

	Page
TRAVAUX ORIGINAUX	
DOMENECH (J.), GUIDOT (G.) et RICHARD (D.). — Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie. Symptomatologie. Etiologie	251
WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.). — Influence de la voie d'administration sur l'immunité produite par la souche T ₁ de <i>Mycoplasma mycoides</i> subsp. <i>mycoides</i>	259
TAZE (Y.), CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), CLAIR (M.), SELLIN (E.). — Essais de détermination de la dose optimale d'irradiation des mâles de <i>Glossina palpalis gambiensis</i> (Vanderplank, 1949) en vue de la lutte biologique par lâchers de mâles stériles dans la région de Bobo-Dioulasso (Hte-Volta).....	269
CUQ (P.), AKAKPO (A. J.), FRIOT (D.). — Caractéristiques biologiques des hématies des bovins de la zone tropicale de l'Afrique de l'Ouest	281
GRÄBER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.). — Elevage de <i>Biomphalaria glabrata</i> , Say, au laboratoire	293
MAFWILA (M.), DIMBANI (B.). — Essai sur l'incorporation de levure de brasserie séchée dans la ration de poulet d'engrais	303
LHOSTE (P.). — Note sur un essai de production de jeunes bovins précoces au Cameroun . . .	309
TOUTAIN (B.), DEDEKEN (E.). — Plantules de quelques espèces fourragères annuelles du Sahel. Guide de reconnaissance	315
EXTRAITS — ANALYSES	
Pathologie	323
Maladies à virus.....	323
Maladies bactériennes.....	324
Mycoplasmoses.....	325
Rickettsiose	325
Maladies à protozoaires.....	325
Trypanosomoses.....	326
Parasitologie	327
Entomologie.....	328
Biologie.....	330
Alimentation	330
Zootechne.....	331
Pisciculture	332
Bibliographie	332

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

CONTENTS N° 3 - 1977

	Page
ORIGINAL PAPERS	
DOMENECH (J.), GUIDOT (G.), RICHARD (D.). — The pyogen affection of the one humped camel in Ethiopia. Symptomatology - Aetiology.....	251
WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.). — The effect of the route of administration on the immunity produced by the T ₁ strain of <i>Mycoplasma mycoides</i> sub-species <i>mycoides</i>	259
TAZE (Y.), CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), CLAIR (M.), SELLIN (E.). — Trials on the determination of optimum irradiation level of male <i>Glossina palpalis gambiensis</i> (Vanderplank, 1949) to biological control by sterilized male releases in Bobo-Dioulasso area (Upper-Volta)...	269
CUQ (P.), AKAKPO (A. J.), FRIOT (D.). — Biological characteristics of cattle erythrocytes in west African tropical area	281
GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.). — Maintenance and breeding of <i>Biomphalaria glabrata</i> , Say, in laboratory	293
MAFWILA (M.), DIMBANI (B.). — Trial of dried brewers' yeast incorporation in diet for broiler	303
LHOSTE (P.). — Note about an experiment of early young cattle production in Cameroon . . .	309
TOUTAIN (B.), DEDEKEN (E.). — Some annual sahelian fodder species. Identification guide.	315
ABSTRACTS	
Pathology	323
Diseases caused by viruses.....	323
Diseases caused by bacteria.....	324
Mycoplasmoses.....	325
Rickettsiosis	325
Diseases caused by protozoan parasites.....	325
Trypanosomiasis	326
Parasitology	327
Entomology.....	328
Biology.....	330
Feeding	330
Zootechny	331
Pisciculture	332
Bibliography	332

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

Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie. Symptomatologie - Etiologie

par J. DOMENECH (*), G. GUIDOT et D. RICHARD

RÉSUMÉ

L'étude des maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie permet de dégager deux entités cliniques assez définies : le *mala*, ou forme ganglionnaire et le *maha*, ou *doula*, ou nécrose cutanée.

Le *mala*, principale maladie pyogène, est dû à *Corynebacterium pseudotuberculosis* et *Streptococcus* groupe B de Lancefield. C'est une affection chronique, se traduisant par des abcès ganglionnaires à la base du cou et sur la croupe. Les streptocoques B et les staphylocoques dominent dans l'étiologie du *maha*, maladie cutanée à abcès plats évoluant vers l'ulcération.

Les autres affections pyogènes externes sont des infections localisées, liées à des traumatismes divers, et pour lesquelles sont isolés : streptocoque B (47 p. 100 des cas), *Corynebacterium pyogenes* (12,2 p. 100), straphylocoques (14 p. 100), bactéries du type *Lactobacillus* et, rarement, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, ainsi qu'un actinomycète présentant les caractères de *Dermaphilus congolensis*.

I. INTRODUCTION

Après 3 années d'études sur la pathologie du dromadaire en Ethiopie, il est possible de porter quelques conclusions ou tout au moins de faire état des principaux résultats obtenus dans certains domaines : brucellose, pasteurelloses (Rev. I. E. M. V. T., sous presse) et maladies pyogènes.

Sont groupées, sous le terme générique de « maladies pyogènes », les affections se traduisant par la formation d'abcès et plaies, à localisation variable, mais le plus souvent externe.

Ces affections sont très répandues, surtout dans leur forme dite *mala* (nom vernaculaire),

se traduisant par des abcès ganglionnaires externes avec possibilité d'extension viscérale ; c'est sans doute, après les trypanosomiasés, la maladie la plus fréquente et la plus grave économiquement.

Nous essayerons de passer en revue les agents étiologiques rencontrés dans les diverses formes cliniques et de tirer de ces isolements des conclusions pratiques en ce qui concerne la production d'un vaccin.

II. MATERIEL ET METHODE

Les 179 échantillons examinés ont été prélevés dans des régions différentes de l'Ethiopie : provinces du Sidamo, du Harar, du Wollo et du Tigre qui regroupent, à elles seules, l'essentiel de l'élevage camélin du pays. Les analyses ont été faites par les techniques bactériologiques habituelles.

Veterinary Institute. P. O. Box 19, Debré-Zeit, Ethiopie. Mission Vétérinaire Française.

(*) Adresse actuelle : Laboratoire de Farcha, B. P. 433, N'Djaména (Rép. du Tchad).

III. SYMPTOMATOLOGIE OBSERVEE

On peut distinguer en Ethiopie 3 types d'affections :

A. MALA

C'est un nom vernaculaire utilisé par les éleveurs des différentes tribus Somali du Sud de l'Ethiopie (Garris, Gabras, Dogodias, Myriames, Garrimaros) pour désigner tous les états suppuratifs, *mala* signifiant « pus » en langue Oromo et Somali.

En fait, la plupart du temps, ce terme évoque une maladie particulière, caractérisée par des abcès pouvant être externes ou internes. L'affection est essentiellement chronique, d'évolution lente, affectant les adultes (animaux de plus de 5 ans). Les abcès sont le plus souvent ganglionnaires, avec localisation préférentielle au niveau des ganglions cervicaux inférieurs mais aussi sur la croupe (entre la pointe de la fesse et la base de la queue). Les lésions au niveau de la mamelle et des épaules sont également fréquentes (tabl. n° I). Les abcès sont généralement présents en petit nombre : 1 ou 2, rarement plus.

Les localisations au ganglion cervical inférieur et à la croupe représentent environ 70 p. 100 des cas (tabl. n° I).

Suivent les localisations à l'épaule (11 p. 100) et à la mamelle (10 p. 100) Les abcès au maxillaire, à l'encolure, aux flancs et aux cuisses sont assez rares.

Leur taille varie beaucoup : assez petits lorsqu'ils sont situés sur la croupe, ils peuvent atteindre le volume d'une orange (épaule ou flanc) voire plus (ganglion cervical inférieur). Les lésions situées au niveau de l'encolure ou de l'épaule entraînent le plus souvent une hypertrophie des ganglions cervicaux inférieurs correspondants, suivie d'une abcédation. Souvent fistulisés et entourés d'une coque épaisse, ces abcès laissent sourdre à la pression un pus d'aspect assez constant : épais, jaunâtre, non granuleux.

Aux dires des chameliers, les métastases musculaires ou viscérales sont fréquentes, ils parlent alors de « *mala* interne », avec évolution cachectisante et mort au bout de plusieurs années. A l'autopsie, les abcès seraient surtout localisés aux viscères abdominaux.

Il ne nous a pas été donné d'observer d'animaux ainsi atteints, mais la généralisation obtenue par inoculation intraveineuse, à un dromadaire, d'une souche de *Corynebacterium pseudotuberculosis* et de streptocoque B nous permet de penser que les affirmations des chameliers sont fondées.

TABLE. N° I-*Mala* : isolements obtenus, en fonction des localisations lésionnelles dans les 59 cas connus.

Localisation	Nombre de cas	Isolements									
		Str.	C.p.	C. p. + Str.	C.pyo. + Str.	C. p. + Sta.	Str. + Sta.	Sta.	C. pyo.	Bact. type lac.	C.sp.
Ganglion cervical inférieur	18	8	5	1	2	1	0	1	0	0	0
Abcès croupe	22	10	6	2	1	0	0	0	1	1	1
Abcès épaule	7	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0
Abcès mamelle	6	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0
Abcès maxillaires	2	1	1								
Poitrail	1	1									
Encolure	1	1									
Membre postérieur	2	1				1					
Total	59	27	17	3	3	2	1	3	1	1	1

Str. = Streptocoque ; C. p. = *Corynebacterium pseudotuberculosis* ; C. pyo. = *Corynebacterium pyogenes* ; Sta. = Staphylocoque ; Bact. type lac. = bactérie du type *Lactobacillus*.



1. — Abscès du ganglion cervical inférieur.



2. — Nécrose du ganglion cervical consécutive à un abcès.



3. — Plaie de bosse.

Il y aurait donc une très forte analogie avec la maladie caséuse des petits ruminants, due elle aussi à *Corynebacterium pseudotuberculosis*.

L'importance économique de la maladie est difficile à chiffrer, mais le *mala* semble être la deuxième maladie infectieuse des adultes, après les trypanosomiasés, tant par la fréquence que par les pertes économiques qu'elle entraîne. Dans certains troupeaux, le pourcentage d'animaux adultes malades pourrait atteindre 10 p. 100.

B. NECROSE CUTANEE (*Doula, Maha*)

C'est une maladie pyogène beaucoup moins fréquente, affectant surtout les animaux jeunes, à évolution rapide.

Les lésions sont localisées le plus souvent à l'encolure et à l'épaule, parfois aux flancs et aux membres.

Les réactions des ganglions régionaux sont très rares.

Ces lésions consistent en des abcès cutanés durs et plats, en relief, d'une dimension de 2 à 5 cm de diamètre. Certains abcès (encolure notamment) peuvent être beaucoup plus volumineux.

L'abcès, contenant peu de pus, est recouvert d'une croûte qui, lorsqu'elle est arrachée, permet de découvrir un tissu nécrosé : l'aspect est alors ulcératif, à bords surélevés, en forme de cratère.

L'évolution des petites lésions se fait en quelques mois (3 à 6 mois), le plus souvent vers la guérison. En revanche, les grosses lésions de l'encolure sont extrêmement délabrantes et les nécroses musculaires sont considérables.

C. AUTRES MALADIES PYOGENES EXTERNES

Ce sont des infections localisées, liées à des traumatismes d'origines diverses, telles qu'on les rencontre chez toutes les espèces animales, avec, sauf cas particulier, une incidence économique et médicale faible. Cependant, les plaies dues au mauvais ajustement du bât sont particulièrement fréquentes et graves :

leur guérison, quel que soit le germe isolé, est fonction de la suppression du facteur traumatissant.

IV. RESULTATS

A. MALA

1. Etiologie

Si on considère les 59 cas répertoriés dans le tableau n° I, on peut constater qu'un streptocoque est présent, seul ou associé, dans 57 p. 100 des cas (34 sur 59), *Corynebacterium pseudotuberculosis* dans 37 p. 100 (22 sur 59), un staphylocoque dans 10 p. 100 et *Corynebacterium pyogenes* dans 6,7 p. 100 des cas.

Si on considère les 95 cas de *mala* cités dans le tableau n° III, on voit que les pourcentages varient légèrement, avec une augmentation du nombre d'isolements de staphylocoques : ceci est dû au fait que certains abcès étiquetés *mala*, sans que l'on ait eu une connaissance précise du siège de la lésion, n'étaient en fait que des abcès banals.

2. Etude bactériologique

a) Streptocoque

Vingt-sept souches ont été groupées (*) : dans 21 cas, il s'agit du groupe B de Lancefield, 4 fois du groupe C, et 2 fois de *Streptococcus mitis*.

Le groupe D, identifié par les caractères biochimiques habituels, est très peu représenté et semble n'être dû qu'à des contaminations fécales du prélèvement.

Le pouvoir pathogène expérimental est difficile à mettre en évidence (tabl. n° II) : aucune lésion n'est obtenue sur cobaye.

Sur 3 dromadaires inoculés, les 3 injections sous-cutanées ont été suivies par la formation d'abcès peu importants. L'inoculation intraveineuse n'est suivie d'aucune localisation métastatique dans deux cas, mais pour la troisième, l'animal a développé une polyarthrite,

(*) Sérogroupage de Lancefield effectué au service de Bactériologie Médicale de l'Institut Pasteur de Paris, par le Docteur HORODNICEANU.

TABL. N°II-Pouvoir pathogène expérimental obtenu par inoculation de diverses souches d'origine cameline.

Espèce bactérienne	Nbre de souches étudiées	Résultats obtenus sur :		
		Cobaye (1)	Lapin (2)	Dromadaire
Str. B	4	2 inoculations : • aucune lésion.	-	3 inoculations : • sous-cutanées : 3 abcès localisés/3 • IV = (aucune lésion : 2 fois /3. Cachexie, arthrite abcès musculaires et sous-cutanés : 1 fois/3
C.p.	10	12 : inoculations : • aucune lésion : 6 fois /12. • signe de Strauss léger, avec guérison spontanée : 4 fois sur 12. • généralisation : 2 fois/12	7 inoculations : • aucune lésion : 5 fois. • abcès localisé : 2 fois	3 inoculations : • sous-cutanées : 3 abcès localisés/3 • IV = (-abcès métastatiques, état général conservé : 1 fois (-abcès métastatiques viscéraux (état général altéré, polyarthrites : 2 fois. (-mort en 20 jours : 1 fois.
C. pyo.	1	-	1 inoculation : • 1 abcès localisé.	-

(1) Inoculations I.P. ; (2) Inoculations I.V.

avec abcès musculaires et sous-cutanés nombreux. L'état général du dromadaire était très affecté.

b) *Corynebacterium pseudotuberculosis*

— Les caractères biochimiques sont les mêmes que ceux des souches d'origine animale autre que le dromadaire :

- Protéolyse nulle (sérum coagulé, lait tournesolé, gélatine nutritive, gélatine de Kohn), urée de Christensen toujours positive, indol négatif, nitrate variable.

- Glucidolyse variable (**) sauf pour le glucose, mannose, maltose et lévulose qui sont toujours positifs, et pour le saccharose, salicine, raffinose, inositol, dulcitol et rhamnose qui sont toujours négatifs.

— Pouvoir pathogène expérimental :

Il est beaucoup plus évident que pour le streptocoque (tabl. n° II).

- L'inoculation par voie intra-péritonéale au cobaye est irrégulièrement suivie d'une orchivaginalite (signe de Strauss), souvent spontanément réversible.

- L'inoculation intraveineuse au lapin n'a jamais été suivie de généralisation. Nous n'avons obtenu, au mieux, qu'un abcès localisé, dans 2 cas sur 7.

- Le pouvoir pathogène sur dromadaire est, en revanche, plus net : l'inoculation sous-cutanée entraîne régulièrement la formation d'abcès ; l'inoculation intraveineuse provoque l'apparition d'abcès métastatiques variés, et l'état général est très diminué.

c) *Corynebacterium pyogenes*

— Comme pour *Corynebacterium pseudotuberculosis*, nous n'avons trouvé aucune différence biochimique entre les souches camelines étudiées et celles venant d'autres espèces animales.

- Protéolyse intense sur sérum coagulé et gélatine, lait tournesolé coagulé puis digéré, urée de Christensen négative, indol négatif, nitrate variable.

- Glucidolyse variable, sauf pour le glucose, lactose, saccharose, mannose, maltose et lévulose qui sont toujours positifs.

— Pouvoir pathogène expérimental :

Il a été peu étudié mais, comme pour *Corynebacterium pseudotuberculosis*, la souche cameline s'est montrée par voie intraveineuse, assez peu pathogène pour le lapin (tabl. n° II).

(**) Sucres étudiés : glucose, lactose, saccharol, mannitol, salicine, mannose, maltose, lévulose, raffinose, sorbitol, xylose, inositol, adonitol, arabinose, galactose, dulcitol, rhamnose, glycérol.

B. PLAIES ET ABCES DIVERS

L'étude des 61 cas notifiés sur le tableau n° III (colonnes 4, 5 et 6) donne les résultats suivants :

— Les streptocoques pyogènes dominent puisqu'on les retrouve dans 47 p. 100 des cas (29 sur 61), avec, en particulier, leur isolement dans un cas de pneumonie mortelle.

— *Corynebacterium pyogenes* est également très répandu (12,2 p. 100), ainsi que les staphylocoques (14 p. 100).

— *Corynebacterium pseudotuberculosis* n'est isolé qu'une fois.

— Des bactéries du type *lactobacillus* sont rencontrées dans les infections dues au bât (32 p. 100 de ces affections), mais il est nécessaire de procéder à des examens plus approfondis avant d'affirmer qu'il s'agit bien de lactobacilles.

— Signalons l'isolement, une fois, d'un actinomycète dont les caractères morphologiques cultureux et biochimiques sont les mêmes que ceux de *Dermatophilus congolensis*, agent de la dermatophilose bovine.

C. NECROSE CUTANEE : DOULA OU MAHA

Vingt-trois cas sont mentionnés dans le tableau n° III.

— Les streptocoques sont présents, seuls ou associés au staphylocoque, dans 74 p. 100 des prélèvements (17 sur 23).

— Les staphylocoques existent dans 40 p. 100 des cas.

— *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *pyogenes* et *lactobacillus* sp. ont été isolés 1 fois chacun (4,3 p. 100).

TABLEAU N° III—Isolements obtenus sur 179 prélèvements de pus de dromadaires.

Germe	Affection	Maha	Maha Doula	Lésion de garrot ou bosse	Plaies et abcès divers (1)	Divers (2)	Divers
Str.		37	9	15	6	3	70
C. p.		15	1	0	0	0	16
C. pyo.		3	1	5	2	0	11
Sta.		7	1	3	0	3	14
Bact. type Lac.		5	1	13	0	0	19
C. p. + Sta.		2	0	0	0	0	2
C. p. + Str.		8	0	0	1	0	9
Sta. + Str.		7	8	2	1	0	18
Str. + lac. (?)		2	0	0	0	0	2
C. pyo. + Str.		3	0	0	1	0	4
Divers		2 C. sp.	1 C. sp.	0	1 C. sp. 1 Act.	0	5
Prélèvement négatif		4	1	3	1	0	9
Total		95	23	41	14	6	179

{1) Plaies et abcès divers :

. 6 streptocoques : dermatite face - plaie du genou - plaie de l'aîne - plaie avant-bras - abcès vulve - fistule base queue.

. 2 *Corynebacterium pyogenes* : croûte - abcès queue.

. 1 Actinomycète : abcès boulet

. 1 *Corynebacterium pseudotuberculosis* + Streptocoque : plaie du genou.

. 1 *Corynebacterium pyogenes* + Streptocoque : plaie périnéale.

. 1 Streptocoque + Staphylocoque pustule.

. 1 *Corynebacterium* sp. : plaie ouverte pied.

. Pas d'isolement : pustule.

(2) Lésions diverses :

. 3 Streptocoques : lymphangite - Balanite - Pneumonie caséuse massive.

. 3 Staphylocoques : 2 arthrites - Péricardite.

Rectificatif : dernière colonne de droite, lire : Total au lieu de Divers.

D. POURCENTAGES GLOBAUX

Ils sont calculés sur les 179 prélèvements étudiés :

— Streptocoques, seuls ou associés, dans 57 p. 100 des cas.

— *Corynebacterium pseudotuberculosis*, seul ou associé, dans 14,3 p. 100 des cas.

— Staphylocoques, seuls ou associés, dans 18,7 p. 100 des cas.

— *Corynebacterium pyogenes*, seul ou associé, dans 8,2 p. 100 des cas.

V. DISCUSSION

1. *Mala*

Nous avons déjà exposé son importance. Les analyses effectuées nous permettent, en mettant en évidence la responsabilité essentielle de *Corynebacterium pseudotuberculosis* et de *Streptococcus B*, d'envisager la production d'un vaccin.

Nous avons, dans ce but, sélectionné une souche de *Corynebacterium pseudotuberculosis* (UDAT 2), et une de streptocoque B (Debebe 28), afin de disposer d'un bon matériel d'épreuve : leur inoculation provoque l'apparition d'abcès au point d'inoculation, d'abcès métastatiques, et d'une atteinte de l'état général du dromadaire.

Les résultats présentés ci-dessus pourraient faire penser que *Corynebacterium pseudotuberculosis* est plus pathogène que *Streptococcus B*.

Mais, par ailleurs, la fréquence des isollements du streptocoque est nettement supérieure à celle des corynébactéries. Aussi est-il difficile d'affirmer lequel de ces deux germes est prépondérant dans l'étiologie du *mala*.

Nous pencherons néanmoins pour une étiologie corynébactérienne, en expliquant la plus grande fréquence des isollements de streptocoques par le fait qu'ils sont faciles à isoler et doivent, dans bon nombre de pus polymicrobiens, inhiber la culture de la corynébactérie.

2. Nécrose cutanée

Cette affection, moins fréquente et moins grave que le *mala*, nous retiendra moins longtemps.

Les streptocoques et staphylocoques dominent, et nous n'avons jamais pu démontrer le rôle d'un actinomycète.

3. Autres lésions externes

La flore pathogène externe est assez diversifiée, mais est uniquement représentée par les bactéries gram positif.

Les streptocoques dominent largement, suivis par les staphylocoques et *Corynebacterium pyogenes*.

On peut souligner le rôle particulier, dans les plaies de bât, de streptobacilles présentant les caractères des lactobacilles. Ceci peut paraître assez surprenant car les conditions de multiplication des lactobacilles sont habituellement très différentes de celles que l'on rencontre dans les pus d'abcès superficiels.

Aussi avons-nous commencé une étude précise de ces germes, afin de confirmer le diagnostic de lactobacille.

Il nous paraît également intéressant de remarquer l'isolement d'un actinomycète présentant tous les caractères morphologiques, culturels et biochimiques de *Dermatophilus congolensis*. Seul le pouvoir pathogène n'a pu être démontré, et les caractères antigéniques de cette souche n'ont pas été étudiés. On peut donc s'interroger, en attendant d'autres isollements et la comparaison immunologique avec *Dermatophilus congolensis*, sur la signification de la présence de ce germe dans un pus de dromadaire.

VI. CONCLUSIONS

L'étiologie des affections pyogènes du dromadaire est difficile à définir, car les isollements de bactéries pathogènes sont multiples : *Corynebacterium pseudotuberculosis* et *pyogenes*, streptocoque du groupe B, staphylocoques...

Néanmoins, au vu des commémoratifs cliniques, il paraît possible de détacher deux entités cliniques assez nettement définies : le *mala* ou forme ganglionnaire, et le *maha* ou nécrose cutanée.

Pour le *mala*, le rôle étiologique de *Corynebacterium pseudotuberculosis* est clairement démontré ; celui du streptocoque B l'est à peu près aussi, ce qui a son importance puisque le but de ces enquêtes est de produire un vaccin efficace contre les maladies pyogènes du dromadaire.

Remerciements

Nos remerciements vont au Docteur DES-ROTOUR, chef de la Mission Vétérinaire Française en Ethiopie, qui a décidé et encouragé l'étude sur la pathologie du dromadaire, ainsi qu'aux Docteurs VIGIER et FIKRE, directeurs du Veterinary Institute, qui nous ont permis de mener à bien le travail au laboratoire.

Nous remercions également tous ceux qui, en dehors des signataires de cet article, nous ont adressé leurs prélèvements, qui ont pratiqué des autopsies et communiqué leurs dossiers cliniques : Docteur RIBAUCCOURT (Sidamo), Docteurs BERTAUDIÈRE, BOUVIER, DESLANDES et GERBALDI (Harar), Docteur UNRUH (Wollo) et Docteur TISON (Tigre), ainsi que le Docteur HORODNICIANU qui a bien voulu effectuer le sérogroupage des streptocoques.

SUMMARY

The pyogen affection of the one humped camel in Ethiopia

The study of the pyogen affection of the one humped camel in Ethiopia shows two well defined clinical diseases : *mala* or lymph node affection and *maha* or *doula* or cutaneous necrosis.

Mala which is the principal pyogene affection is due to *Corynebacterium pseudotuberculosis* and *Streptococcus* Lancefield's group B.

It is a chronic affection with abscesses of the lymph nodes at the basis of the neck and on the group.

Streptococcus B and *Staphylococcus* are more frequent in *maha* which is the cutaneous form with ulcerations following abscesses.

The other external pyogen affections are local infections due to various traumas and of which were isolated :

Streptococci B = 47 p. 100 of the cases ;

Coryne-pseudotuberculosis : 12,2 p. 100 ;

Staphylococci : 14 p. 100.

Sometimes were also isolated : *Lactobacillus* type bacterias, *Corynebacterium pyogenes* more rarely and a *Dermatophilus congolensis* like actinomycete.

RESUMEN

Las enfermedades piógenas del dromedario en Etiopía. Sintomatología y etiología

El estudio de las enfermedades piógenas del dromedario en Etiopía permite evidenciar dos entidades clínicas bastante definidas : el *mala* o forma ganglionar y el *maha* o *doula* o necrosis cutánea.

Corynebacterium pseudotuberculosis y *Streptococcus* grupo B de Lancefield son causa del *mala*, principal enfermedad piógena. Es una afección crónica manifestándose por abscesos ganglionares en la base del cuello y en la grupa. Los estreptococos B y los estafilococos dominan en la etiología del *maha*, enfermedad cutánea con abscesos llanos evolucionando hacia la ulceración.

Las demás enfermedades piógenas externas son localizadas, ligadas con traumatismos varios. Dan lugar a aislamientos de estreptococos (14 p. 100), de bacterias del tipo *lactobacillus* y raras veces de *Corynebacterium pseudotuberculosis*, así como un actinomiceto teniendo los caracteres de *Dermatophilus congolensis*.

BIBLIOGRAPHIE

1. CURASSON (G.). Le chameau et ses maladies. Paris, Vigot Frères, 1947, 462 p.
2. EDELSTEN (R. M.), PEGRAM (R. G.). Contagious skin necrosis of Somali camels associated with *Streptococcus agalactiae*. *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1974, 6 (4) : 255-256.
3. ESTERABADI (A. H.), ENTESSAR (F.), HEDAYATI (H.), NARIMANI (A. A.), SADRI (M.). Isolation of *Corynebacterium pseudotuberculosis* from camel in Iran. *Arch. Inst. Razi.*, 1975 (27) : 61-66.
4. GATT RUTTER (T. E.), MACK (R.). Diseases of camels. Part I. bacterial and fungal diseases. *Vet. Bull.*, 1963, 33 (3) : 119-124.
5. LEESE (A. S.). A treatise on the one-humped camel in health and disease. Stamford, England, Haines and Son, 1927, 172 p.
6. RICHARD (D.). Etude de la pathologie du dromadaire dans la sous-province de Borana (Ethiopie). Thèse Doct. vét. Maisons-Alfort, 1975, n° 75, 181 p.

The effect of the route of administration on the immunity produced by the T₁ strain of *Mycoplasma mycoides* sub-species *mycoides*

by R. S. WINDSOR (*) and W. N. MASIGA

RÉSUMÉ

Influence de la voie d'administration sur l'immunité produite par la souche T₁ de *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*

Partout en Afrique, on se sert encore communément de l'injection dans le toupillon de la queue pour l'administration du vaccin T₁ en bouillon contre la péripneumonie. Les auteurs décrivent les motifs historiques de l'emploi de cette voie ; y a-t-il une justification scientifique à la poursuite de cette habitude ?

On a vacciné les bovins à leur extrémité caudale, en sous-cutanée en arrière de l'épaule, et par voie intra-dermique à l'épaule en usant toutefois du même lot de vaccin T₁ en bouillon.

Quinze mois plus tard, on a déterminé le niveau d'immunité de ce bétail par une épreuve infectante par contagion directe. Les 24 animaux des groupes vaccinés au bout de la queue et par la voie sous-cutanée étaient, tous, entièrement réfractaires à l'infection d'épreuve. Trois des 12 animaux vaccinés par la voie intra-dermique ont développé des lésions de la péripneumonie au cours de cet essai. On essaie d'expliquer ces résultats.

