avec l'antigène rabique.

Ces essais ont permis successivement :

- La mesure de l'immunité acquise, à médiation humorale ou cellulaire, chez les différentes espèces animales étudiées précédemment ainsi que chez le singe, le chien et le bovin. Les différents niveaux de cette immunité ont pu être ainsi comparés, et leur cinétique précisée pour une meilleure prophylaxie médicale de la rage.

- La détermination du rôle du thymus et de certains immunomodulateurs dans l'acquisition de cette immunité. Ces essais ont confirmé la thymodépendance de l'antigène rabique et démontré, entre autres, l'action intrinsèque du B.C.G. tantôt immunostimulante, tantôt immunodépressive vis-à-vis de l'infection rabique.

- La démonstration d'une composante immunopathologique dans le processus infectieux chez la souris. Chez cette espèce la vaccination peut, dans certaines conditions, entraîner une mortalité plus précoce chez les sujets vaccinés que chez les sujets témoins, et ce phénomène peut être transféré à des souris syngéniques par des splénocytes ou du plasma.

Une conclusion générale complète cette étude. Elle est élaborée à partir des discussions détaillées de tous ces résultats, au cours desquelles ils sont comparés à ceux d'autres auteurs, et sont proposées certaines hypothèses explicatives ainsi qu'un schéma de synthèse des processus immunitaires.

- 82-087 **KAGERUKA (P.)**. — Contribution à l'étude du sous-genre *Trypanozoon* et en particulier de la biologie et de la virulence de *Trypanosoma (Trypanozoon) evansi* (STELL, 1885) BALBIANI 1888. Thèse Doct. Sci. vét. Univ. Royale UTRECHT, mars 1982. 233 p.

L'auteur étudie, dans ce travail, le sous-genre *Trypanozoon* et plus particulièrement l'espèce *Trypanosoma evansi*. Une souche, originaire d'Amérique du Sud, a été isolée d'un cabiai (*Hydrochoerus hydrocheris*), porteur asymptomatique de ce trypanosome. L'animal vivait en Belgique depuis 2 ans. L'identification du parasite a été basée sur ses caractéristiques morphologiques. La souche est faiblement virulente pour le rat qui ne manifeste une forte parasitémie que s'il a été au préalable splénectomisé ou si on lui a injecté de la cyclophosphamide.

*T. evansi* peut survivre au moins 30 heures dans l'estomac d'*Aedes aegypti* et 26 heures dans celui d'*Anopheles stephensi*. La survie est inférieure à 14 heures dans l'intestin de *Glossina morsitans*. Les trypanosomes ayant séjourné dans le tube digestif des insectes sont encore infectants 8 heures après le repas chez *A. aegypti*, 40 heures chez *A. stephensi*, 6 heures chez *G. morsitans*. La transmission mécanique par les moustiques a été réussie chez la moitié des rats exposés aux piqûres aussitôt après l'interruption du repas infectant, sous réserve qu'ils aient eu les poils rasés.

L'incubation de plusieurs espèces et souches de trypanosomes à 37 °C, pendant 5 heures, en présence de sérums humain, de babouin ou de mouton entraîne une diminution de la concentration des trypanosomes, plus prononcée avec les sérums humain et de babouin qu'avec celui de mouton. Les espèces pathogènes pour l'homme conservent leur infectivité pour le rat ou la souris après le test d'incubation. *T. congolense* et *T. vivax* résistent également à l'action neutralisante des sérums humain et de babouin. Toutes les espèces du s.g. *Trypanozoon* spécifiques des animaux sont par contre neutralisées après l'incubation.

La structure antigénique de *T. evansi* comprend 4 ou 5 composants hétérospécifiques partagés avec l'hôte parasité, 16 à 21 composants spécifiques de nature trypanosomienne et un composant majeur spécifique de chaque type antigénique et représentant l'antigène variable. *T. evansi*, *T. b. gambiense* et *T. b. brucei* présentent des similitudes qualitatives. La sérothérapie et l'immunisation passive, par utilisation d'immunsérums et d'hyperimmunsérums ont été inefficaces.