L'efficacité de la voie sous-cutanée est démontrée ; dès à présent, on devrait pouvoir se servir de cette méthode, plus convenable, plus rapide et plus propre, pour la vaccination contre la péripneumonie. Il est conseillé cependant, d'en faire l'essai en Afrique orientale, pour établir la sûreté de la voie sous-cutanée avant de la faire appliquer à grande échelle.

WILLEMS (16) had shown that the inoculation of virulent *Mycoplasma mycoides* sub-species *mycoides* (*M. mycoides*) under the skin of the thorax could result in the death of the animal. Rider HAGGARD (7) in his novel « King Solomon's Mines » gives the earliest description of field vaccination against contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) :

« As for the lung sick which is a dreadful form of pneumonia, very prevalent in this country, they had all been inoculated against it.

This is done by cutting a slit in the tail of an ox, and binding in a piece of the diseased lung of an animal which had died of the sickness. The result is that the ox sickens, takes the disease in a mild form, which causes its tail to drop off... It seems cruel to rob an animal of his tail especially in a country where there are so many flies, but it is better to sacrifice the tail and keep the ox than to lose both tail and ox. »

Today the tail-tip route is still widely used throughout English-speaking African countries. There are several disadvantages to this method. It is difficult to inject 0.5 ml into the tip of the tail : often the pressure required to empty the syringe results in the needles being forced off the nozzle. The tail is often dirty, or soiled

(*) East African Veterinary Research Organisation, Muguga, P. O. Kabete, Kenya. On secondment from the Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, U. K. under United Kingdom Overseas Development Administration Research Scheme N° R 2396.

Present address : Veterinary Investigation Centre, Madingley Road, Cambridge.

with faeces, with the concurrent risk of the needle introducing anaerobic bacteria with the vaccine. The more difficult a job is to do the less well it will be done. It is much simpler and personally safer to give a sub-cutaneous injection behind the shoulder than to inject into the tail. It was therefore decided to investigate the possibility of using other routes of vaccination against CBPP.

Before carrying out large scale safety trials in the field it was decided to study the immunity produced by vaccination via routes other than the tail-tip. The sub-cutaneous route was selected because it is the simplest method of vaccination for large scale campaigns. The intra-dermal route was chosen because it was thought that when animals were vaccinated in the tail some proportion of the dose must be given into the skin. It was further thought that a depot of organisms might be required for slow release over a period of time.

METHODS

Animals

Forty-eight European, or high grade cattle were obtained from areas of Kenya free from CBPP.

Vaccination

The animals were arranged in groups of 4 according to weight, breed and sex. Following a method of random selection one member of each group was vaccinated in the tail-tip with 0.5 ml of T₁ Broth Vaccine (2) (Batch 365 containing 3.2×10^9 colony forming units (CFU) per ml); one received 0.5 ml of the same batch of vaccine by the sub-cutaneous route behind the shoulder; the third received 0.2 ml of the same batch into the skin of the shoulder while the fourth was left as an unvaccinated control. These 4 groups of 12 animals were grazed together and bled before vaccination. After vaccination they were bled each week until the sera when examined by the complement-fixation (CF) test showed no antibodies to *M. mycoides*. Thereafter they were bled once a month until the « in contact » challenge trial commenced, when weekly bleedings were reintroduced.

It was not possible to obtain 48 animals

of the same age and the age range varying from one year to well over three years, was much greater than in previous trials carried out in this laboratory. A further 12 control animals were introduced into the experiment during this period between vaccination and challenge. Two control animals died from anaplasmosis during this time, and a further one died just after the challenge commenced.

Complement fixation tests

The sera were examined by the CF test of CAMPBELL and TURNER (3), using antigen prepared from the T₁ strain of *M. mycoides*.

Challenge

The immunity was challenged after 15 months by mixing the vaccinated and control animals with others artificially infected by the endobronchial route (1) using the Gladysdale strain of *M. mycoides*. There were 24 artificially infected animals at the start of the trial and a further 10 animals were added during its course to replace those intubated animals that died. The challenge was carried out in the building described by GILBERT and WINDSOR (6); however the doors of the two rooms were left open the whole time and the animals were allowed to move freely between the 2. Fourteen days after the animals had been artificially infected, the control and vaccinated animals were brought into the building.

Unless they died, vaccinated and control animals were killed 6 weeks after the development of a CF titre, so that the scoring system of HUDSON and TURNER (8) could be applied. *Post mortem* and cultural examinations were carried out as described by GILBERT, DAVIES, READ and TURNER (5). The experiment was terminated once it appeared that no further serological reactions were developing.

RESULTS

Vaccination

Tail-tip route

Two weeks after vaccination 10 of the animals had CF titres in the range 2/10 to 3/40 but after 4 weeks all were negative to the CF test. Thereafter animals D579 and D627 gave

intermittent positive reactions to the test until 10 weeks after vaccination. From then on all remained negative until they were challenged. Animals D253 and D607 never produced CF antibody following vaccination.

Intra-dermal route

Two weeks after vaccination 9 of the animals had CF titres in the range 2/10 to 2/160. By 4 weeks all the sera were negative to the test. Animals D193, D461 and D576 gave intermittent positive reactions until 11 weeks after vaccination. Thereafter all remained negative until they were challenged. Animals D402, D572 and D580 did not produce CF antibody following vaccination.

Sub-cutaneous route

Nine of the animals had CF titres in the range 2/10 to 4/2560 by one week after vaccination. By the second week 10 animals had antibody (highest titre 2/160) and at 4 weeks all were negative. Animal D878 gave a fleeting positive reaction at week 9 and D577 was also positive at week 11. Thereafter the animals all remained negative until they were challenged. Animals D600 and D754 did not produce CF antibody following vaccination.

At no time before challenge did any of the control animals show a positive CF titre.

Challenge

The results of exposure to challenge of the 21 control and 36 vaccinated animals are summarised in tables I, II, III, IV.

Control Animals

Nineteen developed CF antibodies in their sera, 6 at 5 weeks, 8 at 6 weeks, 2 at 7 weeks and 3 at 8 weeks after the start of the challenge. Two animals never developed CF antibody in their sera and when examined *post mortem* lesions of CBPP were not seen. *M. mycoides* and its antigens were not demonstrated in the tissues of these 2 animals.

Three control animals died, and 3 showed overt clinical signs of CBPP. These 6 animals all had large lesions in the lungs from which *M. mycoides* was isolated. Thirteen animals with CF antibody in their sera showed no overt signs of disease but on *post mortem* examination 10 had unequivocal lesions of CBPP in the lungs, from which *M. mycoides*

was isolated. The remaining 3 animals which produced CF antibody did not have typical lesions of CBPP in the lungs. *M. mycoides* and its antigens were not demonstrated in these 3 animals.

Tail-tip route

Four animals developed CF antibodies after challenge. D253 had CF antibody in its sera 4 weeks after the trial commenced but it was negative when slaughtered 6 weeks later. The CF reaction of D250 was transient but those of D327 (commenced 13 weeks after start of challenge) and D627 (6 weeks after start of challenge) persisted until the animals were slaughtered. No animal had lesions of CBPP and *M. mycoides* was not isolated, neither were its antigens demonstrated in the tissues of any animal in this group.

Intra-dermal route

Six animals developed CF antibody and in all cases it persisted until the animal was slaughtered. The first appearance of such antibodies was between 5 and 10 weeks after the challenge commenced. Three of these 6 animals had typical, if small, sequestra, from which *M. mycoides* was isolated. Two further animals (one which developed CF antibody and one which did not) had areas of fibrosis in the lungs from which *M. mycoides* was not isolated. Antigens were only detected in animals from which *M. mycoides* was isolated. Five animals did not respond to the challenge in any way.

Sub-cutaneous route

Three animals developed CF antibodies between 5 and 10 weeks after the start of the challenge. One animal had intermittent titres, one had a transient titre and in one the CF titre persisted for the entire 6 weeks. This last had an extensive area of fibrosis in its lung. No other animal in this group had lesions in its lungs and from none was *M. mycoides* isolated. The antigens of *M. mycoides* were not demonstrated in any animal in this group.

Statistical Analysis

Analysis of the challenge results was carried out and the animals were divided into two groups for each treatment, those having any signs of disease (score > 0) and those with none (score = 0). Chi square tests show

Table 1-In-contact challenge fifteen months after vaccination.

Experimental animals	Maximum C.F. titres	Clinical †	Post-mortem	<i>M. mycoides</i> isolated	H & T score ‡	
					Pathology	Total
Control animals						
C 309	3/1280	-	Sequestrum 1 cm in diameter	+	2	7
C 746	-	-	No lesions	-	0	0
C 748	2/40	-	Consolidation 2 cm containing pus. Not typical CBPP	-	1	3
D 73	1/1280	Temp. 3-7 days	Massive subacute lesion Lobes Left Lung	+	6	16
D 213	2/640	Died	3 large sequestra	+	6	18
D 314	1/640	-	4 sequestra - maximum size 5 cm	+	4	11
D 398	3/2560	Died	Massive acute lesion	+	6	18
D 422	3/2560	-	Sequestrum 6 cm in diameter	+	4	11
D 483	2/640	-	No lesions	-	0	3
D 573	4/2560	Temp. > 7 days	2 massive sequestra in both lungs	+	6	17
D 689	1/2560	-	5 sequestra, largest 6 cm in diameter	+	4	11
D 732	3/2560	-	Sequestrum 10 cm x 8 cm in intermediate lobe	+	4	11
D 792	-	-	No lesions	-	0	0
D 867	2/1280	Temp. > 7 days	Sequestrum - whole cardiac lobe right lung	+	6	17
D 968	2/2560	Died	Massive acute lesion	+	6	18
E 45	2/40	-	Area of consolidation 1 cm in diameter	-	1	3
E 429	2/640	-	2 sequestra 1 x 5 mm and 1 x 2 cm in diameter	(+ lesions only)	2	7
E 488	3/2560	-	Sequestrum 5 cm in diameter	+	2	7
E 491	2/640	-	Sequestrum 2 cm in diameter	+	2	7
E 495	1/640	-	Sequestrum 4 cm in diameter	+	2	7
E 501	2/2560	-	2 sequestra : 2 cm and 5 cm in diameter	+	4	11
Total					65	203
Mean					3.14	9.67

† Temp. = temperature of 103°F or more ; ‡ H & T score : Hudson & Turner Score (Hudson, J.R. & Turner, A.W. (1963). *Aust. Vet. J.* 39. 373)

very highly significant ($P = 0.001$) differences between the control and vaccinated groups. When the treatments were compared the differences were not significant. However, when a t-test was used to compare the different treatment groups, the differences between the intra-dermal group and the other two groups showed a difference that almost reached the 5 p. 100 level of significance.

DISCUSSION

There was a marked difference between the groups in response to vaccination although all the animals received vaccine from the same bottle. A similar number of animals in each group produced CF antibody following vaccination but the group vaccinated by the subcutaneous route, in the main, developed CF anti-

TABLE II

Experimental animals	Maximum C.F. titres	Clinical \neq	Post-mortem	<i>M. mycoides</i> isolated	H & T score \neq	
					Pathology	Total
Animals vaccinated in Tail-tip						
D 250	2/20	-	No lesions	-	0	1
D 253	2/20	-	No lesions	-	0	1
D 270	-	-	No lesions	-	0	0
D 326	-	-	No lesions	-	0	0
D 327	1/160	-	No lesions	-	0	3
D 579	-	-	No lesions	-	0	0
D 599	-	-	No lesions	-	0	0
D 605	-	-	No lesions	-	0	0
D 607	-	-	No lesions	-	0	0
D 627	2/2560	-	Area fibrosis 2 cm in diameter	-	1	4
D 648	-	-	No lesions	-	0	0
D 662	-	-	No lesions	-	0	0
Total					1	9
Mean					0.083	0.75

TABLE III

Experimental animals	Maximum C.F. titres	Clinical \neq	Post-mortem	<i>M. mycoides</i> isolated	H & T score \neq	
					Pathology	Total
Animals vaccinated by sub-cutaneous Route						
D 321	-	-	No lesions	-	0	0
D 438	-	-	No lesions	-	0	0
D 497	-	-	No lesions	-	0	0
D 577	3/20	-	No lesions	-	0	2
D 596	-	-	No lesions	-	0	0
D 600	2/2560	-	No lesions	-	0	3
D 682	2/160	-	Fibrosis 10 x 4 cm	-	2	5
D 701	-	-	No lesions	-	0	0
D 754	-	-	No lesions	-	0	0
D 807	-	-	No lesions	-	0	0
D 878	-	-	No lesions	-	0	0
D 976	-	-	No lesions	-	0	0
Total					2	10
Mean					0.17	0.83

body a week before the other two groups. In 4 of the 10 animals in this group antibody was demonstrated on three successive occasions. In the other two groups no animal had demonstrable antibody for more than 2 consecutive weeks. The tail-tip and intra-dermal groups both showed a similar response to vac-

ination and they developed very much lower titres than the animals in the group vaccinated sub-cutaneously. A possible explanation is that when the vaccine is given by the sub-cutaneous route it is taken up by the reticulo-endothelial system much more quickly and in greater quantity than when given by the other two routes.

TABLE IV

Experimental animals	Maximum C.F. titres	Clinical \neq	Post-mortem	<i>M. mycoides</i> isolated	H & T score \neq	
					Pathology	Total
Animals vaccinated by intra-dermal route						
C 723	1/160	-	No lesions	-	0	3
D 193	-	-	No lesions	-	0	0
D 242	2/640	-	No lesions	-	0	3
D 248	-	-	No lesions	-	0	0
D 303	-	-	Fibrosis 1 cm in diameter	-	1	1
D 333	-	-	No lesions	-	0	0
D 400	2/320	-	Sequestrum 3 cm in diameter	+	2	7
D 402	-	-	No lesions	-	0	0
D 461	-	-	No lesions	-	0	0
D 572	2/2560	-	Fibrosis 4 cm in diameter	-	1	4
D 576	2/320	Temp. 3-7 days	Sequestrum 1.5 cm in diameter	+	2	8
D 580	2/640	Temp. 3-7 days	Sequestrum 5 mm in diameter	+	2	8
Total					8	34
Mean					0.67	2.83

WINDSOR, MASIGA and READ (18) stipulated that a mean pathology « score » of less than 2.5 in the control animals indicated that the challenge had been inadequate. In the present study, the control animals had a mean pathology score of 3.14 indicating the vaccinated cattle had received an adequate challenge. The statistical analyses showed that all vaccine regimes had resulted in a significant reduction in disease. However, there was a suggestion, not confirmed by the statistical evidence that the intra-dermal route of vaccination was not as good as the other two. No unequivocal lesions of CBPP were seen in the animals vaccinated by the tail-tip or subcutaneous routes, whereas in those vaccinated by the intra-dermal route, 3 of 12 animals had typical, if small, CBPP sequestra. These findings suggest that immunity in the group vaccinated by the intra-dermal route was on the wane. Windsor, *et al* (18) reported the results of an « in-contact » trial carried out 2 years after primary vaccination, when immunity was on the wane and 5 of 16 vaccinated animals had small sequestra in the lungs.

It is possible that if the trial had been carried out 12 rather than 15 months after vacci-

nation all treatment groups would have shown a similar lack of response to the challenge. An intra-dermal vaccination group was included in the trial because it was thought that a slow release of organisms might be essential for the development of a satisfactory resistance to the disease. These results have completely disproved that theory. It should be remembered that the intra-dermal group received a smaller vaccinating dose than did the other two groups, 6.4×10^8 as opposed to 1.6×10^9 CFU. However, GILBERT and WINDSOR (6) as a result of their vaccine dosage trial recommended a minimum vaccinating dose of 10^7 CFU and in that trial challenge was carried out 6 months after vaccinating whereas in the present study the animals were not challenged for 15 months. With a greater period of time, after challenge, it is possible that the results might have been different. This poses the question, does vaccination produce a true immunity? The animals had no demonstrable circulating antibody in their blood at the time the trial commenced. Yet, all groups showed a significant resistance to challenge when compared to the control group. WINDSOR, MASIGA and BOARER (17) showed that animals vaccinated with the T₁

broth vaccine did not give a positive response to the comparative intra-dermal allergic test and ROBERTS and WINDSOR (14) used a whole battery of tests in an attempt to distinguish between vaccinated and control animals, without success. This suggests classical concepts of immunity do not apply to CBPP. It would seem that neither humoral nor cellular immune mechanisms play any part in resistance to the disease. Perhaps there is a premune status in which the presence of viable mycoplasmas is required to prevent the establishment of disease. However, MASIGA and WINDSOR (10) were able to protect two animals for 8 and 9 months by a single intravenous injection of 1.5 and 2.0 litres of serum from animals recovered from CBPP but which did not contain antibodies demonstrable by the CF test. MASIGA, ROBERTS, KAKOMA and RURANGIRWA (9) repeated this work with a larger number of cattle and showed a similar protection for 4 months. The means whereby such protection is effected is still in doubt. The work of MASIGA and WINDSOR (10) shows that the protection can persist for considerable periods of time. These findings do not rule out the possibility that a premune status exists. Possibly viable organisms in the body produce a chemical that circulates in the blood and prevents other mycoplasmas from establishing themselves: such a compound could be present in the serum of recovered animals but not be measurable by immunological tests. If such is the case then the length of time that an animal remains resistant may bear a simple numerical relationship to the number of organisms in the vaccinating dose. This would explain why the intra-dermal group showed a waning resistance whereas the other two groups were both solidly resistant. Killed vaccines have been shown to offer no protection (15) which is further evidence for this theory. A vaccinating dose of 1.6×10^9 CFU produced solid immunity for 15 months whereas with a dose of 1.8×10^9 CFU immunity was waning 2 years after vaccination (18). More work into the mechanisms of resistance to CBPP is required.

In many of the French-speaking countries it was the practice to vaccinate cattle in the muzzle. PROVOST, VILLEMOT and QUEVAL (13) describe muzzle vaccination with the T₃ strain of *M. mycoides*, they stated that if the vaccine is injected into the correct site,

it is perfectly safe. However, if the vaccine is administered incorrectly it can result in a very severe reaction, and today this route is only used in the face of an outbreak when a rapid production of immunity is required (12). ORUE and MEMERY (11) stated that in taurins, the vaccine reactions were « often fatal, always serious and in consequence unacceptable ». They recommended intra-dermal vaccination into the distal portion of the external surface of the ear. Apart from being subject to some of the drawbacks of tail-tip vaccination the intra-dermal route of vaccination has now been shown to be markedly less efficient than either the tail-tip or sub-cutaneous routes.

Since there was no significant difference between the immunity produced by the tail-tip and sub-cutaneous routes when the animals were challenged 15 months after primary vaccination, it is reasonable to suggest that this latter route of administration could be used in the field. GILBERT *et al.* (5) recommend that CBPP vaccination should be carried out on an annual basis and WINDSOR *et al.* (18) concurred with this view and furthermore considered that less frequent vaccination might lead to the production of « carrier » animals. Since resistance to CBPP in animals vaccinated by the sub-cutaneous route was total 15 months after vaccination it is reasonable to assume that it will be no less at 12 months. This 15 month interval between vaccination and challenge was chosen specifically since it was longer than the recommended interval between vaccinations.

The results of this trial are in agreement with those of DOUTRE and CHAMBRON (4) who showed that 14 months after sub-cutaneous vaccination with the T₁ strain of *M. mycoides*, 9 out of 10 of the animals were resistant to challenge. The present study has demonstrated the efficacy of the sub-cutaneous route but more knowledge of the safety of this method in the field in East Africa is required. The T₁ vaccine has been known to produce reactions following tail-tip vaccination, including the loss of the tail. It would therefore be prudent to introduce sub-cutaneous vaccination with caution, particularly in areas where reactions have been known to occur. Providing this precaution is taken it should now be possible to use the more convenient, quicker and cleaner sub-cutaneous route for vaccination against CBPP.

Acknowledgments

The authors wish to thank Mr. E. NANDO-KHA and Miss B. MTUI for their assistance, Mr. J.Z. NJUMBA for supervision of the animals and Mr. R. B. SAYERS of the East

African Agricultural and Forestry Research Organisation, Muguga for carrying out the statistical analyses. We are grateful to the Director for his permission to publish this work.

SUMMARY

The effect of the route of administration on the immunity produced by the T₁ strain of *Mycoplasma mycoides* sub-species *Mycoides*

The tail-tip route of administration of the T₁ broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) is still widely used throughout Africa. The historical reasons for this route of administration are described as is an experiment designed to determine whether there is any scientific necessity for the continued use of this route.

Cattle were vaccinated in the tail-tip, under the skin and into the skin of the shoulder, using the same batch of the T₁ broth vaccine. Fifteen months later their immune status was determined by an « in-contact » challenge trial. The 24 animals in the groups vaccinated in the tail-tip and by the sub-cutaneous route were all completely refractory to the challenge. Three of the 12 animals vaccinated by the intra-dermal route developed lesions of CBPP during the challenge. An attempt is made to explain these results.

The efficacy of the sub-cutaneous route of administration has been demonstrated and it should now be possible to use this more convenient, quicker and cleaner route for vaccination against CBPP. A word of caution is inserted; a suggestion is made that a field trial to determine the safety of the sub-cutaneous route be carried out before its widespread introduction into the field.

RESUMEN

Influencia de la vía de administración sobre la inmunidad producida por la cepa T₁ de *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*

En todas partes de Africa, comunmente se sigue utilizando la inyección en la borla de la cola para la administración de la vacuna T₁ en caldo contra la perineumonía.

Los autores describen las causas históricas del empleo de dicha vía ; ¿ Justificase de modo científico el seguimiento de este uso ?

Se vacunaron bovinos en su extremidad caudal, atrás de la espalda por vía subcutánea, en la espalda por vía intradérmica, al utilizar vacuna T₁ en caldo del mismo lote.

Quince meses más tarde, se determinó el nivel de inmunidad de estos bovinos mediante una prueba infectante por contagión directa. Los 24 animales de los grupos vacunados en el cabo de la cola y por vía subcutánea resistieron a la infección de prueba. 3 de los 12 animales vacunados por vía intradérmica mostraron lesiones de perineumonía durante este ensayo. Se intenta explicar dichos resultados.

La eficacia de la vía subcutánea está demostrada, desde ahora sería posible utilizar dicho método, más apropiada, más rápida y más limpia, para la vacunación contra la perineumonía. Sin embargo, se aconseja ensayarlo en Africa oriental, para asegurarse la eficacia de la vía subcutánea antes de aplicarlo en gran escala.

BIBLIOGRAPHIE

1. BROWN (R. D.). Endobronchial inoculation of cattle with various strains of *Mycoplasma mycoides* and the effects of stress. *Res. vet. Sci.*, 1964, 5 : 393-404.
2. BROWN (R. D.), GOURLAY (R. N.), MACLEOD (A. K.). The production of T₁ broth culture contagious bovine pleuropneumonia vaccine. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1965, 13 : 149-155.
3. CAMPBELL (A. D.), TURNER (A. W.). Studies on contagious pleuropneumonia of cattle. IV. An improved complement fixation test. *Aust. vet. J.*, 1953, 29 : 154-163.
4. DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.). Valeur de l'immunité conférée par un vaccin antipéripleuropneumonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T₁. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, 23 (2) : 163-179.
5. GILBERT (F. R.), DAVIES (G.), READ (W. C. S.), TURNER (G. R. J.). The efficacy of T₁ strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia : in-contact trials carried out six and twelve months after primary vaccination. *Vet. Rec.*, 1970, 86 : 29-33.
6. GILBERT (F. R.), WINDSOR (R. S.). The immu-

- nizing dose of T₁ strain *Mycoplasma mycoides* against contagious bovine pleuropneumonia. *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1971, **3** (2) : 71-76.
7. HAGGARD (R. H.). « King Solomon's Mines » 1885 p. 49, Collins, 1959.
 8. HUDSON (J. R.), TURNER (A. W.). Contagious bovine pleuropneumonia : a comparison of the efficacy of two types of vaccine. *Aust. vet. J.*, 1963, **39** : 373-385.
 9. MASIGA (W. N.), ROBERTS (D. H.), KAKOMA (I.), RURANGIRWA (F. R.). Passive immunity to contagious bovine pleuropneumonia. *Res. vet. Sci.*, 1975, **19** (3) : 330-332.
 10. MASIGA (W. N.), WINDSOR (R. S.). Immunity to contagious bovine pleuropneumonia. *Vet. Rec.*, 1975, **97** (18) : 350-351.
 11. ORUE (J.), MEMERY (G.). Note sur la vaccination intradermique contre la péripneumonie contagieuse bovine. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1960, **33** : 411-418.
 12. PROVOST (A.). Prophylaxie et vaccination dans la péripneumonie bovine. Evolution des techniques et applications pratiques actuelles. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (2) : 145-161.
 13. PROVOST (A.), VILLEMOT (J. M.), QUEVAL (R.). Recherches immunologiques sur la péripneumonie. VII. Immunisation au moyen d'une souche avianisée de *Mycoplasma mycoides* var. *mycoides* inoculée par la voie du muflé. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1959, **12** (4) : 381-404.
 14. ROBERTS (D. H.), WINDSOR (R. S.). Attempts to differentiate *Mycoplasma mycoides* var. *mycoides* immune cattle from susceptible cattle. *Res. vet. Sci.*, 1974, **17** (3) : 403-405.
 15. SHIFRINE (M.), BEECH (J.). Preliminary studies on living culture and inactivated vaccines against contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1968, **16** : 47-52.
 16. WILLEMS (L.). Mémoires sur la pleuropneumonie enzootique du gros bétail. *Recl. Méd. vét. Ecole Alfort*, 1852, **28** : 401.
 17. WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.), BOARER (C. D. H.). A single comparative intradermal test for the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia. *Res. vet. Sci.*, 1974, **17** (1) : 5-23.
 18. WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.), READ (W. C. S.). The efficacy of T₁ strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia : incontact trials carried out two years after primary vaccination. *Vet. Rec.*, 1972, **90** (1) : 2-5.

Essais de détermination de la dose optimale d'irradiation des mâles de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en vue de la lutte biologique par lâchers de mâles stériles dans la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta)

par Y. TAZE (*), D. CUISANCE (*), H. POLITZAR (*), M. CLAIR (*),
E. SELLIN (*)

RÉSUMÉ

Les auteurs ont cherché à déterminer la dose d'irradiation optimale en vue d'essais de lâchers de mâles irradiés de *Glossina palpalis gambiensis*, en Haute-Volta. Deux expériences successives leur ont permis de définir la dose optimale (11 000 rads) induisant un taux de stérilité élevé sans amoindrir de façon trop considérable la compétitivité des mâles.

Les différents critères permettant d'évaluer la stérilité et la compétitivité des mâles irradiés à la dose de 11 000 rads font ensuite l'objet d'une étude plus approfondie.

I. INTRODUCTION

Le Centre de Recherche sur les Trypanosomiases Animales (C. R. T. A.) de Bobo-Dioulasso, créé en 1972, a pour mission d'établir une colonie de *G. palpalis gambiensis* élevée au laboratoire et de tester sur le terrain la technique des lâchers de mâles stériles comme moyen de lutte contre les glossines, vecteurs des trypanosomiases animales.

En raison du risque de contamination des mouches tsé-tsé, par des trypanosomes animaux ou humains lors du premier repas de sang, il a été décidé que les mâles nés de l'élevage seraient nourris sur oreilles de lapins et stérilisés par rayonnement gamma à l'état adulte avant d'être lâchés.

Les travaux antérieurs de POTTS (1958),

DEAN et WORTHAM (1968), ITARD (1968 et 1969), DAME et SCHMIDT (1970) ont montré que l'on obtient une stérilisation des mâles de l'ordre de 95 p. 100, en utilisant des doses de 8 000 à 16 000 rads. C'est dans cette fourchette qu'a été recherchée la dose optimale pour laquelle on obtient à la fois une bonne stérilité et une conservation acceptable de la compétitivité des mâles irradiés vis-à-vis des mâles sauvages présents dans le gîte où ont lieu les lâchers.

Une expérience préliminaire de lâchers en nombre limité a eu lieu alors que la colonie élevée était encore peu importante et qu'une expérimentation complète des doses d'irradiation ne pouvait être entreprise. Seules les doses limites ont été essayées et le choix s'est porté sur la plus élevée. Par la suite, une expérimentation systématique des différentes doses possibles a été effectuée, aboutissant au choix de la dose optimale.

Il nous a paru intéressant d'approfondir

(*) Centre de Recherche sur les Trypanosomiases Animales, B. P. 454, Bobo-Dioulasso (Haute-Volta).

l'étude des différents effets de la dose d'irradiation retenue après l'expérience précédente.

L'ensemble de ces travaux est ici présenté et analysé.

II. MATERIEL ET TECHNIQUE

Les insectes utilisés proviennent de l'élevage de *G. palpalis gambiensis* réalisé au laboratoire du C. R. T. A. à Bobo-Dioulasso depuis mars 1975.

A l'éclosion, mâles et femelles sont séparés après immobilisation par le froid (+ 4 °C).

Les mouches sont nourries sur oreilles de lapins ; les femelles sont accouplées à l'âge de 3 jours avec des mâles âgés de 7 jours, puis séparées 48 heures plus tard.

Le laboratoire est équipé d'un irradiateur G. A. A. A. (*), muni de quatre sources radioactives (Caesium 137) d'une puissance totale de 12 400 Curies, donnant un débit de dose de 63 000 rads/h \pm 7 250 soit environ 1 000 rads/mn. Le décompte du temps est assuré par une minuterie électrique avec alarme sonore.

Les insectes, placés dans des cages de type Roubaud, sont introduits dans un four de 12 dm³ où une circulation d'air est assurée par un ventilateur placé sous l'irradiateur et qui pulse de l'air ambiant par un système de chicanes.

III. PREMIERE EXPERIENCE VISANT A TESTER LES DOSES LIMITES EN VUE D'UN ESSAI PRELIMINAIRE DE LACHERS DURANT LA SAISON DES PLUIES 1975

PROTOCOLE

Des lots de 10 mâles sont irradiés soit à l'éclosion, soit âgés de un jour ou de trois jours à des doses de 8 000, 12 000 et 15 000 rads. Après ce traitement, les mâles sont introduits dans des cages contenant autant de femelles vierges, puis séparés au bout de 48 heures. Quinze jours plus tard les mâles restant sont à nouveau mis en présence d'un nombre égal de femelles vierges, puis séparés 48 heures plus tard.

Les lots de femelles sont conservés dans les conditions du laboratoire (24,5 °C \pm 1 °C ; 75-85 p. 100 HR) et leur production de pupes est notée chaque jour pendant trois mois.

Un lot de 8 mâles non irradiés a été, suivant le même protocole, réuni à des femelles vierges dont la production de pupes est notée de façon à servir de référence.

RESULTATS

Les témoins ont eu une production de 50 pupes. Dans le même temps, les femelles accouplées à des mâles irradiés à 8 000 rads, ont donné, selon les lots, 5, 8 ou 14 pupes. Celles accouplées aux mâles irradiés à 12 000 rads ne donnèrent que 4 pupes et seules les femelles accouplées aux mâles irradiés à 15 000 rads ne produisirent aucune puce.

Après le deuxième accouplement, les productions de pupes furent nulles pour les lots de femelles mises en présence de mâles irradiés à 12 000 et 15 000 rads.

Seule la dose de 15 000 rads induit une stérilité totale. Avec les doses plus faibles, une partie du sperme demeure fécondant.

Pour évaluer la capacité d'insémination des mâles, les femelles ont été disséquées et les proportions entre les femelles ayant leurs spermathèques totalement pleines, partiellement pleines ou vides ont été établies.

Chez les femelles témoins et celles accouplées aux mâles irradiés à 8 000 rads, le taux de spermathèques pleines (55 à 75 p. 100) est supérieur au taux de spermathèques plus ou moins pleines ou vides (45 à 25 p. 100).

A partir de 12 000 rads, cette proportion s'inverse et le taux de spermathèques plus ou moins pleines augmente avec les doses croissantes d'irradiation. Ainsi entre 12 000 et 15 000 rads, la proportion de spermathèques incomplètement remplies varie-t-elle de 67 p. 100 à 86 p. 100. Ceci traduit une réduction du pouvoir inséminant des mâles.

CONCLUSION

Le peu de mâles dont nous disposions alors n'a pas permis de tester les doses d'irradiation intermédiaires ; le choix s'est porté sur la dose de 15 000 rads qui assure une stérilité totale.

(*) Groupement pour les Activités Atomiques et Avancées, 20, av. Edouard-Herriot, Le Plessis Robinson, 92350 (France).

Ne sachant pas quel pouvait être l'impact des accouplements multiples des femelles avec des mâles irradiés puis avec des mâles sauvages, la dose de 15 000 rads a été préférée à celle de 12 000 rads qui donnait un degré de remplissage des spermathèques meilleur mais qui n'induisait pas une stérilité totale.

Les résultats, après 4 mois de lâchers sur le terrain, ont montré que ces mâles avaient induit une stérilité de l'ordre de 25 p. 100 chez les femelles capturées dans le gîte à la fin de l'expérience et conservées au laboratoire. Il faut noter que le rapport mâle irradié/mâle non irradié n'a jamais été supérieur en moyenne à 1/1.

En revanche, la dispersion et la longévité des mâles irradiés étaient significativement moindres que celles des mâles sauvages capturés dans le gîte et relâchés en même temps.

Nous pensons que la dose de 15 000 rads est trop élevée. Avec des doses d'irradiation plus faibles, on peut espérer, malgré un taux de stérilité légèrement inférieur, une amélioration des durées de survie et du pouvoir inséminant, facteurs favorables à une meilleure compétitivité des mâles irradiés lâchés.

IV. DETERMINATION DE LA DOSE OPTIMALE D'IRRADIATION

Les résultats précédents nous ont conduit à penser que la dose optimale devait se situer aux alentours de 12 000 rads. En novembre 1975, disposant d'une plus grande quantité de mâles élevés au laboratoire, nous avons entrepris une nouvelle expérimentation, avec des doses d'irradiation s'étageant, par tranches de 1 000 rads, entre 9 000 et 14 000 rads.

PROTOCOLE

Quatorze lots de 45 mâles chacun, nés les 26, 27 et 28 novembre 1975 ont été constitués. Ils ont été répartis comme suit :

1 et 1'	2 lots	témoins non irradiés
2 et 2'	—	irradiés à 9 000 rads
3 et 3'	—	10 000 rads
4 et 4'	—	11 000 rads
5 et 5'	—	12 000 rads
6 et 6'	—	13 000 rads
7 et 7'	—	14 000 rads

Tous les mâles ont été irradiés le 28 novembre 1975, à jeun. Ils ont été, entre le 2 et le 4 décembre, soit 5 à 6 jours après leur naissance, mis en présence de lots numériquement égaux de femelles vierges. Ils ont été séparés entre le 4 et le 6 décembre, soit 48 h plus tard.

Toutes les femelles réunies aux lots 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7' ont été mises à nouveau, entre le 6 et le 8 décembre, en présence de quantités égales de mâles d'élevage, non irradiés, âgés de 6 ou 7 jours. Elles ont été séparées entre le 8 et le 10 décembre 1975.

Ces femelles, placées en cage de type Roubaud, ont été conservées dans les conditions du laboratoire et nourries chaque jour sur oreilles de lapins.

Les pupes ont été comptabilisées quotidiennement pour chaque lot de femelles. Les femelles mortes ont été sorties des cages chaque jour, et disséquées de façon à évaluer le taux de remplissage des spermathèques.

Au bout de 60 jours, les femelles restantes ont été tuées et disséquées.

D'autre part, les mâles ont été conservés au laboratoire de façon à étudier leur longévité.

RESULTATS

Calcul du taux de stérilité des lots de femelles

Pour chaque lot, ont été calculés le nombre de pupes produites et le nombre de femelles reproductrices/jour.

Le calcul de ce dernier se fait en additionnant les femelles vivantes chaque jour, à partir du jour 18 après la naissance, âge moyen de la première larviposition (*).

A partir de ces deux chiffres, on a pu calculer :

$$p = \text{nombre de pupes/femelle reproductrice /jour}$$

Considérant que le lot témoin a un taux de stérilité de 0 p. 100, il en a été déduit le taux de stérilité de chaque lot de femelles. Le tableau I présente ces résultats.

(*) Cet âge moyen de la première larviposition a été déterminé au cours d'une expérience antérieure d'élevage individuel de femelles de notre colonie.

TABL. N° I - Taux de stérilité des femelles accouplées avec des mâles irradiés.

Taux d'irradiation des mâles	Femelles avec 1 seul accouplement				Femelles avec 2 accouplements (2e avec des mâles non irradiés)			
	Nombre pupes	Nombre ♀ X jour	P	p.100 stérilité	Nombre pupes	Nombre ♀ X jour	P	p.100 stérilité
Témoins	126	1 356	0,0929	0	106	1 517	0,0698	0
9 000 rads	21	1 815	0,0115	87,63	18	1 739	0,0103	85,25
10 000 rads	11	1 781	0,0061	93,44	13	1 719	0,0075	89,26
11 000 rads	7	1 710	0,0040	97,70	10	2 137	0,0046	93,41
12 000 rads	8	1 776	0,0045	95,16	11	1 878	0,0058	91,70
13 000 rads	8	1 794	0,0044	95,27	14	1 568	0,0089	87,25
14 000 rads	5	1 783	0,0028	96,99	21	1 638	0,0128	81,67

Nous constatons que, dans le cas d'un seul accouplement, un taux de stérilité de 95 p. 100 est atteint à partir de 11 000 rads ; l'augmentation du taux de stérilité est ensuite faible.

Dans le cas d'un deuxième accouplement par un mâle non irradié, les taux de stérilité sont comparables à ceux des premiers lots jusqu'à 12 000 rads. Il y a ensuite une baisse très nette.

Degré de remplissage des spermathèques

Les femelles disséquées ont été classées en trois catégories selon que leurs spermathèques étaient totalement pleines, partiellement pleines ou vides.

Le degré de remplissage des spermathèques des femelles mises en présence de mâles irradiés diminue progressivement au fur et à mesure que la dose d'irradiation des mâles augmente.

Bien qu'il n'y ait aucune différence significative entre les taux de remplissage des spermathèques des femelles accouplées une fois ou deux fois, on constate qu'à partir de la dose de 13 000 rads, cette différence a tendance à s'accroître.

Longévité des mâles

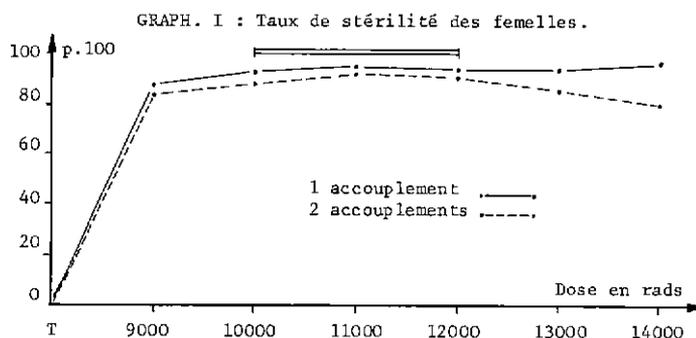
On a considéré la longévité 50 p. 100 (temps au bout duquel 50 p. 100 des individus ont disparu) et la longévité maximale (date de la mort du dernier individu).

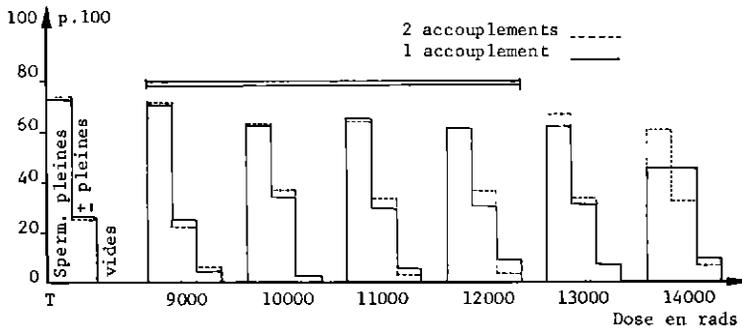
La longévité des mâles irradiés est inférieure à celle des témoins, en moyenne de 8 jours (38 jours), pour la mortalité 50 p. 100 et de 27 jours pour la longévité maximale (82 jours). En revanche, il n'y a pas de différence significative entre la longévité des mâles irradiés aux différentes doses.

CONCLUSION

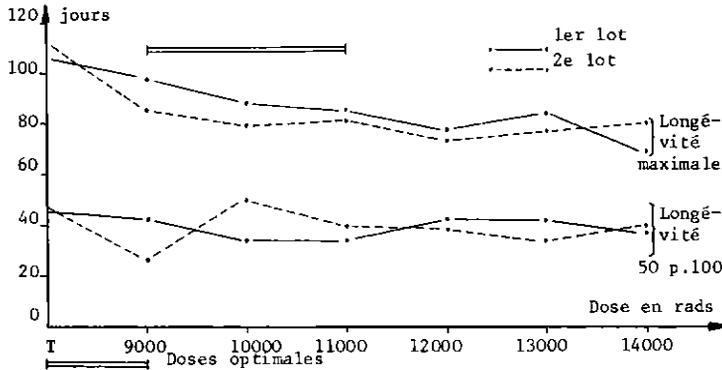
Il s'agit de choisir la dose d'irradiation donnant la plus forte stérilité possible des mâles (mesurée par le taux de stérilité des femelles accouplées avec les mâles irradiés) tout en conservant la meilleure compétitivité des mâles (mesurée par la longévité et le taux de remplissage des spermathèques).

Le graphique 1 montre qu'on obtient une stérilité satisfaisante des femelles ayant subi un ou deux accouplements lorsque les mâles ont été irradiés à des doses comprises entre 10 000 et 12 000 rads.





GRAPH. 2 : Remplissage des spermathèques des femelles.



GRAPH. 3 : Longévité des mâles.

Le degré de remplissage des spermathèques après 1 ou 2 accouplements est convenable pour des doses d'irradiation des mâles variant de 9 000 à 12 000 rads (cf. graphique 2).

Le graphique 3 montre que la longévité maximale des mâles reste supérieure, en moyenne, à 80 jours, pour des doses d'irradiations de 9 000 à 11 000 rads.

Ceci montre que les doses de 10 000 et 11 000 rads réunissent au mieux les conditions exposées plus haut.

Considérant que dans cette fourchette c'est avec la dose de 11 000 rads que nous avons obtenu le meilleur taux de stérilité chez les femelles accouplées aux mâles irradiés, cette dose a été choisie pour les mâles qui sont lâchés depuis mars 1976 dans un gîte d'expérience proche de Bobo-Dioulasso.

V. ETUDE DES EFFETS D'UNE IRRADIATION DES MALES A 11 000 RADS SUR LES FEMELLES ACCOUPLEES A CES MALES PUIS A DES MALES NON IRRADIES

Lors de lâchers de mâles stériles dans un gîte, ceux-ci se trouvent mélangés à des mâles

sauvages et les accouplements des femelles se font au hasard avec les uns ou les autres.

Nous avons cherché à connaître l'influence des mâles irradiés sur les femelles auxquelles ils s'accouplent lorsqu'il y a ensuite accouplement de ces mêmes femelles avec des mâles sauvages.

PROTOCOLE

Deux cents mâles nés le 15 octobre 1976 ont été répartis en 4 lots de 50 chacun. Trois de ces lots ont été irradiés à 11 000 rads le 15 octobre après avoir été nourris.

Le quatrième lot est conservé comme témoin.

Le 20 octobre, 40 mâles de chacun des 4 lots ont été mis en présence de 40 femelles vierges âgées de 3 jours.

Le 22 octobre, mâles et femelles sont séparés. Les femelles témoins et celles du lot I sont disposées en élevage individuel. Les femelles des lots II et III sont réaccouplées avec des mâles âgés de 6 jours, non irradiés.

Le 24 octobre, ces femelles sont séparées des mâles. Les femelles du lot II sont mises en élevage individuel. Celles du lot III sont réac-

couplées avec des mâles âgés de 6 jours, non irradiés.

Le 26 octobre, ces dernières femelles sont séparées et mises en élevage individuel.

En résumé, les accouplements suivants ont eu lieu :

femelles T × mâles T

femelles Lot I × mâles irradiés 11 000 rads

femelles Lot II × mâles irradiés 11 000 rads × mâles non irradiés

femelles Lot III × mâles irradiés 11 000 rads × mâles non irradiés × mâles non irradiés.

Chaque femelle a été élevée individuellement dans une petite cage ronde de verre (type ventouse), fermée par du tulle moustiquaire.

Quotidiennement, les pupes sont récoltées et les femelles mortes disséquées en vue de connaître l'état de remplissage des spermathèques et les anomalies pouvant survenir dans la configuration ovaro-utérine.

Le décompte des pupes a été arrêté au 50^e jour pour les 4 lots.

Toutes les femelles survivantes ont été sacrifiées entre le 51^e et le 58^e jour, et disséquées.

RESULTATS

Afin d'apprécier l'effet des mâles irradiés à 11 000 rads, cinq critères d'observations ont été retenus :

- le taux de stérilité des femelles auxquelles ils sont accouplés ;
- le taux de remplissage des spermathèques ;
- la configuration ovaro-utérine ;
- le poids des pupes produites ;
- le taux d'éclosion des pupes.

Calcul du taux de stérilité des lots de femelles

Comme dans l'expérience précédente, ont été calculés le nombre de pupes produites et le nombre de femelles reproductrices × jour. A partir de ces deux chiffres, on a calculé le nombre p donnant une estimation de la stérilité globale du lot de femelles.

Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

TABL. N° II - Taux de stérilité des femelles accouplées avec les mâles stériles et les mâles normaux.

Lot	Nombre pupes	Nombre ♀ X jours	P	p. 100 stérilité
Témoins	49	982	0,0498**	0
Lot I	8	1044	0,0076	84,74
Lot II	11	1134	0,0097	80,52
Lot III	23	1234	0,0186	62,66

** Ce chiffre paraît faible mais il correspond à la productivité de l'ensemble de notre colonie au moment de l'expérimentation.

Titre : Lire "irradiés" au lieu de "stériles" et "non irradiés" au lieu de "normaux".

La production de pupes du lot témoin paraît très faible. Cependant, elle correspond à la productivité de l'ensemble de notre colonie au moment de l'expérimentation. Ceci est dû à un accident survenu plusieurs mois auparavant dans l'élevage et qui avait entraîné une très forte chute de la production de pupes par femelle. Au moment de l'expérience, la productivité s'améliorait peu à peu.

Cependant, la comparaison avec la production de pupes des femelles accouplées avec des mâles irradiés reste valable, tous les individus étant issus du même élevage et maintenus dans les mêmes conditions.

La stérilité induite chez les femelles décroît quand le nombre d'accouplements avec des mâles normaux augmente.

L'élevage individuel des femelles a permis de montrer que la stérilité induite par les mâles irradiés est de 2 sortes.

D'une part, certaines femelles ne produisent aucune puce tout au long de leur vie, d'autre part, certaines femelles produisent une puce de temps en temps, avec des périodes interlarvaires très allongées au cours desquelles se produisent un ou plusieurs avortements précoces, probablement en raison des lésions chromosomiques provoquées par les rayons gamma au niveau des spermatozoïdes des mâles. Parmi les lots de femelles accouplées avec les mâles irradiés, une seule femelle a produit le nombre de pupes correspondant à la fertilité normale. Toutes les autres ont produit un nombre inférieur.

Cette femelle appartenait au lot III.

Le nombre de femelles ayant produit au moins une larve au cours de l'expérimentation,

augmente avec le nombre d'accouplements avec des mâles normaux.

Ceci est en faveur d'une hypothèse de mélange des spermatozoïdes dans les spermathèques, avec ensuite, lors de chaque ponte ovulaire, une fécondation par un spermatozoïde provenant au hasard du sperme stérile ou du sperme normal.

Dans le cas de la femelle du lot III ayant produit les 5 larves attendues, nous pouvons envisager deux hypothèses : soit il n'y a pas eu d'insémination par un mâle irradié, mais seulement par des mâles normaux, soit il y a bien eu d'accouplements multiples mais le hasard a fait que chaque fécondation d'ovule a eu lieu avec un spermatozoïde issu du sperme fertile.

Remplissage des spermathèques

Comme dans l'expérience précédente, les femelles disséquées ont été classées en trois catégories selon que leurs spermathèques étaient pleines, partiellement pleines ou vides.

Bien que les différences entre les lots ne soient pas significatives, on constate une augmentation du nombre des spermathèques totalement pleines avec l'augmentation du nombre d'accouplements. Ce qui confirme des observations faites par PINHAO et GRACIO (8).

Il n'y a pas de différence significative non plus entre le lot témoin et le lot I, ce qui montre que les mâles irradiés à 11 000 rads et les mâles non irradiés ont le même pouvoir inséminateur lorsqu'ils sont placés dans les mêmes conditions.

Configurations ovaro-utérines

VAN DER VLOEDT (9) a défini des paramètres permettant de mettre en évidence le rôle des mâles irradiés par dissection de l'appa-

reil génital interne des femelles inséminées par ces mâles. Deux nous ont paru intéressants à rechercher, sur les femelles mortes au cours de l'expérience ou sacrifiées à la fin de celle-ci.

1) Elles ont un « nombre repère » (6) anormal pour leur âge, c'est-à-dire en avance par rapport au « nombre repère » théorique en raison des mortalités des embryons *in utero* entraînant un raccourcissement des cycles reproductifs.

2) Elles présentent une fréquence exagérément élevée d'utérus vides ou contenant un œuf. Dans une situation normale, le développement embryonnaire durant 3 jours et le développement larvaire 7 jours, la fréquence d'utérus vides ou contenant un œuf est de l'ordre de 30 p. 100, celle d'utérus contenant une larve de 70 p. 100. VAN DER VLOEDT a montré que chez les femelles inséminées par des mâles irradiés, la fréquence d'utérus vides ou contenant un œuf est au moins de 70 p. 100.

Configuration ovarienne

Sachant que l'âge moyen de la première ovulation est de 18 jours (*), et que la période interlarvaire moyenne est de 10 jours (*) nous pouvons prévoir la configuration ovarienne des femelles au jour de leur dissection. Les femelles ont été classées en quatre catégories selon que la configuration ovarienne était normale, en avance, en retard ou totalement anormale (blo-cages ovariens, ovaires dégénérés, etc...).

Le tableau 3 présente ces résultats.

Les différences sont significatives entre le lot témoin et le lot I ($X^2 = 18,61$, ddl : 1, $p = 0,001$), entre le lot témoin et le lot II ($X^2 = 22,57$, ddl : 1, $p = 0,001$) et entre le lot témoin et le lot III ($X^2 = 26,14$, ddl : 1, $p = 0,001$).

(*) Expérience antérieure déjà citée.

TABL. N°III-Configuration ovarienne des femelles accouplées avec des mâles stériles et les mâles normaux.

Lot	Femelles disséquées	Configuration normale		Configuration en avance		Configuration en retard		Configuration anormale	
		Nombre	p. 100	Nombre	p.100	Nombre	p. 100	Nombre	p. 100
I	33	21	63,63	3	9,09	5	15,15	4	12,12
I	33	4	12,12	20	60,60	3	9,09	6	18,18
II	35	3	8,57	24	68,57	3	8,57	5	14,28
III	36	2	5,55	28	77,78	3	8,33	3	8,33

Titre : Lire "irradiés" au lieu de "stériles" et "non irradiés" au lieu de "normaux".

En revanche, il n'y a aucune différence significative entre les lots I et II ($X^2 = 0,0303$), I et III ($X^2 = 0,3547$) et II et III ($X^2 = 0,0181$).

Nous avons vu précédemment qu'à une exception près, les femelles accouplées aux mâles irradiés avaient produit un nombre de larves inférieur à ce qu'on pouvait attendre. Il s'est donc produit un certain nombre d'avortements, sûrement précoces (au stade œuf), qui ont entraîné un raccourcissement des cycles reproductifs et de ce fait une configuration ovarienne en avance sur le « nombre repère » théorique au moment de la dissection, cette observation rejoignant celle de VAN DER VLOEDT (9).

Contenus utérins

Les femelles ont été classées en deux catégories, selon que leur utérus contenait un œuf ou était vide, d'une part, ou contenait une larve, quel que soit son stade de développement, d'autre part.

Comme VAN DER VLOEDT (9), nous constatons que, chez les femelles ayant été inséminées par des mâles irradiés, la fréquence des utérus vides ou contenant un œuf est supérieure à 70 p. 100 (90,90 p. 100, 86,11 p. 100 et 83,78 p. 100). Les différences sont significatives entre le lot témoin et les autres lots avec une probabilité de $p = 0,05$ pour les lots I ($X^2 = 6,593$) et II ($X^2 = 4,350$), de $p = 0,10$ pour le lot III ($X^2 = 3,407$).

Les différences ne sont pas significatives entre les lots de femelles accouplées avec des mâles irradiés (lots I et II, $X^2 = 0,0953$; lots I et III, $X^2 = 0,3534$; lots II et III, $X^2 = 0,0789$).

La forte proportion de femelles dont l'utérus était vide ou contenait un œuf chez les témoins (64,70 p. 100) est due au fait que ces femelles ont été sacrifiées au 50^e, 51^e et 52^e jour, époque suivant immédiatement une larviposition et entraînant des images de ce type.

En revanche, les autres femelles ont été disséquées entre le 52^e et 58^e jour, époque où l'utérus devait normalement contenir une larve.

Poids des pupes

Toutes les pupes recueillies ont été pesées le jour de la ponte.

Le poids moyen des pupes des témoins est de $21,67 \pm 1,22$ mg alors que ceux des pupes des lots I, II et III sont respectivement de $24,02 \pm 5,54$ mg, $24,54 \pm 5,09$ mg et $24,59 \pm 2,69$ mg.

Nous constatons que le poids moyen des pupes des témoins est significativement inférieur au poids moyen des pupes des lots II ($t = 2,079$, ddl = 57, $p = 0,05$) et III ($t = 2,155$, ddl = 69, $p = 0,01$).

Aucune différence significative n'est notée entre les lots I, II et III (I et II, $t = 0,319$; I et III, $t = 0,454$; II et III, $t = 0,040$).

Ce poids moyen plus élevé est dû au fait que les femelles ne donnant naissance qu'à quelques larves au cours de leur vie, chacune de ces larves bénéficie d'une alimentation intra-utérine plus importante. Ceci corrobore l'observation faite à la dissection : toutes les femelles des lots I, II et III présentaient des réserves graisseuses bien plus importantes que les femelles du lot témoin.

Éclosions des pupes

Les pupes ont été conservées dans les conditions de stockage des pupes de l'élevage (temp. : $24,5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$; HR : 75-90 p. 100).

Les adultes éclos ont été comptés puis sacrifiés.

Les taux d'éclosion des pupes sont comparables quels que soient les lots de femelles envisagés (77,77 p. 100 à 84,37 p. 100).

Il existe une nette prépondérance des mâles par rapport aux femelles chez les pupes produites par les femelles accouplées à des mâles irradiés, mais le très petit nombre d'individus fait que le calcul statistique ne montre aucune différence significative entre le sex-ratio des différents lots. Aucun d'eux n'est non plus significativement différent du rapport 50/50.

Ceci confirme que les larves produites par des femelles accouplées avec des mâles irradiés sont moins nombreuses mais parfaitement viables.

CONCLUSIONS

Cette expérience montre, qu'au laboratoire, les femelles de glossines sont capables de s'accoupler plusieurs fois. En effet le degré de remplissage des spermathèques augmente avec

l'accroissement du nombre d'accouplements. En outre, il est identique après un accouplement avec des mâles stériles ou des mâles normaux.

L'observation de l'existence de périodes interlarvaires allongées et le fait qu'il ne s'agit pas d'une stérilité régie par une loi du « tout ou rien » prouvent qu'il se produit au niveau des spermathèques un mélange de sperme stérile et de sperme normal. Les fécondations successives ont vraisemblablement lieu avec des spermatozoïdes venant au hasard de l'un ou de l'autre. La probabilité pour que ce soit les spermatozoïdes stériles qui fécondent les ovules sera fonction du rapport quantitatif $\frac{\text{sperme stérile}}{\text{sperme normal}}$ et de la compétitivité des spermatozoïdes produits par les mâles irradiés.

Ceci implique que dans toute campagne de lutte contre les glossines par cette méthode, les deux facteurs les plus importants à prendre en considération sont la dose optimale d'irradiation et le rapport $\frac{\text{mâles stériles}}{\text{mâles sauvages}}$ dans le gîte de lâcher.

Ainsi les expériences en cours sur notre gîte se font avec une dose d'irradiation de 11 000 rads et un rapport $\frac{\text{mâles irradiés}}{\text{mâles sauvages}}$ que nous essayons de maintenir égal ou supérieur à 6 mâles irradiés pour 1 mâle sauvage.