L'inoculation de *T. evansi* aux petits rongeurs de laboratoire, aux œufs embryonnés et aux poussins, à 2 singes, 2 dromadaires, 1 puma, 2 chèvres, 2 chiens, confirme le large spectre d'activité de *T. evansi*. Les grands animaux domestiques et sauvages paraissent plus sensibles que les rongeurs de laboratoire (sauf les cobayes et les lapins) et que les poussins. La physiopathologie des infections expérimentales à *T. evansi* chez 13 chiens beagle a été étudiée. Les observations effectuées concernent la parasitologie, la symptomatologie, l'histopathologie, les constantes sanguines et sériques. Elles confirment la sensibilité du chien au surra.

- 82-088 **GEIGER (F. H.)**. — Contribution à la lutte contre les trypanosomoses animales en Afrique, Formation du personnel de direction et d'exécution. Thèse Doct. d'Etat Méd. Vét. Toulouse, 1982 n° 3, 106 p.

Cette thèse est centrée sur l'étude des activités de formation du personnel des pays africains qui se consacrent à la lutte contre les trypanosomoses animales.

Elle comprend trois parties. Dans la première sont décrits les enseignements de haut niveau dispensés par l'Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux de 1976 à 1981 et par l'Overseas Department Administration en 1979. Ces deux cycles de formation sont essentiellement destinés à des Docteurs Vétérinaires et des Entomologistes issus des Universités ; ils doivent leur permettre de diriger efficacement des services spécifiques de lutte contre les tsé-tsé et les trypanosomes, de concevoir et d'organiser des campagnes de lutte et de traitement, d'assurer la surveillance épidémiologique des trypanosomoses animales. 36 participants provenant de 10 pays d'Afrique francophone et 15 participants provenant de 10 pays d'Afrique anglophone ont suivi ces cours.

Dans la seconde partie sont présentés deux des séminaires organisés conjointement par la FAO, l'OMS, et l'O.U.A. Celui de Nairobi, organisé en 1977, a réuni 69 participants originaires de 27 pays africains. Vingt six étudiants ont participé à celui de Bobo-Dioulasso, en 1979.

Dans la troisième partie sont évoquées les activités de formation du personnel d'exécution. L'Ecole de Lutte anti-tsé-tsé de Bobo-Dioulasso a formé depuis 1976 une centaine de techniciens francophones capables de mener sur le terrain les diverses opérations se rattachant à la lutte contre les glossines. Chaque cycle de formation dure 10 mois et s'adresse à des infirmiers vétérinaires ou des contrôleurs d'élevage.

L'Ecole d'Enseignement du contrôle Tsé-tsé de Kaduna, au Nigeria, forme le personnel employé dans les unités de lutte anti-tsé-tsé (captureurs, prospecteurs, entomologistes). Les enseignements, très pratiques, sont adaptés aux niveaux d'instruction des participants.

Enfin, dans le cadre d'un projet de lutte contre les trypanosomoses animales en Zambie, la FAO a mis sur pied un cycle de formation, à Lusaka, pour du personnel

technique de niveau moyen qui sera employé dans des unités de lutte contre les vecteurs des trypanosomes.

- 82-089 **TAGER-KAGAN (P.)**. — Principales helminthiases du mouton dans le département de Niamey ; leur évolution dans l'année ; calendrier de traitement. Niamey, Inran, Laboratoire de l'Elevage, 1982. 26 p., 135 tabl. et diagrammes.