Les résultats des dissections des femelles et l'observation des configurations ovaro-utérines confirment les travaux de VAN DER VLOEDT. Ce moyen de contrôle de l'action des mâles stériles sur une population de femelles nous semble intéressant, au cours d'une campagne d'éradication. Trois facteurs en limitent cependant sérieusement l'application :

— la nécessité d'obtenir régulièrement un grand échantillon de femelles (une cinquantaine au moins) dans une population de faible densité, condition nécessaire à l'utilisation des mâles irradiés ;

— la nécessité de disséquer les femelles sur place afin d'éviter les avortements dus au transport ;

— la nécessité de posséder un moyen de capture des femelles permettant de s'assurer que l'ensemble de la population est représentée dans l'échantillon. En effet, les femelles por-

teuses d'une larve L₃ ne s'alimentent généralement pas durant les 2 ou 3 jours qui précèdent la larviposition. De ce fait, elles sont difficiles à capturer car elles ne viennent pas aux pièges. Or leur absence dans l'échantillonnage aura tendance à faire augmenter la proportion de femelles s'étant apparemment accouplées avec des mâles irradiés.

On peut tourner la difficulté en établissant avant le début des lâchers une sorte « d'étalement » de la population femelle. Il faudra alors ensuite être sûr que le moyen de capture utilisé reste fidèle tout au long de la campagne.

VI. LONGEVITE DES MALES IRRADIES EN FONCTION DU MOMENT DE L'IRRADIATION

Dans nos expériences de lâchers, les mâles éclos le matin sont séparés et marqués (tache colorée) après immobilisation à + 4 °C, puis nourris, irradiés, transportés sur le gîte et lâchés dans l'après-midi. Nous avons voulu savoir si le moment du repas de sang (avant ou après l'irradiation) influait sur la longévité des mâles stériles.

PROTOCOLE

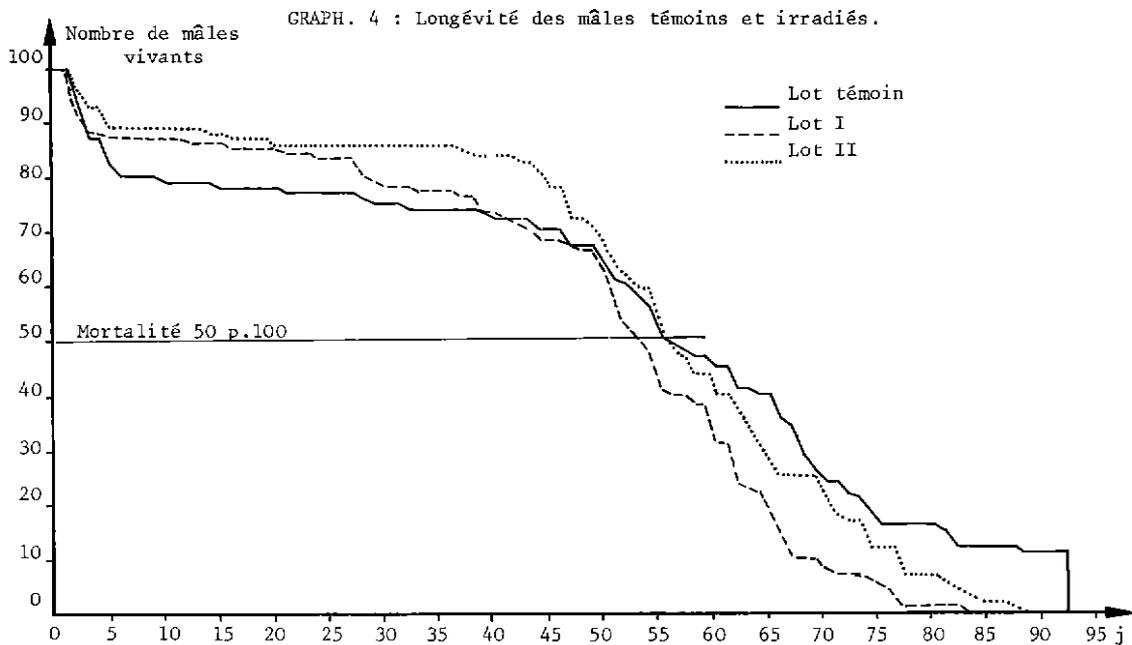
Trois lots de 100 mâles nés le 4-11-76 ont été constitués : un lot témoin non irradié, un lot nourri puis irradié (I) et un lot irradié puis nourri (II). Ils ont été conservés en cage de type ROUBAUD dans les conditions du laboratoire et nourris chaque jour sur oreilles de lapins. Les morts ont été sortis des cages et comptés quotidiennement.

RESULTATS

Le graphique n° 4 présente les courbes de survie des trois lots de mâles.

CONCLUSIONS

Les moments respectifs du repas et de l'irradiation n'influent pas sur la survie des mâles de *G. palpalis gambiensis*. L'irradiation elle-même, à la dose de 11 000 rads, ne semble pas provoquer une mortalité 50 p. 100 plus importante que chez les témoins, dans les conditions du laboratoire. Cependant, il faut noter que la longévité maximale des mâles témoins est supérieure à celle des mâles irradiés.



Nota : L'expérience a volontairement été arrêtée au 92e jour.

VII. CONCLUSION

L'irradiation gamma de mâles adultes de *G. palpalis gambiensis* âgés de 0 à 3 jours, à des doses de 8 000, 12 000 ou 15 000 rads, abaisse la fertilité des mâles proportionnellement à la dose reçue. A 15 000 rads, ils sont totalement stériles ; mais des essais de lâchers et l'étude du degré de remplissage des spermathèques des femelles auxquelles on les accouple, ont montré que leur compétitivité était diminuée.

Des essais aux doses de 9 000, 10 000, 11 000, 12 000, 13 000 et 14 000 rads ont montré qu'avec une dose de 11 000 rads, on obtient à la fois une stérilité des femelles accouplées avec les mâles irradiés supérieure à 95 p. 100, une capacité d'insémination et une longévité comparables à celles des témoins.

La dose de 11 000 rads est donc la dose optimale que nous avons choisie pour les expériences de lâchers de mâles irradiés.

Des essais d'accouplements multiples de femelles avec des mâles irradiés à la dose de 11 000 rads et des mâles normaux ont montré qu'il n'y a pas de différence entre la capacité d'insémination des mâles irradiés et des témoins, lors d'un seul accouplement. En revanche, le degré de remplissage des spermathèques des femelles augmente quand il y a

ensuite réaccouplements multiples, ce qui peut influencer sur la stérilité ultérieure des femelles.

Corrélativement, le nombre de pupes produites augmente avec le nombre d'accouplements fertiles ayant suivi l'accouplement stérile.

Ces faits sont en faveur d'une hypothèse du mélange des spermés dans les spermathèques des femelles avec fécondations successives des ovules par des spermatozoïdes provenant au hasard du sperme stérile ou du sperme fertile.

Ceci est encore confirmé par le fait qu'il n'existe pas chez les femelles accouplées avec des mâles irradiés et des mâles normaux, de « loi du tout ou rien » quant à leur production de pupes. Ces accouplements multiples entraînent seulement des allongements des périodes interlarvaires en raison des avortements qui se produisent.

La méthode de VAN DER VLOEDT, consistant à évaluer l'impact des mâles irradiés lâchés dans une population de femelles, par observation des configurations ovaro-utérines anormales, s'est révélée efficace. Cependant, elle est limitée par la nécessité de capturer un échantillon représentatif donc important des femelles sauvages de la population que l'on tend à contrôler, ce qui paraît difficilement réalisable dans un gîte de faible densité.

Les pupes produites par les femelles ayant subi des accouplements multiples sont parfaitement viables et ont un taux d'éclosion normal. Elles sont simplement plus lourdes que celles produites par les témoins. Chaque femelle donnant naissance à moins de larves, la larve se nourrit plus abondamment pendant sa vie intra utérine.

L'irradiation à la dose de 11 000 rads n'influe pas sur la longévité moyenne des mâles, au laboratoire. Ceci est également vrai,

que les mâles soient irradiés à jeun ou après un repas de sang.

Cette série d'observations constitue une étape fondamentale avant tout essai de lâchers de mâles stériles puisqu'elle définit les paramètres d'irradiation conditionnant une bonne compétitivité des mâles irradiés que l'on va libérer. Les résultats concernant la dose optimale d'irradiation corroborent ceux d'ITARD (7) pour *G. palpalis gambiensis* et sont déjà mis à profit pour l'expérience de lutte génétique engagée en Haute-Volta.

SUMMARY

Trials on the determination of optimum irradiation level of male *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) to biological control by sterilized male releases in Bobo Dioulasso area (Upper-Volta)

The authors determined the irradiation optimum level to release trials of sterilized male *Glossina palpalis gambiensis* in Upper-Volta. Two experiments allowed to determine the optimum dosis (11 000 rads) inducing a high sterility level without decreasing male competitiveness too considerably.

The various factors allowing to estimate irradiated male sterility and competitiveness with 11 000 rads level are emphasized.

RESUMEN

Ensayos de determinación de la dosis óptima de irradiación de los machos de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) para la lucha biológica mediante soltares de machos esteriles en la región de Bobo-Diulaso (Alta-Volta)

Los autores realizaron búsquedas para determinar la dosis óptima de irradiación durante ensayos de soltares de machos irradiados de *Glossina palpalis gambiensis*, en Alta-Volta. Dos experiencias sucesivas permitieron determinar la dosis óptima (11 000 rads) induciendo una tasa de esterilidad elevada sin aminorar de modo excesivamente considerable la competitividad de los machos.

Se estudian más particularmente los diferentes factores permitiendo evaluar la esterilidad y la competitividad de los machos irradiados con dosis de 11 000 rads.

BIBLIOGRAPHIE

1. CLAIR (M.), POLITZAR (H.), CUISANCE (D.), LAFAYE (A.), SELLIN (E.). Observations sur un essai préliminaire de lâchers de mâles stériles de *Glossina palpalis gambiensis* (Haute-Volta). *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 1976, 29 (4) : 341-351.
2. DAME (D.), SCHMIDT (C.). The sterile male technique against tsetse flies, *Glossina sp. p.* Bull. ent. Soc. Am., 1970, 16 (1) : 24-29.
3. ITARD (J.). Stérilisation des mâles de *Glossina tachinoïdes* west, par irradiation aux rayons gamma. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (4) : 479-491.
4. ITARD (J.). Stérilisation des mâles de *Glossina morsitans morsitans* et de *Glossina tachinoïdes* west, par irradiation aux rayons gamma. Premier symposium sur l'élevage en laboratoire de la mouche tsé-tsé et ses applications pratiques. 22-23 avril 1963, Lisbonne (Portugal).
5. ITARD (J.). Sterilization by gamma irradiation of adult male *glossinae*. Low dosage irradiation (4 000 to 6 000 rads) of adults male *G. tachinoïdes* I. S. C. T. R. 13^e réunion Lagos (Nigéria) 7-11 septembre 1971, Doc. n° 4.
6. ITARD (J.). Cycle de l'oogenèse chez les femelles de *Glossina tachinoïdes* (Westwood) et détermination de l'âge physiologique. *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 1966, 19 (3) : 331-350.
7. ITARD (J.). Rapport d'activité du Service d'Entomologie de l'I. E. M. V. T. 1975 (non publié).
8. PINHAO (R. C.), GRACIO (J. S.). The degree of spermathecal impregnation and the number of matings in *Glossina austeni*. *An. Inst. Hig. Med. trop.*, 1973, 1 (1-4) : 000-000.
9. VAN DER VLOEDT (A. M. V.), TAHER (M.), CZOCK (K. H.), MALKGHASSEMI (B.), HASELBERGER (N.). Laboratory studies on the sexual sterilization of the tsetse fly *Glossina palpalis palpalis* (Robineau Desvoidy) by ionizing radiation. II. Ovarian configuration and uterine contents of females mated by irradiated males (pre-publication. I. A. E. A., oct. 1976).

Caractéristiques biologiques des hématies des bovins de la zone tropicale de l'Afrique de l'Ouest

par P. CUQ (*), A. J. AKAKPO (**) et D. FRIOT (***)

RÉSUMÉ

Les auteurs étudient les caractéristiques biologiques des érythrocytes des bovins (zébus et taurins) du Sénégal et du Togo. La morphologie, la numération, l'hématocrite, le taux d'hémoglobine, la résistance globulaire et les index de Wintrobe sont tout à tour examinés ainsi que leurs variations en fonction de l'espèce, de la race, de l'état sexuel, de l'âge et de la saison. Les résultats sont comparés à ceux d'autres populations bovines de l'Afrique et des régions tempérées.

Les caractéristiques biologiques des érythrocytes des bovinés des régions tempérées ont fait l'objet de nombreuses publications. Celles qui se rapportent aux bovins de la zone tropicale sèche de l'Afrique de l'Ouest sont par contre très rares. A l'exception des données partielles que l'on trouve dans les travaux de FRIOT et CALVET (8) au Sénégal et de GAULIER (10) à Madagascar, les quelques autres documents dont on peut disposer proviennent des pays anglophones : VOHRADSKY (20) au Ghana, ODUYE et OKUNAIYA (14) au Nigéria, HASSAN et HOELLER (12) au Soudan et SMITH (18) en Ouganda. Les renseignements que l'on peut en tirer sont toujours fragmentaires et souvent même contradictoires. C'est la raison pour laquelle le laboratoire d'Anatomie, Histologie et Embryologie de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar a entrepris, depuis 1973, cette étude consacrée aux zébus et aux taurins du Sénégal et du Togo.

MATERIEL ET METHODES

1) Le travail a porté sur 413 zébus et 226 taurins.

Sur les 413 zébus, 304 vivaient au Sénégal et parmi eux 271 étaient de race Gobra (79 mâles entiers, 124 mâles castrés et 68 femelles) et 33 de race Maure (3 mâles entiers, 17 mâles castrés et 13 femelles). Les 109 zébus du Togo appartenaient au groupe Peulh du Sahel (particulièrement aux races White Fulani, Sokoto Gudali et Mbororo et à leurs croisements). Ils comprenaient 44 mâles entiers, 58 mâles castrés et 7 femelles.

Sur les 226 taurins, 122 provenaient du Sénégal et étaient de race Ndama (21 mâles entiers, 94 mâles castrés et 7 femelles) et 104, de races lagunaires ou Muturu, provenaient du Togo (12 mâles entiers, 69 mâles castrés et 23 femelles).

2) Ces animaux ont été divisés en 5 classes d'âge évalué sur les critères de chronologie dentaire de GILIBERT (11) pour le zébu et de DUMAS et LHOSTE (7) pour les taurins.

La classe A comprend les animaux de moins de 2 ans 1/2 (2 ans à 2 ans 1/2 pour les zébus et 1 an 1/2 à 2 ans 1/2 pour les taurins).

(*) Professeur, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires B. P. 5077, Dakar (Rép. du Sénégal).

(**) Assistant, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires B. P. 5077, Dakar (Rép. du Sénégal).

(***) Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires. I. S. R. A., B. P. 2057, Dakar-Hann, (Rép. du Sénégal).

La classe B correspond aux animaux de 2 ans 1/2 à 4 ans 1/2.

La classe C à ceux de 4 ans 1/2 à 6 ans 1/2 pour les zébus et à ceux de 4 ans 1/2 à 7 ans pour les taurins.

La classe D comprend les zébus de 6 ans 1/2 à 10 ans et les taurins de 7 à 10 ans.

La classe E à ceux qui ont plus de 10 ans.

3) Les prélèvements du Togo ont été effectués pendant la période des grandes vacances universitaires (15 juillet-15 octobre), c'est-à-dire pendant une période où l'eau et l'herbe sont particulièrement abondantes.

Ceux du Sénégal ont été réalisés pendant la période d'activité scolaire (15 octobre-15 juillet) qui correspond à 4 saisons et 4 périodes d'alimentation différentes :

— octobre et novembre se situent à la fin de la **saison des pluies**, période chaude où l'herbe et l'eau peuvent être consommées à satiété ;

— décembre, janvier et février, à la saison fraîche ou « **post-hivernage** » pendant lequel l'alimentation est toujours abondante mais de plus en plus sèche ;

— en mars et avril, **période de printemps**, certains arbres et arbustes se couvrent de pousses et de jeunes feuilles qui sont appréciées par les animaux et améliorent leur ration ;

— en mai, juin et juillet, **saison sèche**, l'alimentation est de plus en plus ligneuse et de plus en plus rare.

4) Le sang a été recueilli par ponction veineuse, au laboratoire, ou après section de la veine jugulaire externe, à l'abattoir.

Ce mode de prélèvement présente l'avantage de permettre en une seule fois la récolte d'une quantité de sang suffisante pour plusieurs examens. Il évite la dilution du sang capillaire par la lymphe du pavillon de l'oreille ou par les sécrétions des glandes naso-labiales du mufle et évite aussi sa pollution par des débris tégumentaires qui compliquent les examens et risquent de fausser les résultats.

Deux anti-coagulants ont été successivement utilisés : le citrate de soude à 3,8 p. 100 à raison de 0,1 ml par ml de sang et l'E. D. T. A. (sel di-sodique pur de l'acide éthylène-diamine-tétracétique) à raison de 0,1 mg, par ml de sang.

5) Les frottis ont été colorés par la méthode panoptique avec le colorant de May Grunwald-Giemsa (MG-G) selon la technique décrite par RULLIER et PARODI (16) et par GABE (9), mais en utilisant le tampon phosphate à 0,1 M (pH 6,3 — 6,4) qui nous a donné de meilleurs résultats que le tampon à pH 6,5 — 6,8 préconisé par GABE, ou l'eau distillée à pH 7 préconisée par RULLIER et PARODI.

Pour détecter certaines formes d'hématies, des colorations particulières ont été employées : solution alcoolique de bleu de Crésyl brillant à 0,5 p. 100, sulfate de bleu de Nil à 1 p. 100 dans l'alcool absolu, solution de bleu de toluidine à 1 p. 100 dans l'alcool méthylique, solution de bleu de méthylène à 0,5 p. 100 dans l'alcool méthylique.

6) Les **numérations** ont été effectuées à l'hématimètre de Neubauer, à Lomé. A Dakar, nous avons utilisé successivement l'hématimètre de Malassez puis un numérateur automatique de marque Picoscale fabriqué par Hellige qui a été mis gracieusement à notre disposition par le Professeur LINHARD, Directeur du Centre de Transfusion Sanguine du Sénégal que nous tenons à remercier ici. La formule de correction des valeurs lues au compteur du numérateur Picoscale a été calculée à partir de la table fournie par le fabricant pour les numérations globulaires de l'homme jusqu'à la valeur 6,99 du compteur qui est insuffisante pour les animaux. Elle est : $Y_{GR} = 0,000\ 070\ x^2 + 1,040\ x + 0,7$ avec x et y exprimés en multiples de 10^4 globules rouges lus au compteur (x) et en valeur corrigée (y).

7) Le **taux d'hémoglobine** a été évalué par la méthode à la cyanmethémoglobine.

8) L'**hématocrite** a été évalué par la méthode du micro-hématocrite plus précise et plus fidèle que la méthode de Wintrobe pour le sang des bovins dont les globules sédimentent très mal en raison du faible pouvoir d'agglutination des hématies de cette espèce.

9) La **résistance globulaire** a été mesurée par l'action hémolytique de solutions salées de concentration croissante. Les concentrations d'hémolyse initiale (H. I.) et d'hémolyse totale (H. T.) ont été relevées.

10) Le **traitement statistique** des résultats a été réalisé par le service d'informatique de

l'Institut Universitaire de Technologie de Dakar. Les documents qui s'y rapportent sont consignés dans la thèse de Doctorat-Vétérinaire de l'un d'entre nous (2).

RESULTATS

Les résultats concernent, la morphologie des globules rouges, leur numération, l'hématocrite, le taux d'hémoglobine, la résistance globulaire et les index érythrocytaires de Wintrobe.

I. MORPHOLOGIE DES ERYTHROCYTES DES BOVINS TROPICAUX

Il n'existe pas de différence morphologique importante entre les globules rouges des zébus et des taurins du Sénégal et du Togo que nous avons étudiés et ceux des bovidés des régions tempérées.

Leur **FORME** est comme pour la plupart des mammifères, celle d'un disque légèrement biconcave. Après coloration au MG-G leur aspect est parfaitement homogène et la pâleur centrale que l'on observe dans certaines espèces est toujours faible ou nulle.

Leur **DIAMETRE** est en moyenne $5,62 \mu$, c'est-à-dire un peu plus grand que celui des taurins des régions tempérées ($5,5 \mu$). Comme dans ces derniers, on observe souvent une **subanisocytose** qui se traduit par la présence dans le même sang d'érythrocytes dont les diamètres varient de $4,5 \mu$ à $6,75 \mu$ et, parfois seulement, une **anisocytose vraie** dans laquelle on trouve à côté des **normocytes** ($5,65 \mu$ de diamètre), des **microcytes** ($3,5$ à $4,5 \mu$ de diamètre) et des **mégaloctes** ($9,0$ à $10,1 \mu$ de diamètre). Chez les zébus et les taurins que nous avons étudiés, la subanisocytose est plus fréquente pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies et l'anisocytose vraie est de règle dans les anémies graves.

Comme ceux des bovins des régions tempérées, les érythrocytes des bovins de l'Afrique tropicale ont un très faible pouvoir d'**agglutination** et les regroupements en « rouleaux » sont inexistantes.

La **poikilocytose** est rare. Les **sélenocytes** et les **échinocytes** que nous avons observés correspondent le plus souvent à des artefacts.

Les **anomalies de coloration** sont aussi

très rares. Nous n'avons pu observer que quelques **hématies vacuolisées** et quelques **cellules cibles** (Target-cells) dont le centre coloré est entouré d'un anneau clair lui-même circonscrit par le bord cellulaire coloré.

Les **formes immatures** sont normalement totalement absentes chez les taurins et les zébus que nous avons étudiés. Les réticulocytes sont en particulier toujours absents dans le sang de ces animaux, qui tous étaient âgés de plus d'un an et demi. Chez les bovins des régions tempérées, environ 0,1 p. 100 des adultes en possèdent.

Les formes immatures peuvent par contre être nombreuses lors des érythropoïèses accélérées qui accompagnent les grandes anémies. Nous avons ainsi observé :

— des **érythrocytes polychromatophiles**, toujours grands (10μ) et dont le cytoplasme est, par zone, bleuté ou orangé après coloration au MG-G ;

— des **réticulocytes** de 6 à $7,5 \mu$, dans le cytoplasme (plus ou moins basophile) desquels subsistent quelques organites ;

— des **érythroblastes basophiles** de 12μ de diamètre dont les noyaux intensément basophiles ont perdu leurs nucléoles et présentent une chromatine épaisse disposée en amas radiaires ;

— des **érythroblastes polychromatophiles** de 8 à 12μ et à cytoplasme violacé ou gris brun sale ;

— des **érythroblastes acidophiles** de $6,8 \mu$ avec un noyau réduit à une petite tache violette et un cytoplasme rouge orangé ;

— et des **corps de Jolly**, restes nucléaires violacés, sphériques et excentriques qui persistent dans des globules rouges d'apparence normale.

II. NUMERATION ERYTHROCYTAIRE

A. Valeurs moyennes des numérations érythrocytaires

Les difficultés matérielles qui ont été la conséquence d'un travail effectué parallèlement au laboratoire et à l'abattoir d'une part, au Togo et au Sénégal d'autre part, nous ont conduit à utiliser trois appareils différents pour les numérations : les hématimètres de Neubauer

et de Malassez et le numérateur automatique Picoscale.

Afin de regrouper et de comparer de façon valable les résultats fournis par chacun d'eux, nous avons évalué le degré de précision des mesures fournies et recherché par analyse statistique s'il était possible de regrouper les résultats.

Le **contrôle de précision** a été réalisé en pratiquant trente numérations érythrocytaires avec le même sang et par le même opérateur, avec chacun des appareils. Le calcul des intervalles de confiance, des variations, celui des valeurs extrêmes par rapport à la moyenne et la recherche des distributions de fréquences par rapport à la moyenne ont permis de conclure que les résultats obtenus par l'hématimètre de Malassez (intervalle de confiance $\pm 0,09$, pourcentages des valeurs extrêmes 5,51 p. 100 et 5,80 p. 100 et distribution symétrique) étaient plus précis que ceux de l'hématimètre de Neubauer (intervalle de confiance $\pm 0,15$, pourcentage des valeurs extrêmes, 5,14 p. 100 et 12,32 p. 100 et distribution légèrement déportée à droite) et que ceux du numérateur Picoscale (intervalle de confiance $\pm 0,09$, pourcentages des valeurs extrêmes 4,13 p. 100 et 8,62 p. 100 et distribution fortement déviée à gauche).

Les possibilités de **regroupement des résultats** ont été testées en effectuant cinq séries

de cinq numérations du même sang avec chaque appareil. Après calcul des moyennes (\bar{x}), des intervalles de confiance (I. C.) et de la significativité à 5 p. 100 des différences entre résultats par analyse de la variance (test de F), l'analyse statistique a montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les résultats fournis par les hématimètres mais que trois fois sur cinq ceux du numérateur automatique diffèrent significativement des deux autres.

Nous traiterons donc à part les résultats fournis par l'appareil Picoscale.

Dans le tableau n° I, les résultats sont exprimés en 1.10^6 érythrocytes. Il en sera de même pour la discussion.

B. Discussion

1) Influence de l'espèce et de la race

L'analyse de la variance par comparaison deux à deux montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les taurins et les zébus du Sénégal (pour les deux séries à comptage automatique respectivement $8,12 \pm 0,24$ pour les Ndama, $8,07 \pm 0,32$ pour les Gobra et $8,06 \pm 0,65$ pour les Maures) mais qu'il existe une différence hautement significative entre les taurins et les zébus du Togo (pour les deux séries à numération par hématimètre : taurins lagunaires $7,56 \pm 0,34$ et zébus du groupe Peulh du Sahel, $6,62 \pm 0,31$).

TABLEAU N° I-Numérations érythrocytaires.

	Moyenne générale N et X \pm I.C.	Mâles castrés N et X \pm I.C.	Femelles N et X \pm I.C.	Mâles entiers N et X \pm I.C.
Hématimètre				
Taurins du Togo	7,56 \pm 0,34 (104)	7,83 \pm 0,36 (69)	6,85 \pm 0,91 (23)	7,39 \pm 1,25 (12)
Zébus du Togo	6,62 \pm 0,31 (109)	6,69 \pm 0,42 (58)	6,89 \pm 1,43 (7)	6,49 \pm 0,52 (44)
Zébus Gobra	7,87 \pm 0,32 (79)	8,04 \pm 0,43 (50)	7,24 \pm 0,68 (18)	8,41 \pm 0,69 (11)
Zébus Maure	8,06 \pm 0,76 (12)			
Picoscale				
Taurins Ndama	8,12 \pm 0,24 (106)	8,13 \pm 0,25 (83)	7,61 \pm 0,73 (7)	8,32 \pm 0,99 (16)
Zébus Gobra	8,07 \pm 0,32 (192)	8,07 \pm 0,32 (74)	8,23 \pm 0,40 (50)	7,95 \pm 0,32 (68)
Zébus Maure	8,06 \pm 0,71 (21)			

L'examen des résultats fournis par les zébus du Togo montre que le lot qu'il constitue est très hétérogène (2,7 à 10,1.10⁶) et que les classes les plus nombreuses sont à peu près équivalentes et comprises entre 5,6 et 9,5.10⁶. Cette particularité s'explique par le fait que le groupe des zébus du Togo est constitué par le rassemblement de plusieurs races et de leurs croisements. Ainsi une partie d'entre eux présente une numération érythrocytaire voisine de 8.10⁶, comme les zébus du Sénégal ou les zébus du Soudan (HASSAN et collab. (12), ADAM et collab. (1)) tandis que l'autre, inférieure à 7.10⁶, est plus proche des valeurs données par SMITH (18) pour les femelles zébus d'Ouganda (6,21.10⁶) et par GAULIER (10) pour le zébu Malgache (4,84.10⁶). *Les taurins du Sénégal et du Togo présentent donc des numérations érythrocytaires voisines et proches de celles des zébus du Sénégal et d'une partie seulement des zébus du Togo. Le reste des zébus Peulh du Sahel présente des numérations plus faibles.*

2) Influence du sexe

Il n'existe aucune différence significative entre les valeurs de numération des différents groupes sexuels. Nous avons remarqué cependant, comme l'ont fait HASSAN et collab. (12) pour les zébus du Soudan, que chez les taurins de races lagunaires les mâles castrés ont une numération un peu plus élevée (7,83.10⁶) que les femelles (6,85.10⁶). *Le sexe a peu d'influence sur la numération érythrocytaire. Dans les deux espèces cependant elle tend à être un peu plus élevée chez les mâles castrés.*

3) Influence de l'âge

L'analyse statistique met en évidence quelques différences significatives entre classes

d'âge mais elles correspondent toujours à des classes peu nombreuses dont les sujets présentent des déviations importantes, par excès et défaut, par rapport à la moyenne. Ces différences mathématiques ne correspondent donc pas à un caractère biologique constant. L'âge a donc peu d'influence sur la numération érythrocytaire des bovins de l'Afrique tropicale de l'Ouest.

Cependant comme SCHALM (17) et WYERS (21) l'ont fait pour les bovins des régions tempérées, nous pouvons noter que chez les taurins du Togo et du Sénégal les moyennes baissent au fur et à mesure que l'animal vieillit. *La numération érythrocytaire des taurins a donc tendance à diminuer avec l'âge dont l'influence est faible dans l'ensemble.*

4) Influence de la saison

L'influence de la saison a été étudiée sur les zébus Gobra du Sénégal. Bien que l'effectif correspondant soit important (192 animaux), l'analyse statistique par comparaison de la variance deux à deux ne révèle aucune différence significative. On peut cependant noter une baisse régulière des moyennes de la fin de la saison des pluies (8,45.10⁶) au post hivernage (8,41.10⁶), au printemps (8,01.10⁵) et à la saison sèche (7,51.10⁶). *La numération érythrocytaire tend donc à diminuer au cours de la saison sèche.*

III. HEMATOCRITE

L'hématocrite a été étudié sur les bovidés du Sénégal seulement.

A. Valeurs moyennes de l'hématocrite des bovidés du Sénégal (voir tabl. n° II)

TABLEAU N°II-Microhématocrite des bovidés du Sénégal.

Microhématocrite	Moyennes générales N et X ± I.C.	Mâles castrés N et X ± I.C.	Femelles N et X ± I.C.	Mâles entiers N et X ± I.C.
Taurins (Ndama)	36,5 ± 1,2 (106)	36,0 ± 1,5 (83)	35,0 ± 4,1 (7)	34,0 ± 3,5 (16)
Zébus Gobra	37,8 ± 1,3 (192)	38,0 ± 1,2 (74)	37,0 ± 1,3 (50)	37,0 ± 1,5 (68)
ZébusMaure	36,8 ± 2,6 (21)			

B. Discussion

1) Influence de l'espèce

Bien que l'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative entre les taurins Ndama et les zébus Gobra, on peut noter que l'hématocrite du Ndama est sensiblement plus bas (36,5) que celui du Gobra (37,8). Cette remarque est confirmée par FRIOT et CALVET (8) qui, travaillant sur des effectifs beaucoup plus nombreux, mettent en évidence une différence significative entre les deux espèces. Les chiffres donnés par ces auteurs sont légèrement plus faibles que les nôtres (34,7 pour le Ndama et 37,5 pour le Gobra). Cette différence peut être rapportée aux techniques employées, aux conditions de récoltes et au fait que l'hématocrite du sang prélevé au moment de la saignée est un peu plus élevé que celui qui est effectué sur l'animal qui reste en vie (3). Les mêmes remarques sont valables pour les valeurs données pour la West African Shorthorn (35,1 ; VOHRADSKY (19)), les Ndama du Ghana (34,2 ; VOHRADSKY (19)) et du Nigeria (30,1 ; ODUYE et collab. (14)) et le zébu du Soudan (36,7 ; ADAM et collab. (1)).

En Afrique tropicale l'hématocrite du zébu est donc un peu plus élevé que celui des taurins.

2) Influence du sexe

Bien qu'il n'existe pas de différence significative entre les groupes sexuels des bovins du Sénégal que nous avons étudiés, nous pouvons remarquer que l'hématocrite est sensiblement plus élevé chez les Ndamas et les zébus Gobra mâles castrés (36,0 et 38,0) que chez les femelles (35,0 et 37,0) et les mâles entiers (34,0 et 37,0). Cette remarque est corroborée par FRIOT et CALVET (8) qui ont montré sur des effectifs plus importants que *l'hématocrite des mâles castrés est significativement plus élevé que celui des femelles et des mâles entiers.*

3) Influence de l'âge

L'analyse de la variance met en évidence une différence significative entre les zébus Gobra mâles entiers âgés de 6 ans 1/2 à 10 ans et les autres classes d'âge. Ce groupe, peu nombreux (6 individus), comprend 5 sujets

à hématocrite élevé (44, 33, 52 et 49) et dont les prélèvements ont été effectués en novembre, saison pendant laquelle l'hématocrite est sensiblement plus fort. Il semble donc qu'avec CHARPENTIER et BONHOMME (5) nous devions conclure que l'âge est sans influence mais, FRIOT et CALVET (8) travaillant sur des effectifs plus importants que les nôtres ont montré que l'hématocrite atteint une valeur maximale entre 2 et 4 ans et diminue ensuite peu à peu.

L'hématocrite atteint donc une valeur maximale chez les jeunes adultes. Il diminue ensuite peu à peu avec l'âge.

4) Influence de la saison

Appliquée à l'hématocrite du zébu Gobra, l'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative sur les lots que nous avons examinés. Nous pouvons remarquer cependant que les valeurs décroissent de la fin de l'hivernage (38,0) au post-hivernage (37,0) et au printemps (37,0) et à la saison des pluies (36,0). FRIOT et CALVET (8), sur des effectifs beaucoup plus importants, ont montré qu'il existe une différence significative entre l'hématocrite du post-hivernage (39,9) et de l'hivernage (39,9) et celui de la saison sèche (38,4). Il est vraisemblable, comme le pensent COURCEL (6) et PAYNE et collab. (15), que ces variations soient à rapporter à l'abreuvement et à l'alimentation.

Comme la numération érythrocytaire, l'hématocrite est donc plus élevé en saison des pluies qu'en saison sèche.

IV. TAUX D'HEMOGLOBINE

Le taux d'hémoglobine (exprimé en g p. 100 ml) a été évalué chez les taurins et les zébus du Togo et du Sénégal.

A. Valeurs moyennes des taux d'hémoglobine (voir tabl. n° III)

B. Discussion

1) Influence de l'espèce

Il n'existe aucune différence significative entre les valeurs respectives des deux espèces que nous avons étudiées. Nous pouvons remarquer cependant que les zébus du Sénégal (11,8

TABLEAU N° III-Taux d'hémoglobine

Hémoglobine G p.100	Moyennes générales X ± I.C.	Mâles castrés X ± I.C.	Femelles X ± I.C.	Mâles entiers X ± I.C.
Taurins du Togo	12,0 ± 0,4 (104)	12,4 ± 0,5 (69)	11,4 ± 1,1 (23)	10,9 ± 1,5 (12)
Taurins du Sénégal	11,1 ± 0,4 (106)	11,2 ± 0,4 (83)	10,9 ± 1,3 (7)	10,5 ± 1,2 (16)
Zébus du Togo	10,9 ± 0,4 (109)	11,2 ± 0,6 (58)	11,0 ± 2,5 (7)	10,6 ± 0,7 (44)
Zébus Gobra du Sénégal	11,8 ± 0,5 (192)	12,2 ± 0,5 (74)	11,7 ± 0,5 (50)	11,3 ± 0,5 (68)
Zébus Maure du Sénégal	11,6 ± 0,9			

Zébus Maure, 2^e colonne, ajouter : (21).

pour le Gobra et 11,6 pour le Maure) ont des taux d'hémoglobine plus élevés que les taurins Ndama (11,1) alors qu'au Togo la différence est inverse (10,9 pour les zébus et 12,0 pour les taurins).

Travaillant sur des effectifs plus importants que les nôtres, FRIOT et CALVET (8) ont montré qu'il existe une différence significative entre les zébus Gobra (11,6) et les taurins Ndama (10,5).

Les zébus Gobra et Maures ont un taux d'hémoglobine plus élevé que les taurins Ndama. Les résultats particuliers du Togo s'expliquent par l'influence de la race.

2) Influence de la race

a) Il n'existe pas de différence significative entre les taux d'hémoglobine des taurins lagunaires du Togo (12,0) et ceux du Ndama du Sénégal (11,1). Ces valeurs sont en outre voisines de celles qui ont été déterminées chez les Ndama du Ghana (11,87 ; VOHRADSKY (19)) et chez la vache Ndama du Nigeria (12,5 ; ODUYE et collab. (14)). Elles sont aussi proches de celles de la West African Shorthorn (12,52 ; VOHRADSKY (19)) mais plus élevées que les taux moyens des bovins des régions tempérées (11,0 ; SCHALM (17)).

L'espèce, la race et la localisation n'ont donc pas d'effet sur le taux d'hémoglobine des taurins d'Afrique tropicale de l'Ouest. VOHRADSKY (20) estime qu'il est déterminé par le climat tropical et cite à l'appui de sa thèse le cas de vaches frisonnes anglaises dont le taux d'hémoglobine a augmenté en arrivant au Ghana.

b) Bien qu'il n'existe pas de différence significative lorsque l'analyse de la variance par comparaison deux à deux est effectuée sur les lots de zébus que nous avons étudiés, nous pouvons remarquer que les taux d'hémoglobine des zébus du Sénégal (11,8 pour les Gobra et 11,6 pour les Maures) sont plus élevés que ceux des zébus du Togo (10,9) et que le tableau des fréquences de ces derniers présente deux maximums, l'un à 9,9 et l'autre à 11,9. Cette particularité s'explique par le fait qu'au Togo une partie des zébus correspond à des croisements entre les races Sokoto Gudali et White Fulani dont les taux d'hémoglobine ont été respectivement évalués à 11,68 (VOHRADSKY (19)) et 9,04 (ODUYE et collab. (14)). Aucun chiffre n'a été publié pour la race Mbororo. Les taux d'hémoglobine des zébus de races Maure et Gobra sont voisins et à peu près équivalents à ceux des zébus du Soudan (11,7 ; ADAM et collab. (1)) et à ceux de la race Sokoto Gudali. Ils sont aussi voisins mais légèrement inférieurs à ceux des zébus de Madagascar (12,33 GAULIER (10)) mais par contre nettement supérieurs à ceux des zébus d'Ouganda (8,98 ; SMITH (18)) plus proches des White Fulani du Togo.

Il existe donc d'importantes différences dans les taux d'hémoglobine des diverses populations zébus d'Afrique tropicale de l'Ouest.

3) Influence du sexe

Sur les lots que nous avons étudiés, l'analyse de la variance par comparaison orthogonale montre qu'il existe une différence significative entre les taux d'hémoglobine des zébus Gobra mâles castrés (12,2) et les deux autres

catégories sexuelles (11,7 pour les femelles et 11,3 pour les mâles entiers), ainsi qu'entre ceux des taurins du Togo mâles castrés (12,4) et les autres catégories sexuelles (11,4 pour les femelles et 10,9 pour les mâles entiers).

Bien qu'aucune différence significative ne soit mise en évidence, la même remarque peut être faite pour les zébus du Togo (11,2 pour les mâles castrés, 11,0 et 10,6 pour les femelles et les mâles entiers) et pour les taurins Ndama du Sénégal (11,2 pour les mâles castrés, 10,9 et 10,5 pour les femelles et les mâles entiers).

Cette particularité est confirmée par les résultats obtenus par FRIOT et CALVET (8) sur le zébu Gobra. Elle infirme ceux de BYERS et collab. (4) et HOLLMAN et collab. (13) qui estiment que l'état sexuel n'a aucune influence sur le taux d'hémoglobine.

Pour l'ensemble des bovinés d'Afrique tropicale, le taux d'hémoglobine des mâles castrés est un peu plus élevé que celui des femelles et des mâles entiers.

4) Influence de l'âge

a) L'analyse de la variance par comparaison des classes deux à deux révèle une différence significative entre les classes A (1,5 à 2,5 ans), D (7 à 10 ans) et E (plus de 10 ans) des taurins du Togo mâles castrés et une autre différence significative entre les classes D (6,5 à 10 ans) et A (1 à 2,5 ans) des zébus du Togo mâles entiers. Dans les deux cas, ces différences se rapportent à des classes très peu nombreuses et dont les sujets présentent de très grands écarts par excès et défaut par rapport à la moyenne. Ces différences mathématiques ne se traduisent donc pas par une différence biologique caractéristique.

b) Chez les zébus Gobra il existe aussi une différence significative entre les mâles entiers de la classe D (4,5 à 6,5 ans) dont le taux d'hémoglobine est 13,5 et les autres classes d'âge dont les taux d'hémoglobine sont plus faibles. Sur les six animaux qui composent cette classe, 4 ont des taux d'hémoglobine élevés (14,1 ; 15,4 ; 14,3 et 15,4) et correspondent à des prélèvements effectués à la fin de l'hivernage, saison pendant laquelle le taux d'hémoglobine comme l'hématocrite sont plus élevés.

c) Cependant, FRIOT et CALVET (8) sur

des effectifs plus nombreux ont montré qu'au Sénégal, le taux d'hémoglobine comme l'hématocrite des taurins et des zébus croît jusqu'à 2 à 4 ans puis diminue ensuite.

Le taux d'hémoglobine atteint donc son maximum au début de l'âge adulte. Il décroît ensuite régulièrement.

5) Influence de la saison

L'influence de la saison a été étudiée sur les zébus Gobra du Sénégal. Le test statistique de comparaison deux à deux ne révèle pas de différence significative. Cependant, nous avons noté que le taux d'hémoglobine est plus élevé en saison des pluies (12,1) et au printemps qu'en saison sèche (11,3) et qu'au post-hivernage (11,4), ce que confirment FRIOT et CALVET (8) au Sénégal et SMITH (18) en Ouganda.

Le taux d'hémoglobine est donc plus élevé en saison des pluies et au printemps qu'en saison sèche et en post-hivernage.

V. RESISTANCE GLOBULAIRE

Le test de résistance globulaire a été réalisé sur des bovins du Sénégal et du Togo. Les valeurs correspondant aux résistances globulaires maximales (hémolyse totale) et aux résistances globulaires minimales (hémolyse initiale) sont exprimées en grammes pour mille de concentration en Na Cl.

A. Valeurs moyennes de la résistance globulaire (H. I. et H. T.) (voir tabl. n° IV)

B. Discussion

1) Influence de l'espèce et de la race

a) Il n'existe pas de différence significative des valeurs de résistances globulaires maximales et minimales entre les taurins du Togo et du Sénégal. Les taurins européens ont une valeur de résistance globulaire maximale (4,8) nettement supérieure à celle des taurins d'Afrique, mais leur résistance globulaire minimale est plus faible (6,2).

b) Il n'existe pas non plus de différence significative entre les valeurs de résistance globulaire des zébus du Sénégal et du Togo. Les chiffres que nous avons obtenus sont plus éle-

TABLEAU N° IV

		N	H T en g p.100 ml	H I en g p.100 ml
Taurins Lomé	Moyennes générales	104	3,93 ± 0,07	7,21 ± 0,06
	Mâles castrés	69	3,91 ± 0,08	7,23 ± 0,08
	Femelles	23	3,94 ± 0,20	7,21 ± 0,15
	Mâles entiers	12	3,96 ± 0,20	7,09 ± 0,19
Taurins Dakar	Moyennes générales	106	3,73 ± 0,06	6,87 ± 0,10
	Mâles castrés	83	3,73 ± 0,07	6,90 ± 0,11
	Femelles	7	3,71 ± 0,27	7,14 ± 0,32
	Mâles entiers	16	3,68 ± 0,15	6,61 ± 0,36
Zébus Lomé	Moyennes générales	109	4,10 ± 0,07	7,26 ± 0,07
	Mâles castrés	58	4,13 ± 0,09	7,33 ± 0,11
	Femelles	7	3,94 ± 0,39	7,08 ± 0,46
	Mâles entiers	44	4,08 ± 0,11	7,20 ± 0,09
Zébus Gobra Dakar	Moyennes générales	192	4,13 ± 0,11	7,16 ± 0,12
	Mâles castrés	74	4,14 ± 0,13	7,21 ± 0,10
	Femelles	50	4,03 ± 0,12	7,19 ± 0,16
	Mâles entiers	68	4,21 ± 0,09	7,07 ± 0,13

vés que ceux que rapporte GAULIER (10) pour les zébus Malgaches (3,64 et 6,67).

c) Bien que le test statistique de l'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative entre les valeurs moyennes globales de résistance globulaire, celles des zébus (4,11 et 7,21) sont légèrement supérieures à celles des taurins (3,88 et 7,02).

En Afrique tropicale, les zébus ont donc souvent des valeurs de résistance globulaire légèrement supérieures à celles des taurins.

2) Influence du sexe et de l'âge

Il n'y a pas d'influence du sexe ou de l'âge sur les valeurs de résistance globulaire.

3) Influence de la saison

L'influence de la saison a été testée sur les zébus Gobra. L'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative. Cependant on peut noter que la résistance globulaire maximale augmente de façon régulière de la saison des pluies (3,90) au post-hivernage (3,99), au printemps (4,24) et à la saison sèche (4,42).

La résistance globulaire maximale tend donc à s'accroître en saison sèche.

VI. INDEX ÉRYTHROCYTAIRES DE WINTROBE

Les index érythrocytaires de Wintrobe correspondent à des rapports numériques qui concernent le volume globulaire moyen, la teneur globulaire moyenne en hémoglobine et la concentration érythrocytaire moyenne en hémoglobine. Pour les animaux du Togo, sur lesquels l'hématocrite n'a pas pu être évalué, seule la teneur globulaire moyenne en hémoglobine a été calculée.

Les valeurs que nous présentons ont été calculées à partir de moyennes d'espèces et de races précédemment établies. Pour chaque catégorie, elles sont pratiquement identiques à celles qu'on obtient pour les divers sous groupes et peuvent donc être tenues pour valables pour l'ensemble de la population concernée.

1) Volume globulaire moyen

Le volume globulaire moyen exprime le rapport entre le volume globulaire total (hématocrite) ramené à 1 mm³ de sang et le nombre d'érythrocytes par mm³.

TABLEAU N° V

	Hématocrite rapporté à 1 mm ³	G.R./mm ³ en 10 ⁶	VGM en μ ³
Taurins Dakar	36,5.10 ⁷	8,12.10 ⁶	44,9
Zébus Dakar	37,8.10 ⁷	8,07.10 ⁶	46,8

Les taurins Ndama du Sénégal ont une valeur globulaire moyenne inférieure à celle des zébus Gobra mais les deux chiffres sont inférieurs à celui que rapporte SCHALM (17) pour les bovins européens : 52 μ³.

2) Teneur globulaire moyenne en hémoglobine

La teneur globulaire moyenne en hémoglobine est le rapport entre la quantité d'hémoglobine contenue dans 1 mm³ de sang et le nombre d'érythrocytes dans le même volume.

TABLEAU N° VI

	Hémoglobine x 10 ¹²	G.R. x 10 ¹¹	V.G. (μg)
Taurins Lomé	12,0	7,56	15,9
Taurins Dakar	11,1	8,12	13,6
Zébus Lomé	10,9	6,62	16,5
Zébus Dakar	11,8	8,07	14,6

Les bovins du Togo ont une valeur globulaire supérieure à celle des bovins du Sénégal.

3) Concentration érythrocytaire moyenne en hémoglobine

La concentration érythrocytaire moyenne en hémoglobine (C. E. M. H.) est la quantité d'hémoglobine contenue dans une unité de volume d'érythrocyte. Elle exprime le rapport entre la quantité d'hémoglobine contenue dans un volume donné de sang et le volume d'érythrocyte correspondant :

TABLEAU N° VII

	Taux Hb. g (en p. 100)	Hématocrite (en p.100)	C.E.M.H.
Ndama	11,1	36,5	30,4
Gobra	11,48	37,84	31,2

Les taurins et les zébus du Sénégal ont des C. E. M. H. comparables et voisines de celles des bovins européens (32,7).

CONCLUSION

Les érythrocytes des taurins et des zébus du Togo et du Sénégal ont une morphologie voisine de ceux des bovins des régions tempérées. Comme eux, ils présentent souvent une légère anisocytose et possèdent un très faible pouvoir d'agglutination qui rend les « images en rouleaux » très rares. Le sang des bovins d'Afrique est par contre toujours dépourvu de réticulocytes. Ces derniers et les formes immatures n'apparaissent que lors des érythropoïèses accélérées qui accompagnent les grandes anémies.

Comparativement aux bovins des régions tempérées, les valeurs moyennes des constantes sanguines des taurins et zébus du Sénégal et du Togo s'établissent comme indiqué au tabl. n° VIII.

L'influence de l'espèce et de la race est nette pour une partie des zébus togolais qui présente une *numération érythrocytaire* plus proche de celle des zébus d'Ouganda et de Madagascar que de celle des autres races de zébus et des taurins de l'Afrique tropicale de l'Ouest. De même, les *taux d'hémoglobine des zébus* se situent à deux niveaux différents : ceux du Gobra, du Maure, du zébu du Soudan, du Sokoto Gudali et du zébu de Madagascar qui sont nettement supérieurs à ceux du White-Fulani et du zébu d'Ouganda. L'*hématocrite* et les *valeurs de résistance globulaires* des zébus sont un peu plus élevés que ceux des taurins.

L'influence du sexe se traduit par une nette tendance des mâles castrés à présenter une numération érythrocytaire, un hématocrite et un taux d'hémoglobine plus élevé que les femelles et les mâles entiers.

L'influence de l'âge est significative pour l'*hématocrite* et le *taux d'hémoglobine* qui augmentent de la naissance à l'âge adulte puis diminuent ensuite progressivement. De même, mais de façon plus discrète, la *numération érythrocytaire* tend à baisser avec l'âge chez les taurins.

L'influence de la saison se traduit par

TABLEAU N° VIII

	Zébus du Sénégal	Zébus du Togo	Taurins du Sénégal	Taurins du Togo	Bovins de Régions tempérées (Schalm, 1971)
Numération érythrocytaire (hématicimètre sauf pour taurins du Sénégal)	G 7,87.10 ⁶ M 8,06.10 ⁶	6,62.10 ⁶	8,12.10 ⁶	7,56.10 ⁶	7.10 ⁶
Microhématocrite (p. 100)	M 36,8 p.100 G 37,8 p.100		36,5 p.1		35 p.100
Taux d'hémoglobine en g/ 100 ml.	M 11,6 g G 11,8 g	10,9 g	11,1 g	12,0 g	11 g
Résistance globulaire:HT HI	4,13 7,16	4,10 7,26	3,73 6,87	3,93 7,21	4,8 6,2
Volume globulaire moyen	46,8 μ ³		44,9 μ ³		52 μ ³
Teneur globulaire moyenne en hémoglobine	14,6 μg	16,5 μg	13,6 μg	15,9 μg	14 μg
Concentration érythrocytaire moyenne	31,2		30,4		32,7

G = Gobra ; M = Maure.

une diminution de la numération érythrocytaire et de l'hématocrite de la saison des pluies à la saison sèche. A l'inverse, la résistance globulaire maximale (H. T.) est plus élevée en sai-

son sèche. Le taux d'hémoglobine passe par un maximum en hivernage et au printemps. Il est plus faible en saison sèche et en post-hivernage.

SUMMARY

Biological characteristics of cattle erythrocytes in west African tropical area

The authors study the biological characteristics of Senegal and Togo cattle (*Bos taurus* and *Bos indicus*). Morphology, blood count, haematocrit, hemoglobin level, resistance of red blood corpuscles and Wintrobe's index are successively examined as also their variation according to species, breed, sexual condition, age and season. The results are compared with those of other cattle from Africa and temperate areas.

RESUMEN

Características biológicas de los eritrocitos de los bovinos de la zona tropical de Africa del Oeste

Los autores estudian las características biológicas de los eritrocitos de los bovinos (cebuas y taurinos) de Senegal y de Togo. Sucesivamente se examinaron la morfología, la numeración, el hematocrito, la tasa de hemoglobina, la resistencia globular y los índices de Wintrobe así como sus variaciones en función de la especie, de la raza, del estado sexual, de la edad y de la estación. Se comparan los resultados con los de otras poblaciones bovinas de Africa y de las regiones templadas.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (S. E. I.), OBEID (H. M.) et TARTOUR (G.). Serum enzyme activities and haematology of normal and diseased ruminants in the Sudan. *Acta Vet., Brno*, 1974, 43 : 225-235.
- AKAKPO (A. J. B.). Contribution à l'étude de l'hématologie des bovinos de l'Afrique de l'Ouest. Thèse Doct. vét. Dakar, 1976, n° 14.
- BEAUDRY (J. C.). Variations de certains paramètres sanguins du cheval et du bœuf au moment de l'abattage. Thèse Doct. vét. Lyon, 1974, n° 68.
- BYERS (J. H.), JONES (I. R.) et HAAG (J. R.). Blood hemoglobin values of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1952, 35 : 661.
- CHARPENTIER (J.) et BONHOMME (D.). Fac-

- teurs de variation de l'hématocrite des bovins. I. Hématocrite des veaux à 8 jours. II. Hématocrite des femelles adultes. *Annis Zootech.*, 1968, 17 : 321-326 et 327-335.
6. COURCEL (B.). Constantes biochimiques sanguines de la vache laitière. Thèse Doct. vét., Lyon, 1972, n° 18.
 7. DUMAS (R.), LHOSTE (P.). Les signes de l'âge chez le zébu. Étude des incisives de remplacement. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, 13 : 357-363.
 8. FRIOT (D.), CALVET (H.). Biochimie et élevage au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 26 : 75a-96a.
 9. GABE (M.). Techniques histologiques. Paris, Masson et Cie, 1968.
 10. GAULIER (R.). Étude biochimique, biophysique et cytologique du sang de zébus malgaches (animaux d'abattoir). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, 23 : 469-477.
 11. GILIBERT (J.). Evolution des incisives chez les zébus malgaches. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 : 115-123.
 12. HASSAN (Y. M.) et HELLER (H.). Observations of the blood composition in cattle and sheep in Sudan. I. Cellular blood elements. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1966, 7 : 1-9.
 13. HOLLMAN (H. H.), DEW (S. M.), BRACEWELL (C. D.). The blood picture in steers following oral dosing with *Dictyocaulus viviparus* and during a latent infection with virus pneumonia. *Brit. vet. J.*, 1967, 123 : 349-358.
 14. ODUYE (O. O.) et OKUNAIYE (O. A.). Études hématologiques chez les races bovines White Fulani et Ndama. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1971, 19 : 213-219.
 15. PAYNE (J. M.), DEW (S. M.), MANSTON (R.), FAULKES (M.). The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.*, 1966, 87 : 150-158.
 16. RULLIER (J.) et PARODI (A.). Laboratoire et diagnostic en médecine vétérinaire. Paris, Vigot Frères, 1968.
 17. SCHALM (O. W.). Veterinary hematology. Philadelphia, Lee and Febiger, 1971.
 18. SMITH (J. M.). The blood picture of normal zebu cows in Uganda. *Brit. vet. J.*, 1959, 115 : 89-96.
 19. VOHRADSKY (F.). Variations diurnes de la formule sanguine de vaches Shorthorn-Ouest-Africain, Ndama, Sokoto-Gudali au Ghana. *Acta Vet. Brno*, 1971, 40 : 387-395.
 20. VOHRADSKY (F.). Observations sur quelques constantes sanguines chez le bétail Frison anglais importé au Ghana. *Acta Vet. Brno*, 1974, 43 : 221-224.
 21. WYERS (M.). Normes hématologiques des animaux domestiques. *Bull. Ass. fr. Vét. Microbiol. Immunol. Spéc. Mal. Infect.*, 1973 (12) : 51-67.

Elevage de *Biomphalaria glabrata*, Say, au Laboratoire

par M. GRABER (*), J. EUZEBY et J. GEVREY

(avec la collaboration technique de M^{me} R. THOMASSET)

RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent une méthode d'élevage de *Biomphalaria glabrata*, Say, au laboratoire, méthode nécessitant l'emploi successif et, dans des conditions qui sont bien précisées, de bacs de ponte et de bacs de croissance.

Bien que concernant un Planorbe hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*, agent de la bilharziose intestinale humaine, les renseignements fournis présentent un certain intérêt en médecine vétérinaire, car ils peuvent, dans leur ensemble, être transposés à d'autres mollusques vecteurs de Trématodoses animales (Fasciolose, paramphistomose, bilharzioses à *Schistosoma bovis* et à *Schistosoma mattheei*) : *Limnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi*, Bulins appartenant aux genres *Physopsis*, *Bulinus* s. str. (toute la série polyploïde) et *Pyrgophysa*.

En outre, lorsque les conditions climatiques s'y prêtent, cette méthode, simple et pratique, permet de disposer constamment, et quelle que soit la saison, d'importantes populations de *Biomphalaria glabrata* destinées à diverses recherches d'ordre général, notamment des essais de molluscicides et la lutte biologique contre les mollusques vecteurs, recherches qui intéressent à la fois la médecine humaine et la médecine vétérinaire tropicale notamment.

Dans le cadre d'un contrat D. G. R. S. T. concernant la lutte biologique contre *Biomphalaria glabrata*, Say, vecteur à la Guadeloupe de la bilharziose humaine à *Schistosoma mansoni*, le Laboratoire de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon a été chargé plus spécialement d'étudier l'action prédatrice des crustacés et de certains poissons vivant dans les régions tropicales.