Les 4 405 autopsies et 14 243 examens coproscopiques effectués à l'abattoir et sur différents marchés du département de Niamey ont montré qu'*Haemoncus contortus*, les cestodes intestinaux (*g-Stilesia*, *g-Avitellina*, *g-Moniezia*), l'œsophagostomose nodulaire (*Oesophagostomum colombianum*). *Strongyloides papillosus* sont les helminthes les plus importants tant par leur fréquence que par l'intensité de l'infestation ; d'une façon moindre les paramphistomes parasitent les ovins dans la zone du fleuve Niger. A l'autopsie 66 p. 100 des ovins avaient un polyparasitisme de classes (cestodes, nématodes, trématodes) ; 22 p. 100 avaient une association de deux ou trois genres de cestodes, 43 p. 100 présentaient une association de deux, trois ou quatre genres de nématodes appartenant au sous-ordre des *Strongyloidea*. Sur les 14 243 examens coproscopiques, 37 p. 100 ont montré un polyparasitisme, 45 p. 100 un monoparasitisme (en considérant strongles et coccidies comme des entités car, en réalité, des associations parasitaires existent à l'intérieur de ces deux groupes), 18 p. 100 étaient indemnes de parasites.

Evolution dans l'année : Cestodes : le genre *Stilesia* est présent toute l'année sur les moutons ; cependant la période juillet à janvier voit le pourcentage d'animaux atteints augmenter sensiblement ; à la même époque, le *g-Avitellina* et le *g-Moniezia* parasitent également un grand nombre d'ovins souvent en association avec le *g-Stilesia*.

Nématodes : l'infestation des moutons par *Haemoncus contortus* aura lieu précocement si la saison des pluies est en avance et elle pourra se poursuivre assez tard dans la saison si les pluies persistent jusqu'en octobre ; de décembre à avril, l'infestation est peu importante. L'œsophagostomose nodulaire est fréquente d'août à février de l'année suivante ; *Oesophagostomum colombianum* adultes sont surtout trouvés d'avril-mai à juin-juillet. De janvier à avril et de fin octobre à décembre *Strongyloides papillosus* parasitent un faible pourcentage de moutons ; par contre, durant la saison des pluies, on trouve 50 p. 100 à 60 p. 100 des ovins parasités.

Trématodes : Dans la région du fleuve, le maximum de moutons infestés par les paramphistomes se rencontre de septembre à décembre et de février à mai.

Compte tenu de ces diverses observations épidémiologiques, un plan de lutte contre ces helminthes a été proposé pour chaque arrondissement du département de Niamey.

- 82-090 **STORK (A. L.), LEBRUN (J. P.)**. — Index des cartes de répartition des plantes vasculaires d'Afrique. Complément 1935-1976. Supplément 1977-1981 avec Addendum A-Z. Maisons-Alfort, Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux, 1981. 98 p. (Etude Botanique n° 8) (ISBN 2-85985-053-8).

Cet ouvrage, qui s'ouvre sur un portrait du Professeur J. Miège, ancien Inspecteur des Conservatoires et Jardins Botaniques de la ville de Genève, auquel il est dédié, constitue la suite du précédent volume publié en 1977 en Suisse.

Etabli sur le même modèle, il regroupe 7 550 références. De plus en plus de botanistes se soucient d'agrémenter de cartes leurs contributions. Ainsi, la phytogéographie africaine va, plus que jamais, pouvoir reposer sur des bases cartographiques et, de ce fait, atteindre au rang de science et non rester du domaine de la spéculation.

L'importance de cet index de cartes qui maintenant comprend deux volumes — un troisième est en cours d'élaboration — est fondamentale ; la chose n'a pas échappé à Philip Stott qui écrit en 1981 à son propos :

« Another area in which there have been welcome developments is in the compilation of indexes of published plant maps. These indexes not only facilitate research into plant distribution but also help to avoid the duplication of maps and guard against incomplete surveys of what is already known about a particular distribution. A good example is the Index des cartes de répartition. Plantes vasculaires d'Afrique (1935-76) (Lebrun & Stork 1977), which catalogues all the published maps for no less than 8830 African taxa. Because plant maps are printed in so diverse a range of publications, such compilations have become increasingly necessary and will become, like the plant maps themselves, an indispensable tool of the plant geographer » (P. Stott, 1981, *Historical plant geography*. Allen & Unwin, London etc.).