Avant d'entreprendre quoi que ce soit, il importait de créer un élevage de mollusques capable de fournir en permanence des individus de toute taille et de tout âge.

Cet élevage, en outre, devait être simple,

peu onéreux et immobiliser le moins possible le personnel chargé de sa surveillance.

Les résultats obtenus étant susceptibles d'intéresser les chercheurs aux prises avec les mêmes problèmes, il a paru utile de les rapporter ici.

MATERIEL ET METHODE

Il existe actuellement de nombreuses méthodes d'élevage mettant en jeu des techniques différentes :

— Grands bacs de 750 l reproduisant le plus fidèlement possible le milieu aquatique naturel. Ils sont disposés à l'extérieur sous un simple auvent et sont exposés aux vents dominants (1).

— Locaux fermés, spécialement aménagés à l'extérieur du laboratoire pour abriter des

Contrat D. G. R. S. T. : Equilibres et luttes biologiques.

(*) Chaire de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Marcy l'Etoile, 69260 Charbonnières les Bains.

bacs de grande capacité, de 110 à 650 l (13, 28).

— Aquarium de moins de 50 l (5 à 45 l) recevant (16, 22, 23) ou non (3, 4, 20, 29) un équipement plus ou moins sophistiqué. Ces récipients, en général peu encombrants, sont placés sur des tables, sur des étagères accrochées aux murs ou dans des armoires ouvertes exposées à la lumière.

Compte tenu des conditions climatiques régnant dans la région lyonnaise et des moyens financiers mis à notre disposition, il n'était pas question d'utiliser l'une ou l'autre des deux premières techniques.

Aussi, dans l'enceinte même du laboratoire, une pièce spéciale a-t-elle été aménagée. Mesurant 40 m², elle est orientée Nord-Sud et reçoit la lumière grâce à une grande fenêtre donnant côté Nord. Côté Sud, l'éclairage est assuré par une porte constamment ouverte sur un petit bureau très ensoleillé en toutes saisons.

Un chauffage central par radiateur permet de maintenir une température supérieure à 20 °C de novembre à avril.

A l'intérieur de la salle d'élevage, sont disposées trois rangées parallèles de tables supportant des aquariums de verre à monture métallique, d'une capacité allant de 20 à 170 l. Une plaque de verre montée sur supports de caoutchouc les protège de la poussière.

La température de l'eau est fonction du milieu ambiant. Lorsqu'elle a tendance à baisser à l'automne ou au début du printemps, on immerge dans chaque bac une résistance électrique durant quelques heures. De cette façon, la température moyenne journalière demeure comprise entre 22 et 23 °C de janvier à mai et entre 21 et 23 °C de septembre à décembre. Durant l'été, les fenêtres de la salle d'élevage demeurant ouvertes, elle oscille entre 22 et 25 °C.

L'eau utilisée est celle du robinet. Comme elle renferme un peu de chlore, on la neutralise à la Contra-Chlorine.

Un filtre aspirateur « Eheim » à circulation continue et pourvu d'un filtre à charbon de bois permet de purifier l'eau qui est rejetée dans le bac à l'aide d'une rampe percée de trous, ce qui assure la bonne oxygénation du milieu. Quand les mollusques sont nombreux dans le bac, on ajoute deux pompes de type

« Belbul » munies chacune d'un tuyau de plastique terminé par un « sucre » qui plonge jusqu'au fond du récipient.

Le bac est nettoyé toutes les fois que l'eau se charge trop abondamment de matières organiques en décomposition (cadavres de mollusques en particulier), c'est-à-dire, selon l'importance des populations et la saison, tous les deux ou trois mois. L'eau est filtrée sur gaze et sur tamis à mailles très fines, de manière à recueillir le plus grand nombre possible de jeunes mollusques. On évite d'ailleurs, autant que faire se peut, de procéder à cette opération lorsque les jeunes, nouvellement éclos, sont nombreux dans l'aquarium. Des feuilles de laitue crue sont distribuées tous les 2 ou 3 jours. Les autres variétés de salades, les scaroles d'hiver notamment, sont moins bien consommées : elle ne le sont que dans la mesure où elles parviennent à se décomposer partiellement dans l'eau, ce qui demande un certain temps.

RESULTATS

Deux cent quarante *Biomphalaria glabrata* adultes ont été ramenés de Guadeloupe en décembre 1972. Ils ont été immédiatement répartis dans deux bacs de 170 l et l'évolution de la population a été suivie sur une période de 13 mois.

En mai 1973, il existait dans les aquariums 2 770 individus de toute taille, soit 11,5 fois plus que la population initiale.

Cette population est alors dédoublée dans deux autres bacs de 170 l et dans un bac de 90 l.

En octobre 1973, 8 220 mollusques ont été dénombrés dans les cinq aquariums en service, soit 34,2 fois plus qu'en décembre 1972 et, en février 1974, 9 060 individus, soit 37,7 fois plus.

En 13 mois, chaque *Biomphalaria* a donné naissance à 36 individus nouveaux.

Quelques observations ont été faites sur la reproduction de *Biomphalaria glabrata* au laboratoire.

Les mollusques, après autofécondation ou accouplement, pondent sur les surfaces lisses de l'aquarium, de préférence dans les zones

les moins exposées à la lumière, c'est-à-dire dans les angles. La plupart du temps, les pontes sont déposées sur les parties hautes, à partir de 15-20 cm du fond. D'un diamètre variant entre 4 et 8 mm, elles sont plates, ovalaires, jaunâtres et renferment un nombre variable d'œufs serrés les uns contre les autres, par rangs de 1 à 4. Elles sont entourées d'une capsule élastique résistante, ce qui permet de les détacher facilement de la paroi.

Dans un aquarium où est rassemblée une importante population (800 à 1 000) d'âge égal, le nombre de pontes augmente régulièrement pendant 12 jours avant d'atteindre un pallier et cette période de ponte maximale dure une semaine. Puis, le nombre de pontes émises diminue progressivement durant une douzaine de jours. Ultérieurement, une nouvelle population en âge de se reproduire s'ajoutant à la population initiale, le pallier de ponte maximale a tendance à s'allonger (10-12 jours).

Le développement des œufs est sujet à d'amples variations : ainsi 20 *Biomphalaria* adultes de 18 mm de diamètre sont placés dans un aquarium de 20 l le 29-4-1974. Ils se mettent à pondre aussitôt, la température étant constamment maintenue entre 22 et 23 °C. Les pontes éclosent en 7-10 jours et de nombreux jeunes *Biomphalaria* sont visibles sur les parois du récipient. On retire alors les adultes. Un mois après l'éclosion, les jeunes sont déposés dans un autre aquarium. Ils grossissent peu à peu et se mettent à pondre à partir du 12 juillet.

D'œuf à œuf, il s'écoule donc un peu plus de deux mois. Dans ces conditions, il est possible d'obtenir chaque année six générations de *Biomphalaria*, ce qui confirme les observations de BRUMPT (3).

Toutefois ce n'est pas une règle générale et, dans certains cas, ce laps de temps peut être réduit à quatre ou cinq semaines : c'est ce que nous avons observé à trois reprises au cours des mois d'août 1974, 1975 et 1976.

COMMENTAIRES

Par cette méthode, on obtient, au mieux 10 000 mollusques par an, ce qui s'est révélé suffisant pour mener à bien les essais de lutte biologique entrepris en 1974 et 1975 avec l'écrevisse américaine, *Cambarus affinis*.

Toutefois, dans cet élevage, le rendement œufs/mollusques s'avère extrêmement faible, sans aucune mesure avec les excellents résultats enregistrés ailleurs (24).

On sait, en effet, que la longévité d'un *Biomphalaria* (*) est d'environ 15-18 mois et qu'il est capable d'émettre chaque mois 20 pontes de 50-80 œufs, soit un total de 14 à 18 000 œufs (3, 10) durant toute son existence. Le pourcentage d'éclosion dépasse 80 p. 100. Dans ces conditions, le nombre de mollusques comptés à la fin de la période d'observation de 13 mois aurait dû être beaucoup plus élevé.

Aussi, avons-nous cherché à mieux préciser les facteurs susceptibles d'influer sur les élevages de mollusques au laboratoire. Malgré toutes les recherches entreprises (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 24, 25), on les connaît encore assez mal. Ce sont :

1. DES FACTEURS ABIOTIQUES

1.1. La température

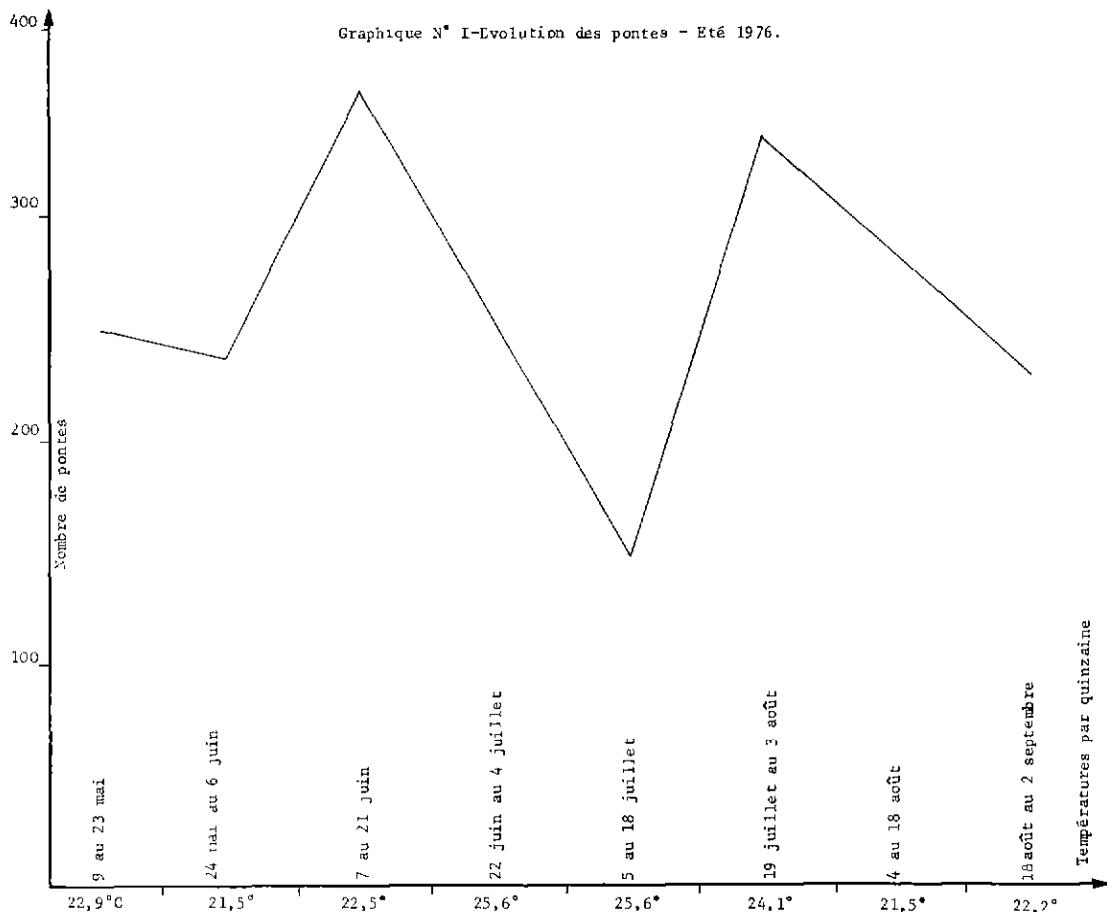
On admet que, pour tous les mollusques vecteurs, la température moyenne optimale de l'eau se situe entre 20 et 26 °C.

Pour *Bulinus (Physopsis) globosus* et pour *Bulinus truncatus*, la reproduction est parfaitement assurée entre 20 et 25 °C, l'optimum se situant autour de 25 °C.

Pour *Biomphalaria pfeifferi*, le développement des populations est rapide à 25 °C. Il baisse à 19 °C. Il est très faible à 30 °C. Sur le terrain, ce mollusque ne semble pas supporter des températures supérieures à 28 °C, ce qui, dans les régions chaudes et sèches d'Afrique tropicale, limite son aire d'implantation.

Biomphalaria glabrata (3, 26) résiste à des températures plus élevées de l'ordre de 35-37 °C, à condition qu'elles ne soient pas constantes. A 35 °C, les mollusques cessent de se multiplier. A 30 °C, la reproduction est fortement perturbée : les pontes sont peu nombreuses mais les éclosions s'effectuent rapidement et la croissance des jeunes est accélérée.

(*) Lorsque l'eau des bacs est trop riche en matières organiques, la longévité est ramenée à moins de 12 mois.



A 15-20 °C, les mollusques s'alimentent mal et se reproduisent difficilement. Le développement des jeunes est fortement ralenti.

Les températures élevées régnant dans la région lyonnaise à la fin du printemps et au début de l'été 1976 ont permis de faire quelques observations intéressantes. Les pontes déposées par des *Biomphalaria* (1 000 individus environ) dans les angles de deux grands aquariums ont été comptées régulièrement une fois par semaine et la température journalière de l'eau soigneusement relevée. Des moyennes ont été établies par quinzaine. Les résultats figurent au graphique n° 1.

A partir du 15 juin, la température des deux bacs augmente brutalement passant de 22 °C à 25 °C, pour atteindre 27 °C entre le 2 et le 7 juillet, puis elle se maintient autour de 26 °C jusqu'au 19 juillet. On assiste, durant cette période, à une diminution du nombre de pontes de l'ordre de 50 p. 100. A 27 °C, un certain nombre de *Biomphalaria* adultes meurent et

on retrouve leurs coquilles vides flottant à la surface de l'eau.

A partir du 20 juillet, la température baisse et le nombre de pontes remonte sensiblement pour revenir peu à peu au niveau atteint à la fin mai-début juin.

Il apparaît donc qu'une température dépassant régulièrement les 25 °C pendant plus d'un mois est déjà néfaste à la reproduction des mollusques, alors que normalement (infra, graphique n° 2), à cette période de l'année et pour une température de 23-25 °C, le nombre de pontes est maximal.

Il est donc inutile de maintenir dans les aquariums une température trop élevée et, dans les conditions de notre élevage, elle se situe, selon la saison, entre 21 et 25 °C.

1.2. La lumière

Son rôle est encore mal connu (24). Classiquement, on considère que la lumière inter-

vient de façon indirecte sur la croissance de la flore et de la faune nécessaires à la nourriture des mollusques.

Récemment, des essais effectués par JOY (14) ont apporté quelques données nouvelles. La lumière n'a pratiquement pas d'influence sur la croissance des *Biomphalaria*. En revanche, les rayons infra-rouges augmentent le nombre de pontes nocturnes, si le temps d'exposition est de 12-14 heures de lumière et de 10-12 heures d'obscurité. Les pontes diminuent pour 14 heures de lumière et 10 heures d'obscurité.

1.3. Le Ph

Le rôle du Ph est négligeable, les mollusques supportant, en effet, des Ph compris entre 4,8 et 9,8. Le Ph de l'eau utilisée à Lyon est voisin de la neutralité (7,4).

1.4. Minéralisation

Au laboratoire, la minéralisation n'intervient que comme facteur alimentaire dans l'élaboration de la coquille. Les besoins des *Biomphalaria* sont de 0,25 g p. 1 000 de chlorure de sodium et de 0,05 g p. 1 000 de phosphate de calcium.

Dans les eaux non minéralisées, l'élevage des Planorbes est impossible et la carence des eaux en calcaire se traduit par des dystrophies de la coquille sous forme de plaques érosives blanchâtres, nacréées et situées, en général, au centre de celle-ci. Bien que l'eau distribuée dans la région lyonnaise soit fortement chargée en sels de calcium, des érosions de ce type ont été observées à plusieurs reprises dans les bacs d'élevage, mais elles ne sont pas constantes et touchent les individus les plus âgés.

Pour vérifier l'hypothèse d'un manque de calcium, plusieurs centaines de jeunes mollusques ont été placés dans un aquarium rempli d'eau provenant d'une source connue pour être particulièrement riche en sels de calcium dissous. Au bout de 6 mois, on note sur les exemplaires les plus gros l'apparition de taches érosives, comme avec l'eau du robinet. Peut-être, faut-il admettre avec BRUMPT (3) que les corrosions de la coquille sont liées aux « habitudes grégaires des *Biomphalaria*, les individus de cette espèce pouvant, dans cer-

taines circonstances (*), s'agglomérer les uns aux autres et attaquer les coquilles de leurs congénères » qui, une fois atteintes, sont envahies plus facilement par les algues, des champignons ou des bactéries.

1.5. L'oxygénation, à partir des filtres aspirateurs « Eheim », est suffisante, les besoins en oxygène des mollusques vecteurs étant relativement faibles (7).

On a préconisé, pour assurer une bonne oxygénation, l'introduction dans les aquariums de diverses plantes aquatiques : *Vallisneria spiralis*, *Sagittaria*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum japonicum* et surtout *Ludwigia palustris* (18, 24, 25).

En réalité, ces plantes servent principalement à recueillir les pontes qui ne sont alors plus décrochées par les mollusques en mouvement sur les parois de l'aquarium, comme cela arrive assez souvent.

La présence de plantes aquatiques ne peut se concevoir que dans la mesure où une nourriture artificielle est donnée aux mollusques, le grand développement qu'elles prennent souvent gênant la distribution en quantité suffisante des feuilles de laitue à la surface des bacs.

1.6. La richesse de l'eau en matières organiques joue également un rôle important. La limite de tolérance des mollusques vecteurs est très grande, surtout lorsqu'il s'agit de matières organiques d'origine végétale. A titre d'exemple, il a été trouvé, en février 1974, dans des bacs où vivaient, depuis plus de deux mois, d'importantes colonies de mollusques, les quantités suivantes (**):

— *Bulinus* sp. (Ethiopie) : 7,2 mg/l.

— *Limnaea natalensis* (Tchad, Ethiopie) : 6,2 mg/l.

— *Biomphalaria pfeifferi* (Ethiopie) : 6,2 mg/l.

— *Biomphalaria glabrata* (Guadeloupe) : 6,8 mg/l.

(*) Lorsque les bacs sont très riches en matières organiques, que les salades en cours de décomposition s'accumulent dans les angles ou, quand au moment du nettoyage des aquariums, on remplace l'eau à 23 °C par de l'eau à 16-17 °C.

(**) Résultats exprimés en mg d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques contenues dans un litre d'eau. Celle-ci est considérée comme polluée à partir de 4 mg/l.

Après nettoyage et vidange des bacs, à partir de populations de même importance, on observe un mois plus tard :

— *Biomphalaria glabrata* : 5,6 mg/l.

— *Biomphalaria pfeifferi* : 4,5 mg/l.

— *Limnaea natalensis* : 2,3 mg/l.

Ce sont les *Biomphalaria* morts, beaucoup plus que leurs déjections, qui provoquent la pollution accélérée de l'eau. Il importe donc de surveiller attentivement les élevages et d'éliminer systématiquement tous les cadavres qui, avant de tomber au fond du récipient, flottent pendant quelque temps à la surface.

D'ailleurs, en cas de pollution trop accusée, les mollusques ont tendance à se regrouper à la surface et à quitter le bac.

Comme il a été dit plus haut, les bacs de 90 et 170 l sont nettoyés tous les 2 ou 3 mois et les bacs de 20 l tous les 15 jours. Pour apprécier le degré de pollution, le meilleur test est celui de la couleur de l'eau : lorsqu'elle prend une coloration brunâtre (« comme du purin »), et que les pontes dans les angles deviennent invisibles, tant à la lumière du jour qu'à la lumière électrique, il est urgent de changer l'eau.

Parfois, dans l'aquarium, il se produit un trouble passager sous forme d'un voile verdâtre : il n'a aucune signification (22).

1.7. La profondeur de l'eau

Elle influe sur le comportement et la survie de jeunes *Biomphalaria* de moins de 15 jours (25). Leurs besoins respiratoires sont supérieurs à ceux des adultes et, de ce fait, ils sont obligés de remonter fréquemment à la surface. Ils ne peuvent descendre au-delà de 20 cm, sinon ils périssent d'asphyxie.

2. DES FACTEURS BIOTIQUES

2.1. L'alimentation

« Les mollusques vecteurs sont des phytophages dans le cadre d'un régime alimentaire omnivore » (7). Ils se contentent de ce qu'ils trouvent : phanérogames, cryptogames, mousses, lichens, algues, flore microscopique.

Au laboratoire, on utilise, la plupart du

temps, des feuilles de laitue crues ou cuites (*), les premières étant, en général, préférées aux secondes (5). Les *Biomphalaria* sont friands de cette nourriture qu'ils consomment continuellement et en grande quantité, en moyenne le quart de leur poids en 24 h (7).

On peut également distribuer d'autres aliments d'origine végétale : orties, feuilles de chou-fleur cuites, germes de blé chauffés à 120 °C, pousses d'endives crues, cresson de fontaine, feuilles d'épinard ébouillantées, ainsi que, dans les pays tropicaux, des feuilles cuites d'*Eichhornia crassipes* et d'*Ipomea reptans*. Les matières organiques en décomposition (feuilles d'arbres, bois) sont aussi très appréciées.

A certaines époques de l'année (hiver), l'administration de laitue devient très onéreuse et, pour diminuer les coûts, on a cherché à la remplacer par des aliments artificiels renfermant surtout des protides et des vitamines.

L'aliment de STANDEN (25) est à base de germe de blé, de laitue séchée en poudre, de poudre de lait et d'alginate de sodium. Le mélange subit une préparation spéciale et se présente sous l'aspect de feuilles minces qui restent à la surface de l'eau et sont, de ce fait, accessibles aux jeunes mollusques.

MOORE et collab. (18) remplacent la laitue par des algues et ajoutent une petite quantité d'une préparation commerciale destinée à la nourriture des poissons d'aquarium.

A l'alginate de sodium, ERIKSON et collab. (12) substituent du talc, car, selon eux, la présence d'alginate provoque une diminution de la ponte, des retards de croissance chez les jeunes et une moindre résistance des coquilles.

D'autres mélanges ont été préconisés à base de provendes pour rats, pour chiens, pour cobayes et pour poissons.

Ces aliments sont distribués chaque jour en une ou deux fois, selon la taille des mollusques et l'importance des populations vivant dans les aquariums. Les quantités réparties doivent être rigoureusement dosées, sinon on risque de polluer le bac. Comme ce n'est guère facile, on préfère compléter cette nourriture par des

(*) Selon certains auteurs, les *Biomphalaria* exclusivement sur laitue pondent moins d'œufs que ceux qui reçoivent des aliments concentrés.

feuilles de laitue qui servent alors d'aliment d'appoint (20).

Quel que soit le mode d'alimentation (laitue ou aliments concentrés), le régime doit comporter également de petits organismes vivants, notamment des algues, qui, dans les aquariums, se développent abondamment d'avril à octobre. La présence d'algues vertes est absolument nécessaire à la croissance des jeunes, les 15 premiers jours de leur existence surtout. Ce problème a retenu l'attention de tous ceux qui ont à leur charge un élevage de mollusques et différentes solutions ont été proposées pour assurer un apport maximal d'algues microscopiques : cultures d'*Oscillatoria* dans les récipients où vivent les Planorbes ou adjonction de poudre d'algues en hiver quand la reproduction de ces organismes cesse, ce qui est le cas à Lyon.

2.2. Fluctuation saisonnière des populations

Les pontes accrochées aux parois du bac (surfaces planes et angles) ont été comptées chaque jour dans un aquarium de 170 l ensemencé avec 125 *Biomphalaria glabrata*. Les moyennes mensuelles ont été établies et reproduites sur le graphique n° 2.

Dans cet élevage, le rythme de reproduction est bien marqué : faible durant l'automne et l'hiver, le nombre de pontes journalières s'accroît sensiblement à partir d'avril. Il est en mai 3,6 fois supérieur à ce qu'il était en février-mars et il se maintient à un niveau élevé jusqu'à la mi-septembre-début octobre.

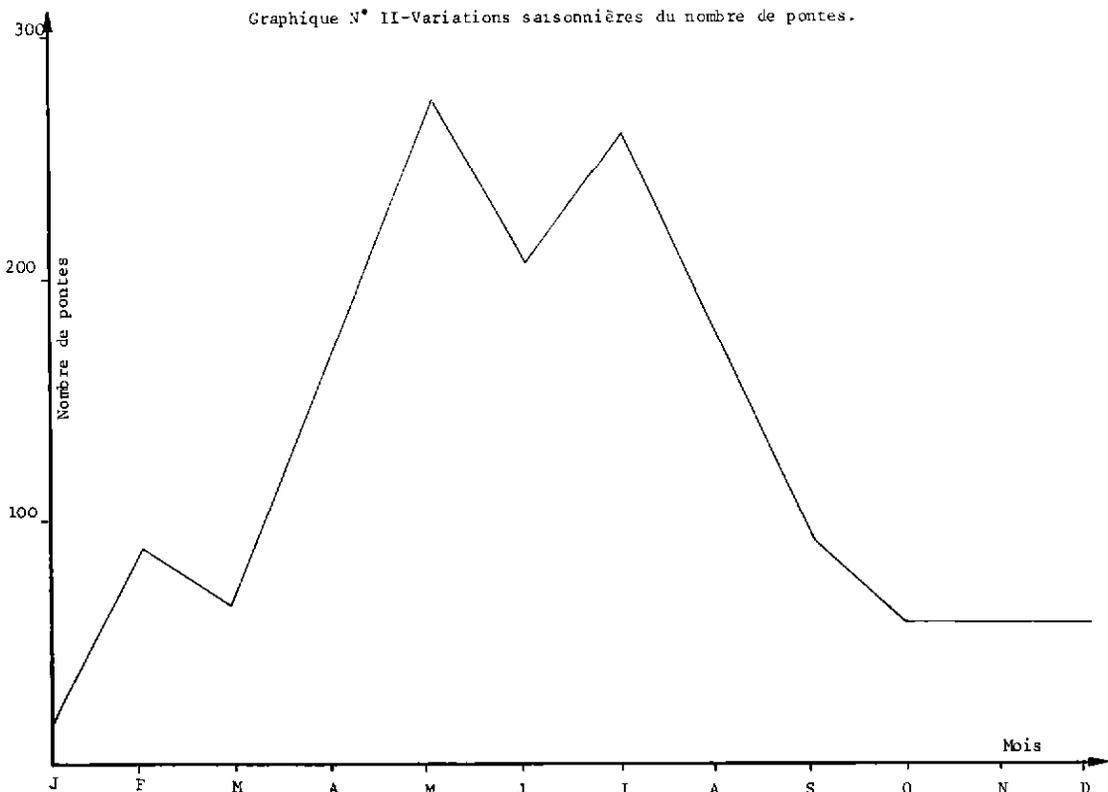
Au laboratoire, la reproduction des *Biomphalaria* s'étale donc sur toute l'année avec un maximum estival et un minimum hivernal.

Cette situation n'est guère favorable, car la production de mollusques est discontinuée et, en raison du « trou » hivernal, certains essais de lutte biologique qui mettent en jeu un nombre élevé de mollusques (de 1 000 à 1 500) risquent, de février à juin, d'être fortement ralentis, voire interrompus.

2.3. La surpopulation

Dans le même bac d'élevage qui a servi aux observations précédentes, ont été décomptés :

- Au départ, le 7-1-1973, 125 *Biomphalaria* adultes.
- Le 15-5-1973 (décompte n° 1), 500 individus, soit 4 fois plus.
- Le 15-10-1973 (décompte n° 2),



2 230 mollusques, soit 17,8 fois plus. La mortalité est de 84 individus (les plus âgés), soit 3,9 p. 100.

— Le 31-1-1974 (décompte n° 3), 2 500 *Biomphalaria*, soit 25 fois plus. La mortalité est de 326 individus, soit 13 p. 100.

Entre le décompte 1 et le décompte 2, la population est multipliée par 4,4 et, entre le décompte 2 et le décompte 3, par 1,1.

La population du bac qui s'est accrue très rapidement et dans les mêmes proportions entre janvier et mai et entre mai et octobre, demeure stagnante entre octobre et février.

Outre la diminution de nombre de pontes journalières au cours de la période hivernale (voir supra), il faut incriminer également la surpopulation de l'aquarium. Connu depuis le milieu du siècle dernier sous le nom d'« Overcrowding effect », ce phénomène a été décrit à de nombreuses reprises (2, 3, 4, 10, 27, 30).

Dans les bacs d'élevage, l'effet de surpopulation se traduit par une diminution sensible de la fécondité des mollusques portant à la fois sur le nombre global d'œufs et sur le nombre d'œufs par ponte et par un ralentissement de la croissance des jeunes avec des coquilles de moindre taille.

En outre, les pontes déposées sur les parois du récipient peuvent être, avant éclosion, décrochées par les adultes en surnombre qui sont capables, dans certains cas, de dévorer les jeunes nouvellement éclos.

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer ce phénomène : rythmes biologiques fortement perturbés avec comme conséquences modifications profondes des habitudes alimentaires et des dépenses d'énergie des mollusques (4) ; présence dans l'eau des aquariums d'une phéromone ou de diverses substances toxiques provenant de la décomposition de la nourriture ou des déjections, substances qui ne sont, d'ailleurs, pas stables et qui peuvent être éliminées en changeant l'eau des bacs régulièrement (30) : manque d'oxygène et alimentation insuffisante (10, 20) ; épuisement de l'oxygène dissous dans une eau qui n'est pas suffisamment renouvelée.

En réalité, des études récentes (27) montrent que l'effet de surpopulation joue aussi lorsqu'un petit nombre de mollusques est entretenu dans un espace restreint et que, pour se multiplier et se développer normalement, le mollusque

doit disposer d'un volume d'eau minimal et d'une surface convenable.

Pour *Bulinus tropicus* et *Bulinus truncatus*, on estime le volume à 100 ml par mollusque, un peu moins pour *Bulinus forskalii*. Pour les *Planorbidae*, de plus grande taille comme *Biomphalaria glabrata*, les meilleurs résultats ont été obtenus avec 200 ml par individu (2, 21).

MODIFICATIONS APORTEES A LA TECHNIQUE D'ELEVAGE

Compte tenu de toutes ces observations, il est apparu nécessaire, au cours de l'automne 1974, d'apporter à la méthode d'élevage un certain nombre de modifications en utilisant des bacs de ponte et des bacs de croissance dans les conditions suivantes :

1) Dans des cristallisoirs de verre de 15-20 l, on dépose 15 *Biomphalaria* de 15 à 22 mm de diamètre. Les bacs exposés à la lumière sont régulièrement chauffés et la température de l'eau oscille entre 22 et 23 °C. De la salade fraîche est distribuée en abondance et, deux fois par semaine, on ajoute une pincée d'algues en poudre.

Les mollusques qui jouissent ainsi de conditions de température et d'alimentation optimales se mettent à pondre rapidement et massivement. Une dizaine de jours plus tard, quand le nombre de pontes sur les parois atteint 150 et avant que les œufs n'éclosent, on retire les *Biomphalaria* et on nettoie le récipient.

Les pontes évoluent peu à peu. Elles donnent naissance à des jeunes qui ne sont plus gênés par les adultes et trouvent dans le milieu les algues nécessaires à leur développement. La faible hauteur des cristallisoirs (15 cm) leur permet, en outre, de venir respirer à la surface plus facilement que dans les aquariums de plus grande capacité. De cette façon, les pertes sont minimales.

L'eau est changée toutes les 2 ou 3 semaines.

Selon les besoins et les possibilités de stockage, onensemence un nombre plus ou moins important de bacs.

2) Dès que les coquilles mesurent 5 mm de diamètre, les *Biomphalaria* sont mis dans des aquariums de 90 et 170 l, à raison de 450-500 individus dans le premier cas et de 850-900 dans le second : on évite ainsi l'effet de surpopulation. La nourriture est à base de

poudre pour poissons et de salade fraîche à volonté. On immerge, selon la capacité des bacs, un ou deux bâtons de craie. La température est maintenue régulièrement entre 22 et 25 °C. Le nettoyage a lieu tous les deux mois : dans l'intervalle on aspire le plus gros des déjections à l'aide d'un tuyau de plastique que l'on promène doucement au fond de l'aquarium.

Ce système inspiré de méthodes couramment utilisées dans les laboratoires se livrant à l'élevage des mollusques vecteurs (18, 22, 23) permet de disposer :

— Dans les grands aquariums, de réserve d'environ 4 500 à 5 000 individus pouvant être immédiatement utilisés dans les essais de lutte biologique.

— Dans les cristallisoirs, d'un nombre de jeunes suffisant pour remplacer, dans un délai très court, les populations précédentes et en assurer ainsi le renouvellement régulier, quelle que soit la saison.

CONCLUSIONS

L'élevage de *Biomphalaria glabrata*, Say au laboratoire ne présente pas de difficultés insurmontables, à condition de respecter certaines

règles et d'assurer au mieux les besoins essentiels des mollusques.

Cependant, lorsque des populations importantes comportant des individus d'âge différent sont entretenues dans des bacs de 90-170 l, le rendement des élevages n'est pas toujours satisfaisant. Trois facteurs limitants interviennent : la surpopulation, le rythme de reproduction des Planorbes, maximal en été, minimal en hiver et la mortalité élevée des jeunes nouvellement éclos.

Pour éviter ces inconvénients, il est recommandé :

— de retirer les adultes après le dépôt des pontes, de faire éclore séparément les jeunes dans des bacs de 20 l bien aérés et chauffés régulièrement et de leur fournir en abondance une nourriture à base d'algues en poudre ;

— de stocker les individus de plus de 5 mm de diamètre, ainsi que les adultes, dans des aquariums de plus grande capacité, à raison de 450-500 individus pour 90 l d'eau et de 850-900 pour 170 l. Ils seront entretenus selon les règles habituelles en prenant soin, toutefois, de compléter l'alimentation à base de feuilles de laitue fraîche par une distribution régulière de provende pour poissons.

SUMMARY

Maintenance and breeding of *Biomphalaria glabrata*, Say, in laboratory

A method is described for laboratory culture of *Biomphalaria glabrata*, Say, the intermediate host of *Schistosoma mansoni*.

The adult and young mollusc's requirements for maintenance in captivity are discussed (aquaria, aeration, light, feeding, water pollution).

The authors study the overcrowding phenomenon and the seasonal variations of *Biomphalaria glabrata* populations characterized by a high rate of reproduction in summer and a low one in winter.

To avoid these restricting factors, they propose a single and practical solution.

RESUMEN

Crianza de *Biomphalaria glabrata* Say, en laboratorio

Los autores describen un método de crianza de *Biomphalaria glabrata* Say en laboratorio, método necesitando el empleo sucesivo, y en condiciones bien precisadas, de cubetas de postura y de cubetas de crecimiento.

Aunque concerniendo un hiesped intermediario de *Schistosoma mansoni*, agente de la bilharziosis intestinal humana, las informaciones obtenidas presentan un cierto interés en medicina veterinaria, porque pueden, en su conjunto, ser transpuestas a otros moluscos vectores de trematodosis animales (Fasciolosis, paramfistomosis, bilharziosis con *Schistosoma bovis* y *Schistosoma mattheei*) *Limnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi*, bulinos perteneciendo a los generos *Physopsis*, *Bulinus* s. str. (toda la serie poliploida) y *Pyrgophysa*.

Además, cuando las condiciones climáticas son favorables, dicho método, simple y práctica, permite tener constantemente, cualquiera que sea la estación, importantes poblaciones de *Biomphalaria glabrata* destinadas a varias investigaciones generales, particularmente los ensayos de helícosos y la lucha biológica contra los moluscos vectores, investigaciones que interesan a la vez la medicina humana y la medicina veterinaria tropical.

BIBLIOGRAPHIE (*)

1. BIRGI (E.), GRABER (M.). Mollusques pulmonés d'eau douce basommatophores vecteurs au Tchad des affections parasitaires du bétail. Possibilités d'élevage au Laboratoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (3) : 393-408.
2. BRENES (E.), RADKE (M. G.), RITCHIE (L. S.). Effects of crowding on *A. glabratus* as observed under laboratory conditions. *J. trop. Med. Hyg.*, 1958, **7** (2) : 242.
3. BRUMPT (E.). Mission E. BRUMPT et L. Ch. BRUMPT au Vénézuéla. Observations biologiques diverses concernant *Planorbis (Australorbis) glabratus*, hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*. *Anns. Parasit. hum. comp.*, 1941, **18** (1/3) : 9-45.
4. CHERNIN (E.), MICHELSON (H.). Studies on the biological control of *Schistosoma*-bearing snails. III. The effects of population density on growth and fecundity of *A. glabratus*. *Am. J. Hyg.*, 1957, **65** (1) : 57-70.
5. COWPER (S. G.). Some notes on the maintenance and breeding of *Schistosoma* vectors in Great Britain, with special reference to *Planorbis guadeloupensis*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1946, **40** (2) : 163-170.
6. DESCHIENS (R.). Les facteurs conditionnant l'habitat des mollusques vecteurs de bilharzioses. Leurs incidences épidémiologiques. I. : Généralités, facteurs physiques. *Anns. Inst. Pasteur, Paris*, 1957, **92** (5) : 576-585.
7. DESCHIENS (R.). Les facteurs conditionnant l'habitat des mollusques vecteurs de bilharzioses. Leurs incidences épidémiologiques. II. : Facteurs chimiques. Nutrition. *Anns. Inst. Pasteur, Paris*, 1957, **92** (5) : 711-727.
8. DESCHIENS (R.). Les facteurs conditionnant l'habitat des mollusques vecteurs de bilharzioses. Leurs incidences épidémiologiques. III. : Flore et faune des gîtes, ennemis naturels, maladies, compétitions, fluctuations. *Anns. Inst. Pasteur, Paris*, 1957, **93** (1) : 1-12.
9. DESCHIENS (R.). Les facteurs conditionnant l'habitat des mollusques vecteurs de bilharzioses. Leurs incidences épidémiologiques. IV. Constantes physiologiques de la reproduction et particularités en fonction des espèces. Conclusions. *Anns. Inst. Pasteur, Paris*, 1957, **93** (2) : 153-167.
10. ETGES (F. J.). Laboratory studies on the effect of crowding upon fecundity of *A. glabratus*. *Parasitology*, 1963, **49** (5, Sect. 2) : 24-25.
11. ETGES (F. J.), RITCHIE (L. S.). Comparative observations on growth rate and reproduction of *A. glabratus* in field and laboratory conditions. *Bull. Wild. Hlth. Org.*, 1966, **34** (6) : 963-966.
12. ERIKSON (D. G.), RITCHIE (L. S.), CALDWELL (D. R.). Growth and reproduction of *A. glabratus* fed alginated food. *Parasitology*, 1961, **47** (4, Sect. 2) : 50.
13. GRETILLAT (S.). Rapport I. E. M. V. T.-Laboratoire Elevage Dakar Hann, Sénégal, 1964, 17 p.
14. JOY (J. E.). The influence of day length upon the egg-laying of *Biomphalaria glabrata*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1971, **65** (4) : 573-578.
15. LAGRANGE (E.). Fécondité et régime d'*Australorbis glabratus*. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1957, **50** (5) : 804-811.
16. LEE (C. L.), LEWERT (R. M.). The maintenance of *Schistosoma mansoni* in the laboratory. *J. infect. Dis.*, 1956, **99** (1) : 1-14.
17. MICHELSON (E. H.). The effects of temperature on growth and reproduction of *Australorbis glabratus* in the laboratory. *Am. J. Hyg.*, 1961, **73** (1) : 66-74.
18. MOORE (D. V.), THILLET (C. J.), CARNET (D. M.), MELENEY (H. E.). Experimental infection of *Bulinus truncatus* with *Schistosoma haematobium*. *Parasitology*, 1953, **39** (2) : 215-221.
19. RIPSON (C. A.). Reduction of the time factor in rearing *Australorbis glabratus*. *Am. Midl. Nat.*, 1949, **42** (3) : 757-758.
20. RITCHIE (L. S.), BERRIOS-DURAN (L. A.), DEWEESE (R.). Biological potentials of *Australorbis glabratus* : growth and migration. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1963, **12** (2) : 264-268.
21. RITCHIE (L. S.), HERNANDEZ (A.), ROSA-AMADOR (R.). Biological potentials of *Biomphalaria glabrata* : life-span and reproduction. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1966, **15** (4) : 614-617.
22. ROWAN (W. B.). Mass cultivation of *Australorbis glabratus* intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Puerto-Rico. *Parasitology*, 1958, **44** (2) : 247.
23. SANDT (D. G.), BRUCE (J. I.), RADKE (M. G.). A snail colony facility for the mass production of *Schistosoma mansoni cercariae*. *Parasitology*, 1965, **51** (6) : 1012-1013.
24. STANDEN (O. D.). Experimental schistosomiasis. I. The culture of snail vectors *Planorbis boissyi* and *Bulinus truncatus*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1949, **43** (1) : 13-22.
25. STANDEN (O. D.). Some observations upon the maintenance of *Australorbis glabratus* in the laboratory. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1951, **45** (1) : 80-83.
26. STURROCK (R.), STURROCK (B. M.). The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria glabrata*, Say, intermediate host of *Schistosoma mansoni* in St Lucia, West Indies. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1972, **66** (3) : 385-390.
27. STURROCK (R.), STURROCK (B. M.). Observations on some factors affecting the growth rate and fecundity of *Biomphalaria glabrata*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1970, **64** (3) : 349-355.
28. SWART (P. J.), REINECKE (R. K.). Studies on Paramphistomiasis. I. The propagation of *Bulinus tropicus* Krauss, 1848. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1962, **29** (2) : 183-187.
29. WARD (P. A.), TRAVIS (D.), RUE (R. E.). Methods of establishing and maintaining snails in the laboratory. *Fed. Sec. Agency, U. S. Publ. Hlth. Serv., Nat. Inst. Hlth. Bull.*, 1947 (189) : 70-80.
30. WRIGHT (C. A.). The crowding phenomenon on laboratory colonies of freshwater snails. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1960, **54** (2) : 224-232.

(*) Une Bibliographie beaucoup plus complète est à la disposition des lecteurs intéressés qui pourront l'obtenir gratuitement en s'adressant au Centre de Documentation de l'I. E. M. V. T., 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort, France.

Essai sur l'incorporation de levure de brasserie séchée dans la ration de poulet d'engrais

par M. MAFWILA (*) et B. DIMBANI (*)

RÉSUMÉ

Quatre rations levurées à 1, 2, 3 et 4 p. 100 ont été testées et comparées à une ration témoin. Les indices de consommation s'amélioraient avec le taux croissant de levure pour les rations qui en contenaient 1, 2 et 3 p. 100, le meilleur indice étant réalisé avec le taux de 3 p. 100. Ce taux de 3 p. 100 a également assuré une meilleure évolution de poids tandis qu'une dépression de croissance fut observée au taux de 4 p. 100.

I. INTRODUCTION

Il est connu que les animaux domestiques peuvent utiliser avec profit les résidus industriels et que certains d'entre eux contiennent une teneur non négligeable en protéine. Ces sous-produits sont disponibles dans beaucoup d'industries locales des pays en développement.

Les brasseries du Zaïre n'accordent généralement aucune importance à leurs sous-produits : la drêche est habituellement jetée au fleuve bien que, dans certaines brasseries, elle trouve déjà des débouchés auprès des meuneries et d'éleveurs intéressés qui en sollicitent. Ceci ne constitue nullement une activité commerciale intense de la part des brasseries étant donné que ces approvisionnements sont faibles et irréguliers. Quant à la levure, aucune des brasseries visitées ne la valorise.

C'est dans le but de valoriser la levure de brasserie que nous l'avons retirée des cuves de fermentation d'une brasserie, l'avons bien séchée et incorporée dans la ration de poulet d'engrais afin d'en étudier les effets.

II. GENERALITES

Dans les brasseries, une partie de levure peut être récupérée après filtration du moût. Séché, ce sous-produit peut être utilisé pour l'alimentation des animaux domestiques ; le tableau n° I nous informe sur sa valeur nutritive.

La levure de brasserie séchée est donc un sous-produit riche en protéine et contenant des quantités appréciables de vitamines du complexe B ; par ailleurs, ses acides aminés sont équilibrés. Elle se présente sous forme de paillettes plus ou moins granuleuses et de couleur jaune, elle se mélange facilement aux autres ingrédients de la ration.

La levure séchée peut être incorporée aux rations de volailles dans les proportions de 2 à 5 p. 100 mais cependant son caractère laxatif en limite le taux d'incorporation. EWING (3) rapportant les expériences d'autres auteurs chez la volaille, souligne l'influence positive de ce sous-produit sur la ponte, l'abaissement du taux de mortalité et l'efficacité alimentaire ; néanmoins, aucune influence n'a pu être constatée sur la couleur du jaune d'œuf et d'autres qualités intrinsèques de l'œuf.

(*) Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, B. P. 28 Yangambi, Zaïre.

(**) Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, B. P. 202 Kisangani, Zaïre.

TABL. N° I-Composition de la levure de brasserie séchée.

Matière brute	p. 100		p. 100 ou mg/kg
Eau	10,90	Total digestible nutriments p. 100	68,09
Matière sèche	89,10	Unité fourragère	0,88
Protéine brute	48,29	Energie métabolisable kcal/kg	2 794
Protéine digestible	42,46	Manganèse (mg/kg)	2,40
Cellulose	0,88	Fer p. 100	0,0138
Matière grasse	0,55	Cuivre (mg/kg)	15,10
Matière minérale	7-7,5	Cobalt (mg/kg)	0,08
Calcium	0,088	Thiamine (mg/kg)	43,00
Phosphore	1,749	Riboflavine (mg/kg)	14,00
Extractif non azoté	30,58	Niacine (mg/kg)	213,00

(Sources : Ewing, 1951 ; Mongodin et Rivière, 1965)

WEGNER (3) utilisa des rations de poulets de chair contenant de la levure : levure + drêche de brasserie, levure + son de blé à concurrence de 5 p. 100 par variante. Chez les femelles, l'évolution de poids et la consommation étaient semblables dans les différents groupes mais on remarquait la tendance d'une amélioration de la croissance et de l'indice de consommation chez les rations levure + drêche et levure + son, tout en étant plus riches en fibre.

Chez les mâles, les rations précitées assurent une meilleure croissance et un meilleur indice de consommation si bien que les combinaisons levure + drêche et levure + son ne portent pas atteinte aux performances des poulets de chair.

III. MATERIEL ET METHODES

1. Milieu expérimental

L'expérience a été menée à la ferme avicole Munama, propriété de la Société Générale d'Alimentation (S. G. A.), située à environ 3 km du centre de la ville de Lubumbashi (ex-Elisabethville). Les données géographiques de cette ville sont les suivantes : 11°29' latitude Sud, 27°28' longitude Est et 1 200 m d'altitude.

2. Equipement

Le poulailler ayant servi à l'essai fut au préalable désinfecté et il réunissait de bonnes

conditions d'éclairage, d'aération, d'affouragement et d'abreuvement. Les poulets ont été élevés dans 2 batteries comprenant chacune 5 cages superposées. Les dispositifs de chauffage réglables n'ont été mis en marche que pendant les nuits des deux premières semaines.

3. Animaux d'expérience et mesures prophylactiques

Un total de 1 400 broilers d'un jour non sexés et de souche Arbor Acres en provenance de Zambie a été nourri d'un aliment commercial approprié pendant une période pré-expérimentale de 2 semaines. Pour l'expérience qui dura 4 semaines, 250 poussins ont été prélevés et répartis au hasard en 10 lots (5 × 2 répétitions) de 25 individus dans les 2 batteries.

Des mesures prophylactiques ont été appliquées, notamment l'administration d'un anti-stress dans l'eau de boisson au cours des 4 premiers jours de vie, la vaccination contre la maladie de Newcastle le 5^e et le 21^e jour ainsi que l'utilisation d'un anticoccidien du 14^e au 16^e jour.

Après un mois, nous pouvions distinguer les mâles et les femelles et avons remarqué que l'effectif contenait plus de femelles que de mâles mais que, dans chaque groupe, le nombre de mâle était presque le même ; ainsi le poids des mâles qui est généralement supérieur à celui des femelles ne risque pas d'influencer les résultats.

TABL. N° II-Formules des rations en p. 100 (1)

Ingrédients	R _t	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
Farine de maïs jaune	43,45	43,45	43,45	43,45	43,45
Tourteau d'arachide	15,00	15,00	15,00	14,60	14,50
Farine de viande	16,00	16,00	15,50	15,50	15,30
Farine de manioc	22,70	21,70	21,20	20,60	19,90
Levure de brasserie séchée	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Condiment minéral et vitaminé	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Sel de cuisine	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

(1) R_t = ration témoin ; R₁ à R₄ = rations supplémentées.

4. Levure de brasserie

Il faut noter que la levure qui a servi pour l'expérience avait été retirée des cuves de fermentation de la brasserie Simba à Lubumbashi. Elle a ensuite été séchée au soleil dans des bacs métalliques ondulés d'environ 1 × 1,20 m pendant 3 à 4 jours.

Son analyse au laboratoire a donné les valeurs suivantes : 91 p. 100 de matière sèche, 43 p. 100 de protéine brute, 0,80 p. 100 de matières grasses brutes et 13 p. 100 de cendres brutes.

5. Constitution des rations

La levure de brasserie séchée a été ensuite

incorporée dans 4 rations aux doses de 1, 2, 3 et 4 p. 100 respectivement dans les rations R₁, R₂, R₃ et R₄ comme le montre le tableau n° II.

Le condiment minéral et vitaminé utilisé avait la composition suivante : P 19,6 p. 100 ; Ca 25,5 p. 100 ; Na 2,4 p. 100 ; Mg 1,2 p. 100 et 300 000 UI Vit. A au kg ; 50 000 UI Vit. D₃ au kg ; 100 mg Vit. E au kg.

Les rations ont été calculées de manière à contenir une teneur analogue en protéine et à satisfaire les besoins en d'autres principes alimentaires. Le tableau n° III nous donne la composition bromatologique des différentes rations.

TABL. N° III-Composition bromatologique des rations.

	R _t	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
Matière sèche	90,00	90,00	88,57	90,00	92,85
Protéine brute					
- calculée	20,87	21,23	21,31	21,66	21,97
- analysée	19,37	20,00	20,31	20,63	20,63
Matière grasse brute	4,10	4,15	4,15	4,20	4,22
Fibre brute	2,71	2,69	2,65	2,63	2,61
Cendre brute	6,50	8,00	7,50	8,00	8,00
Calcium	2,08	2,08	2,04	2,04	2,03
Phosphore	1,43	1,44	1,43	1,44	1,45
Rapport Ca/P	1,46	1,46	1,42	1,42	1,40
Energie métabolisable kcal/kg	2 871	2 867	2 869	2 867	2 906
Rapport C/P	138	135	135	132	132

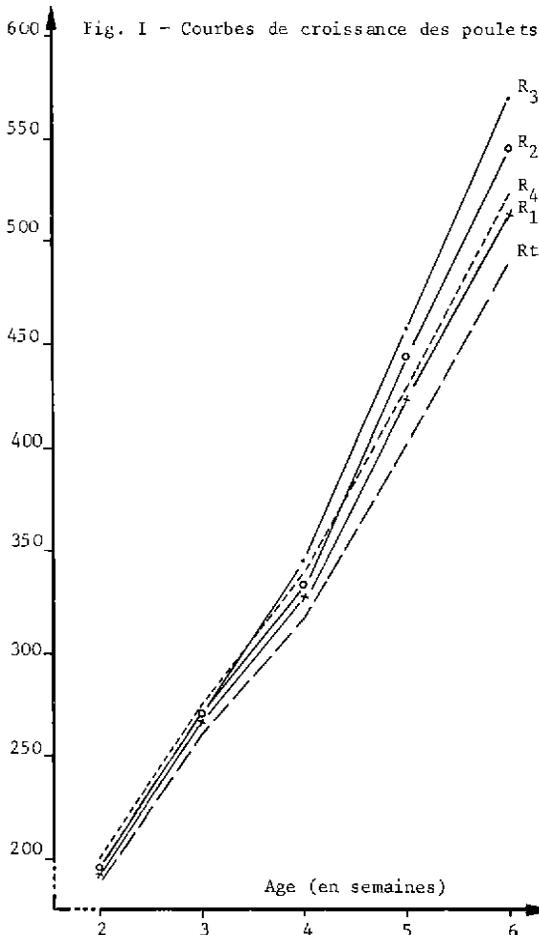
TABL. N° IV-Résultats de l'expérience

	R _t	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
Poids total initial (g)	9 369	9 394	9 410	9 541	9 714
Poids moyen initial (g)	187,38	187,88	188,20	190,82	194,28
Poids total final (g)	24 495	25 650	27 205	26 620	25 965
Poids moyen final (g)	489,90	513,00	544,10	572,40	519,30
Gain de poids moyen (g)	302,52	325,12	355,90	381,58	325,02
Consommation moyenne (g)	972,00	1 003,40	999,00	1 026,00	952,00
Indice consommation (+)	3,21	3,09	2,81	2,72	2,93

(+) = $\frac{\text{Consommation moyenne}}{\text{Gain de poids moyen}}$

IV. RESULTATS ET INTERPRETATION

Le tableau n° IV donne les différents résultats obtenus pour les 2 batteries et la figure 1 reproduit les courbes de croissance des sujets soumis aux différentes rations. Considérant l'évolution des courbes de croissance, nous



constatons que les rations se rangent dans l'ordre suivant : R₃, R₂, R₄, R₁ et R_t allant ainsi de la meilleure à la moins bonne ; cette tendance est très remarquable à partir de la 2^e moitié de l'expérience.

L'analyse de variance à deux causes contrôlées a révélé l'effet batterie et l'interaction batterie-ration au seuil de probabilité de 5 p. 100 alors que l'effet ration a joué au seuil de probabilité de 1 et 5 p. 100. Cependant, la même analyse effectuée à partir des gains de poids hebdomadaires moyens et des indices de consommation ne décèle aucune différence.

Poursuivant avec le DUNCAN-Test sur les poids finals moyens, les résultats suivants ont été obtenus :

Pas de différence ($P > 5$ p. 100) entre :

$$R_1 - R_4$$

Différence légèrement significative ($P \leq 5$ p. 100) entre :

$$R_t - R_1 ; R_4$$

$$R_1 - R_2$$

$$R_2 - R_3 ; R_4$$

Différence significative ($P \leq 1$ p. 100) entre :

$$R_3 - R_t ; R_1 ; R_4$$

$$R_t - R_2$$

V. DISCUSSION

Les poids finals moyens obtenus dans cette expérience rangent la ration R₃ contenant 3 p. 100 de levure en tête de toutes les autres rations. Elle est suivie respectivement par la ration R₂, la ration R₄, la ration R₁ et la ration témoin R_t.

Le même ordre est suivi par les rations quant aux gains de poids moyens, sauf que l'ordre entre les rations R_1 et R_4 s'est inversé mais la différence entre elles n'est que de 0,10 g.

Les poids moyens atteints dans cet essai oscillent entre 489,90 et 572,40 g (\bar{X} 527,74 g) et sont inférieurs au poids de 720 - 880 g que peuvent atteindre, selon BRION (1), les poulets de chair à 6 semaines. Cette différence pourrait s'expliquer par la souche utilisée et par plusieurs autres facteurs.

Toutefois, l'objectif de la ferme Munama qui est d'obtenir des poussins à croissance rapide qui donneraient des poulets vidés d'environ 500 g a été atteint. Considérant encore le fait que 66,4 p. 100 des poussins de l'effectif avaient un poids final situé entre 480 et 910 g, les résultats obtenus dans ces conditions expérimentales semblent être satisfaisants.

En ce qui concerne les indices de consommation des rations de l'essai, aucune différence statistique n'a pu être relevée sur la base des valeurs absolues ; ils se rangent dans l'ordre suivant : 2,72 pour R_3 ; 2,81 pour R_2 ; 2,92 pour R_4 ; 3,09 pour R_1 et 3,21 pour R_1 .

Nous appuyant sur l'intervalle de 2,5-3 avancé par CALET (2), les indices obtenus avec les rations R_3 , R_2 , R_4 et R_1 sont accep-

tables bien que pour cette dernière ration, l'indice de 3,09 soit juste à la limite.

Sur la base des performances réalisées, la ration R_3 contenant 3 p. 100 de levure de brasserie séchée peut être retenue pour les rations de poulets d'engrais ; une dose de 4 p. 100 dans la ration a causé une dépression de croissance.

VI. CONCLUSION

L'essai qui précède a été mené avec des rations levurées à 1, 2, 3 et 4 p. 100 et il en ressort :

1) que la levure de brasserie séchée a un effet positif dans la ration de poulet d'engrais, vu la supériorité des rations supplémentées par rapport à la ration témoin quant aux poids finals ;

2) que les indices de consommation s'amélioreraient avec le taux croissant de levure pour les rations contenant 1, 2 et 3 p. 100 de levure, le meilleur indice étant réalisé avec le taux de 3 p. 100 ;

3) que le taux de 3 p. 100 est souhaitable dans les rations de poulets d'engrais car il assure une meilleure croissance et un meilleur indice de consommation.

SUMMARY

Trial of dried brewers' yeast incorporation in diet for broiler

Four diets containing 1, 2, 3 and 4 p. 100 yeast were tested and compared with a control diet. Feed conversion ratios were improving with the yeast increasing level for 1, 2 and 3 p. 100 diets, the best ratio being obtained with 3 p. 100 level.

This last level also gave a best weight evolution while the 4 p. 100 level gave a weight rate decrease.

RESUMEN

Ensayo sobre la incorporación de levadura de cervecera desecada en la ración de gallinas para carne

Se probaron y se compararon, con una ración testigo, cuatro raciones con 1, 2, 3 y 4 p. 100 de levadura.

Los índices de consumo iban mejorando con el aumento de la tasa de levadura en las raciones que contenían 1, 2 et 3 p. 100 de ella ; el mejor índice realizándose con la tasa de 3 p. 100.

Dicha tasa de 3 p. 100 permitió también obtener una mejora evolución del peso mientras que se observó una disminución de crecimiento con la tasa de 4 p. 100.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRION (A.). Vade-Mecum du vétérinaire. Paris, Vigot, 1966.
2. CALET (C.). La production du poulet de chair, quelques facteurs importants. *Rev. Elev.*, 1958, **23** : 7-10.
3. EWING (W. R.). Poultry Nutrition, 4. ed., New York, W. R. Ewing Publ., 1951.
4. MONGODIN (B.), RIVIERE (R.). Valeurs bromatologiques de 150 aliments de l'Ouest africain, *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, **18** (2) : 183-218.
5. WEGNER (R. M.). Zur Verwendung von Bierhefe, Biertreber/Bierhefe und Weizenkleie/Bierhefe im Kükenmastfutter, *Dt. Geflügelwirtsch.*, 1970, **23** : 840-841.

Note sur un essai de production de jeunes bovins précoces au Cameroun

par P. LHOSTE (*)

RÉSUMÉ

L'auteur montre qu'il est possible d'obtenir, en Adamaoua, à partir de jeunes bovins de race locale et de métis Charolais, des carcasses commercialement intéressantes, grâce à une finition précoce d'environ cinq mois après le sevrage. Les animaux ont été abattus à l'âge de 13-14 mois et les poids moyens des carcasses obtenues sont de 151 kg en race locale et de 172 kg chez les métis taurins. Ces résultats confirment l'intérêt de la race locale plus rustique, pour l'intensification.

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une expérimentation pluri-annuelle de l'embouche bovine, menée au Cameroun, nous nous sommes intéressés à différents schémas de production de viande ; comme nous l'avons rapporté par ailleurs, les conditions d'alimentation (1), ainsi que les types d'animaux ont varié : bœufs sub-adultes (1), jeunes mâles avant 2 ans (2). Dans l'essai rapporté ci-après, nous nous sommes intéressés à la production pour la boucherie d'animaux très jeunes (13-14 mois), de type « jeunes bovins précoces ». Cet essai visait, en particulier, à la valorisation rapide de veaux métis zébu × taurin nés dans le cadre d'un programme d'insémination artificielle (3), mais dont l'élevage n'était pas prévu. A ces veaux métis taurins ont été associés des veaux zébus de race locale, à titre de témoins. Tous les animaux considérés ont été menés extensivement jusqu'à l'âge de 8 mois, correspondant au sevrage dans nos conditions d'élevage. Au cours d'une deuxième période, plus intensive, nous avons essayé de les préparer pour la bou-

cherie en cinq mois, environ ; cette note traite de cette période de préparation pour la boucherie à partir de veaux provenant des herbages.

MATERIEL ET METHODES

Animaux

L'essai est mené sur 21 jeunes bovins (8-9 mois en début d'expérience) répartis en deux groupes génétiques comme suit :

— 10 veaux mâles de race locale : zébu Foulbés de l'Adamaoua (photo n° 1) ;

— 11 veaux métis Charolais × zébu, répartis entre les deux sexes et de niveau de sang variable : soit 1/4 Charolais (photo n° 2), soit 3/4 Charolais (photo n° 3) ; en effet, dans ce groupe, tous les veaux sont nés de mère demi-sang zébu × Charolais, mais l'ascendance paternelle est soit Charolaise (→ 3/4 Charolais) soit zébu (→ 1/4 Charolais). Les effectifs considérés sont insuffisants pour tenir compte, dans ce groupe, des facteurs génétique et sexe. Nous comparerons donc globalement les performances de ce groupe des « métis-taurins » à celles des zébus de race locale.

(*) Adresse actuelle : Centre de Recherches Zootechniques B. P. 1 152 Bouaké République de Côte-d'Ivoire.

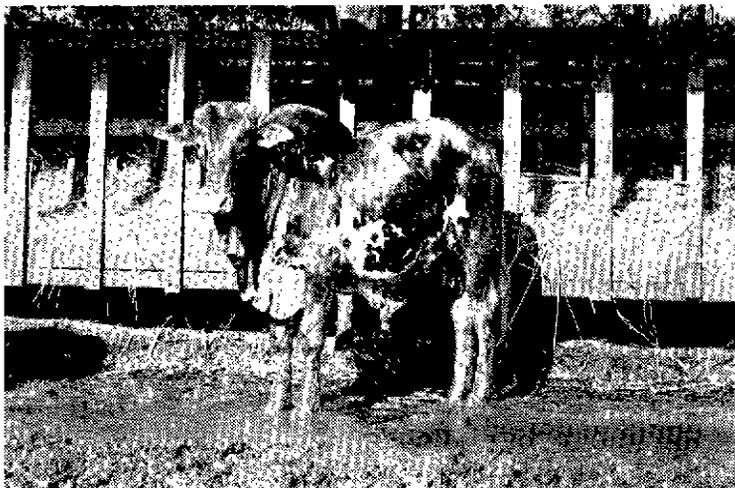


Photo n° 1.
Taurillon de race locale
Zébu Foulbé de l'Adamaoua.



Photo n° 2.
Produit 1/4 Charolais, 3/4 Zébu.



Photo n° 3.
Produit 3/4 Charolais, 1/4 Zébu.



Photo n° 4.

Vue du lot d'embouche.

Alimentation et mode d'entretien (photo n° 4)

La ration, très simple, est composée de foin et d'un aliment concentré ; les quantités distribuées de fourrage et de concentré sont limitées pour permettre une croissance théorique d'environ 1 kg/jour/tête. Le foin utilisé provient d'une prairie améliorée à base de *Brachiaria brizantha* ; l'aliment concentré est un granulé fabriqué à la station à partir de céréales et de sous-produits disponibles localement, suivant la formulation :

- Maïs : 50 p. 100
- Tourteau de graines de coton : 26 p. 100
- Farine de blanchiment de riz : 22 p. 100
- Minéraux : 2 p. 100

Sur la base d'analyses bromatologiques effectuées par le laboratoire de nutrition de l'ITEMVT, la valeur nutritive de cet aliment a pu être évaluée à :

1 U. F./kg et 150 g de M. A. D./kg.

Les animaux sont entretenus pendant toute la durée de l'essai dans des parcs d'embouche où ils disposent en permanence d'eau et d'un mélange minéral sous forme de pierre à lécher.

Déroulement de l'essai et observations

L'essai a débuté vers le milieu de la saison sèche, début février, après une phase d'adaptation d'environ deux semaines au cours de laquelle les animaux s'habituent aux nouvelles conditions d'entretien et d'alimentation. Tous

les animaux sont pesés toutes les semaines, le matin à jour et heure fixes ; de plus, après chaque phase expérimentale de 4 semaines, des « pesées de référence » sont effectuées 3 jours consécutifs dans les mêmes conditions. Le dépouillement de l'essai a été effectué sur la base de ces pesées de référence.

L'essai a duré environ cinq mois, et tous les animaux ont été abattus à son terme.

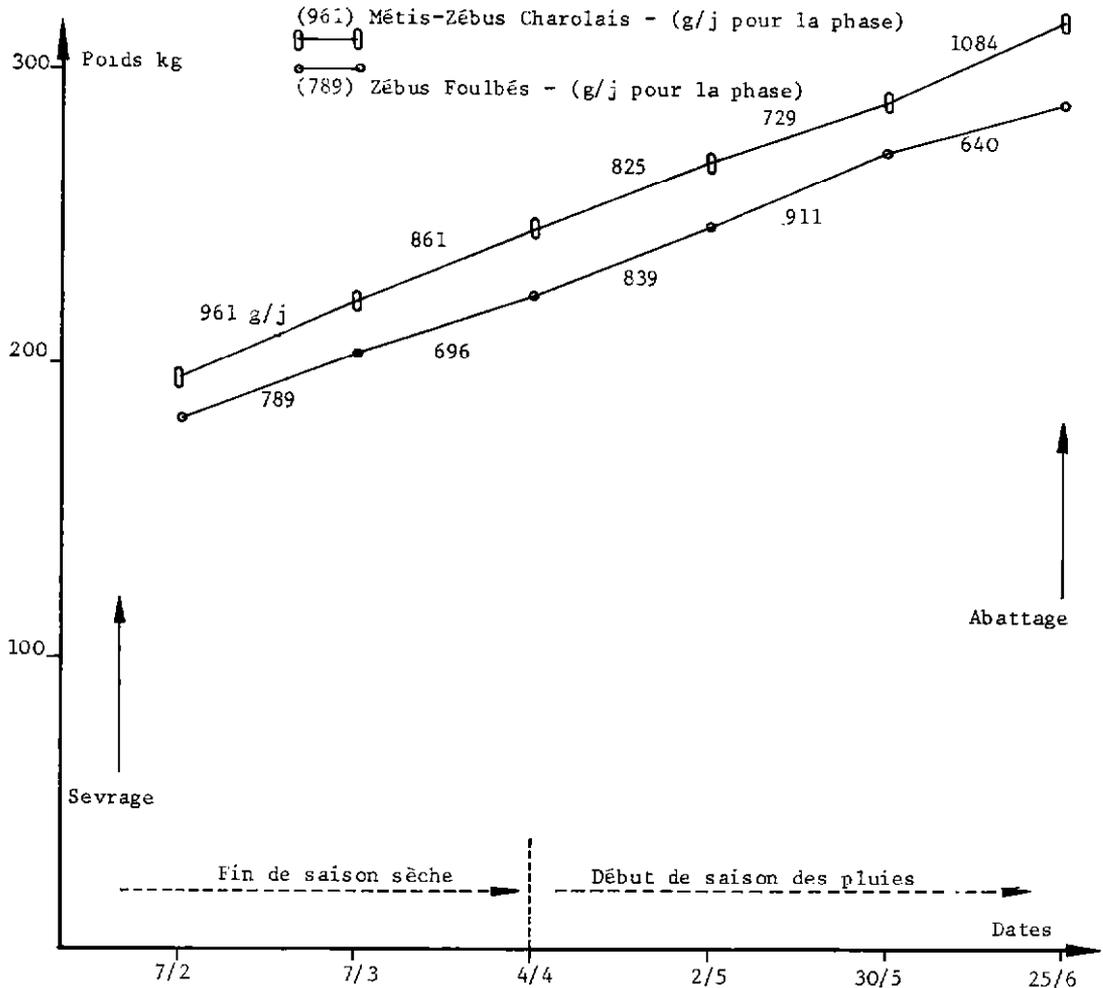
RESULTATS ET DISCUSSION

Comportement des animaux

L'essai s'est déroulé comme prévu, de février à juin, c'est-à-dire en fin de saison sèche et début de saison des pluies. Les animaux se sont très rapidement adaptés à ce régime nouveau, et l'installation des pluies vers le milieu de l'expérience n'a pas entraîné de sérieuses perturbations. Deux animaux du groupe des métis Charolais ont dû être abattus, l'un à la suite d'un accident (fracture), et l'autre pour des raisons sanitaires ; il s'agissait de deux 3/4 Charolais, ce qui confirme la plus grande fragilité, observée par ailleurs, des animaux de ce groupe génétique par rapport aux 3/4 zébus et zébus purs de race locale.

L'essai a été quelque peu écourté en raison du risque que présentait une épizootie de fièvre aphteuse qui sévissait à cette époque en Adamaoua ; cet événement nous a incité à abattre les animaux de l'essai plus tôt que prévu.

Evolution pondérale moyenne pour les 2 lots avec gains journaliers moyens (g/j) par phase



Résultats : croissance, conversion et rendement boucher

Nous présentons au graphique ci-dessus l'évolution pondérale moyenne enregistrée pour les deux lots de l'essai. Pour des croissances moyennes très voisines de 900 g/j chez les métis taurins et de 800 g/j chez les zébus, nous remarquons l'allure très régulière des courbes de croissance qui s'ajustent aisément sur des droites pour les cinq phases considérées. Il n'y a donc pas de ralentissement de la croissance pondérale au cours de cet essai, contrairement à ce que nous avons établi précédemment (1, 2), et ce fait particulier s'explique ainsi :

a) les animaux de l'essai considéré sont très

jeunes et ils extériorisent une croissance plus régulière et très soutenue,

b) les rations distribuées sont limitées pendant tout l'essai et elles ne permettent pas aux animaux d'extérioriser une croissance maximale.

L'influence du facteur phase expérimentale n'est pas significative et nous présentons au tableau ci-après les résultats moyens établis par groupe pour l'ensemble de l'essai :

croissance pondérale = poids en kg
et gain de poids journalier moyen g/j

conversion de la ration = indice
de consommation en U.F./kg

résultats d'abattage = $\left\{ \begin{array}{l} \text{poids de la carcasse (kg)} \\ \text{rendement brut (p. 100)} \end{array} \right.$

Résultats moyens pour l'ensemble de l'essai.

	9 Métis Zébu x Charolais	10 Zébus de race locale
Données pondérales :		
- Poids moyen au départ (kg)	194,4 kg	181,3 kg
- Poids moyen à la fin (kg)	316 kg	287,9 kg
- Gain de poids journalier moyen (g/j)	888 g/j	778 g/j
Indice de consommation	6,6 U.F./kg	7,5 U.F./kg
Résultats d'abattage :		
- Poids de la carcasse (kg)	172 kg	151 kg
- Rendement brut (p.100)	54,4	52,4

Les consommations moyennes d'aliment ont évolué au cours de l'essai en fonction de l'augmentation du poids vif ; elles s'établissent en moyenne à 4,8 kg/j/tête de concentré et 2,3 kg de foin. Les indices de consommation calculés sont satisfaisants et, comme les gains de poids, ils sont plus favorables chez les métis-taurins que chez les zébus.

Au niveau des résultats d'abattage, nous observons que les carcasses obtenues avec ces très jeunes animaux (13-14 mois) sont d'un poids commercial intéressant, supérieur à 150 kg.

Nous observons sur la plupart des critères étudiés une supériorité des animaux métis-taurins sur les zébus : gains de poids, indice de consommation, rendement à l'abattage. Toutefois, ces différences restent assez faibles (+ 14 p. 100 sur la vitesse de croissance et le poids à la carcasse), et ceci nous confirme les aptitudes de la race locale des zébus Foulbés de l'Adamaoua pour l'intensification. Dans les conditions où nous avons opéré, l'opération a pu être équilibrée économiquement.

Ce type de production d'animaux très jeunes peut paraître surprenant dans un pays où les fourrages sont très abondants ; il s'agit, en effet, d'un schéma extrême qui n'est pas adapté à toutes les situations ; toutefois, pour certains contextes particuliers, où on dispose de sous-produits bon marché et où on a intérêt à faire tourner les animaux rapidement, ce type de solution peut être avantageux. Une source d'économie importante, en effet, est due au fait

qu'il n'y a pas à assurer plusieurs années de suite les charges d'élevage et les risques de saison sèche (compléments, pertes,...), car les veaux peuvent être introduits dans l'atelier de finition dès leur sevrage.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans ce bref essai complètent donc notre connaissance des possibilités de finition pour la viande des bovins de l'Adamaoua. Chez de très jeunes animaux de type « Jeunes Bovins Précoces », nous avons pu obtenir, en 5 mois d'embouche à partir du sevrage, des carcasses commercialement intéressantes pour la région : 151 kg de moyenne en race locale et 172 kg chez les métis-taurins.

Nous observons une fois de plus l'amélioration des performances obtenues par le croisement, tant pour la vitesse de croissance que pour l'efficacité de la ration et le poids de la carcasse ; la race locale (zébu Foulbé de l'Adamaoua), nettement supérieure en rusticité, présente, cependant, une bonne adaptation à ce type de production. Les possibilités d'exploitation précoce des bovins ne sont pas à exclure dans des conditions particulières qui peuvent apparaître au Cameroun : nous pensons, en particulier à des ateliers d'embouche intensive qui pourront être associés à des projets agro-industriels (sucreries, huileries, rizeries), où une partie importante de la ration des animaux peut être fournie à bon marché.

SUMMARY

Note about an experiment of early young cattle production in Cameroon

With Adamawa breed and Charolais crossbred cattle, it is possible to obtain in Cameroon, at 13-14 months of age, carcasses of rather good commercial value. After weaning at 8 months, early fattening is run during about 5 months to achieve an average of 151 kg carcass weight with local cattle and 172 kg with crossbred. These results show the interest of local breed for intensive production.

RESUMEN

Nota sobre un ensayo de producción de novillos precoces en Camerún

El autor muestra que se puede obtener en Adamawa, a partir de novillos de raza del país y de mestizos Charolais, canales comercialmente interesantes, gracias a un acabado precoz de unos cinco meses después del destete. Se mataron los animales a 13-14 meses de edad. Los pesos medios de los canales obtenidos son de 151 kg para la raza del país y de 172 kg para los mestizos taurinos. Dichos resultados confirman el interés de la raza del país, más, rústica, para la intensificación.

BIBLIOGRAPHIE

1. LHOSTE (Ph.), DUMAS (R.). Embouche intensive des zébus de l'Adamaoua. I. Comparaison de différents systèmes d'alimentation (1970). II. Influence de la durée de la période d'embouche (1971). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (2) : 259-293.
2. LHOSTE (Ph.), PIERSON (J.). Embouche intensive de jeunes mâles : comparaison de taurillons et bou-
- villons de trois races. Colloque Embouche, Dakar, déc. 1973, Actes pp. 233-236.
3. LHOSTE (Ph.), PIERSON (J.). L'expérimentation de l'insémination artificielle au Cameroun par importation de semence congelée. I. Insémination artificielle de femelles zébus en chaleurs naturellement. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1975, **28** (4) : 513-522.

Plantules de quelques espèces fourragères annuelles du Sahel. Guide de reconnaissance

par B. TOUTAIN (*) et E. DEDEKEN

Ce document est destiné à faciliter à tous ceux qui s'occupent d'élevage en zone sahélienne, la reconnaissance de quelques espèces fourragères annuelles très fréquentes, au début de la saison des pluies, alors qu'aucune fleur ou aucun épi n'en permet la détermination classique.

Rappelons qu'une très jeune plante ne présente qu'imparfaitement les caractères morphologiques de l'adulte que l'on emploie communément pour en distinguer les espèces. Les critères descriptifs utilisés n'ont qu'une valeur d'indication et ne constituent pas des critères indiscutables de détermination ; l'utilisateur restera donc prudent lorsqu'il aura cru reconnaître l'une des espèces décrites.

Voici l'explication de quelques termes techniques utilisés dans les descriptions :

(*) I. E. M. V. T., 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort.

— *acuminé* : Se terminant en pointe longue.
— *embrassante* : Se dit d'une feuille dont la base du limbe entoure la tige.

— *foliole* : Petite feuille faisant partie d'une feuille composée.

— *glabre* : Dépourvu de poils.

— *ligule* : Membrane saillante ou ligne de poils au sommet interne de la gaine des graminées à la jonction avec le limbe (très rarement totalement absente).

— *plantule* : Jeune plante aux premiers stades de la croissance.

— *poil tuberculé* : Poil avec une base renflée.

— *préfoliation* : Disposition de la jeune feuille dans la gaine avant et au moment de sa sortie.

— *pubescent* : Garni de poils.

N. B. — L'échelle est identique pour tous les dessins, excepté les schémas pages 315 et 316.

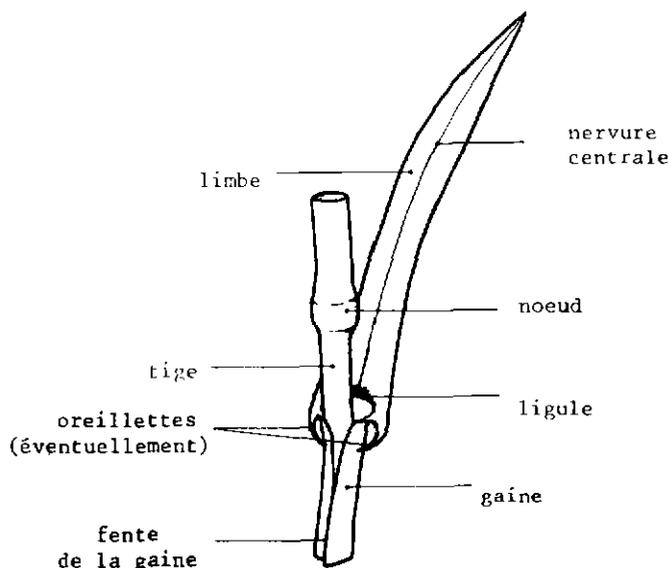


Schéma d'une feuille de graminée.

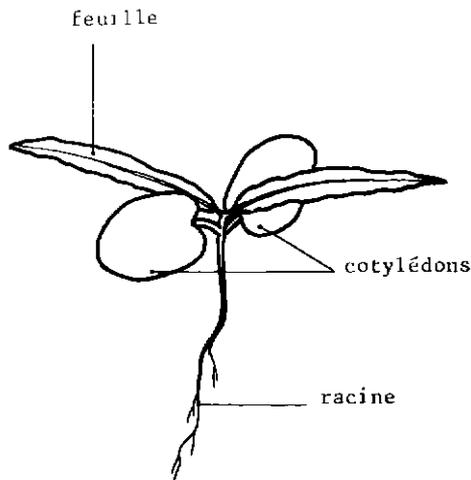


Schéma d'une plantule de dicotylédone
Blepharis linariifolia.

Graminées

Tige aplatie ou un peu aplatie

- limbe glabre des deux côtés *Cenchrus biflorus* p. 317
- poils fins recouvrant toute la plante *Chloris prierii* p. 317
- poils tuberculés au bord du limbe *Dactyloctenium aegyptium* p. 317

Tige ronde

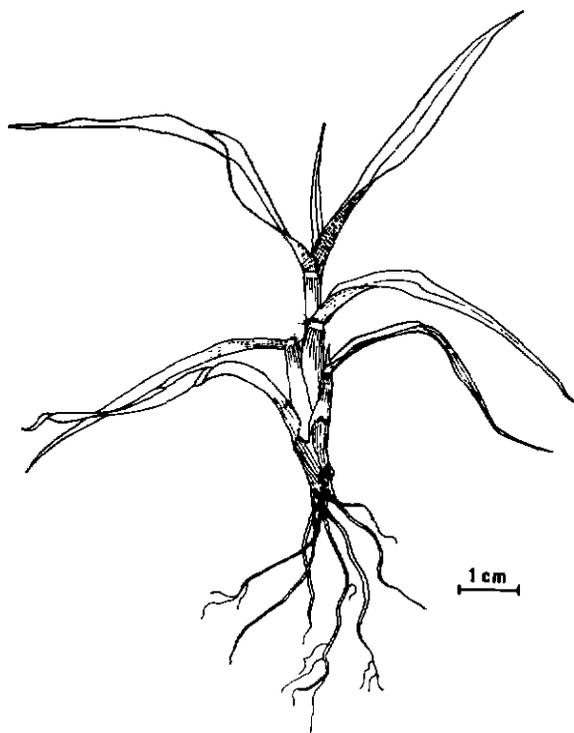
- plantule trapue ou courte
 - poils tuberculés sur le bord du limbe
 - * limbe vert glauque *Tragus berteronianus* p. 318
 - * limbe vert foncé *Loudetia togoensis* p. 318
 - pas de poils tuberculés sur le bord du limbe
 - * limbe nettement embrassant à la base *Diheteropogon hagerupii* p. 318
 - * limbe non embrassant
 - pubescence comme du velours sous le limbe *Brachiaria xantholeuca* p. 319
 - poils longs et dispersés *Panicum laetum* p. 319
- plantule non trapue
 - limbe étroit et long
 - * limbe plus ou moins enroulé
 - plante glabre *Aristida adscensionis* p. 319
 - poils raides à la jonction gaine-limbe *Aristida mutabilis* p. 320
 - longs poils fins épars sur le limbe *Schoenefeldia gracilis* p. 320
 - * limbe non enroulé *Eragrostis pilosa* p. 320
 - limbe non étroit
 - * base de la tige généralement rouge *Pennisetum pedicellatum* p. 321
 - * base de la tige verte *Digitaria horizontalis* p. 321

Plantes autres que des graminées

- Feuilles à deux folioles* *Zornia glochidiata* p. 321
- Feuilles à nombreuses folioles* *Tribulus terrestris* p. 322

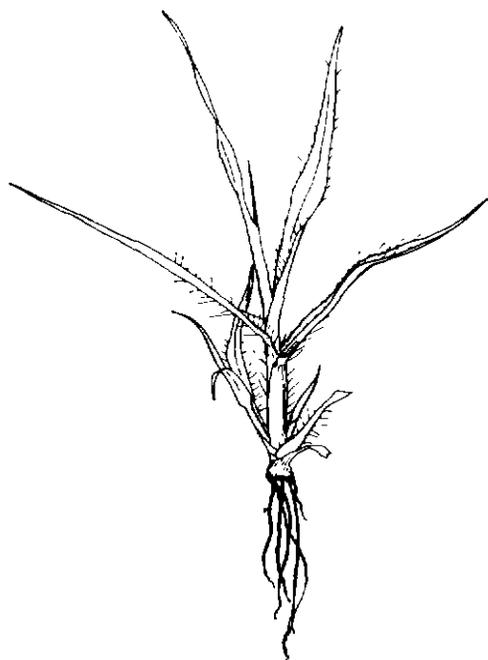
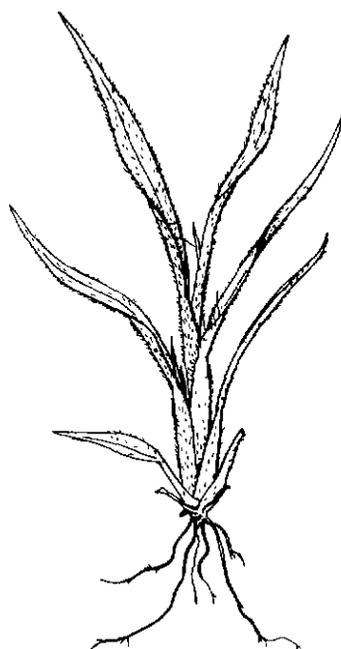
Cenchrus biflorus Roxb.

- Sols sableux de la zone sahélienne.
- Plantules fermes, vert clair, tige aplatie.
- Limbe glabre des deux côtés.
- Base du limbe pliée à angle droit le long de la nervure centrale.
- Quelques longs cils à la base du limbe.
- La ligule est remplacée par une ligne de poils.



Chloris prieurii Kunth.

- Sols sableux.
 - Plantule très aplatie à la base, vert clair.
 - Gaine étroite, ne couvrant pas toute la tige et s'écartant de celle-ci à proximité du limbe.
 - Limbe étroit, plié au niveau de la nervure centrale.
- Plante entièrement recouverte de poils fins.
- Ligule membraneuse étroite, pliée en angle aigu.



Dactyloctenium aegyptium (L.) P. Beauv.

- Sols sableux frais.
- Plantule un peu aplatie à la base, vert clair.
- Limbe peu large, étroit à la base, terminé en longue pointe.
- Poils longs et raides, tuberculés, régulièrement disposés au bord du limbe et parfois au niveau de la nervure, sous le limbe.

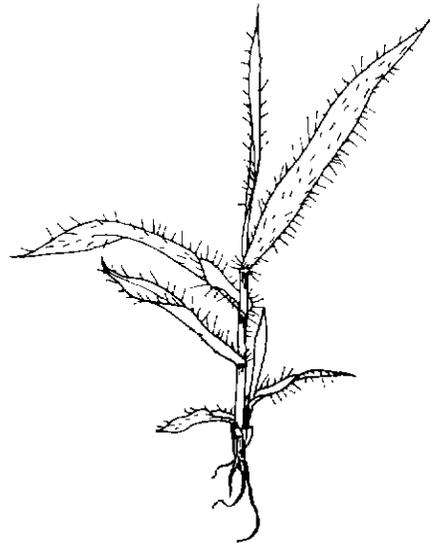
Tragus berteronianus Schult.

- Sols sableux, souvent compacts.
- Plantule raide, trapue, courte, vert glauque. Tige ronde.
- Gaine courte, limbe court, large.
- Poils tuberculés sur le bord du limbe.



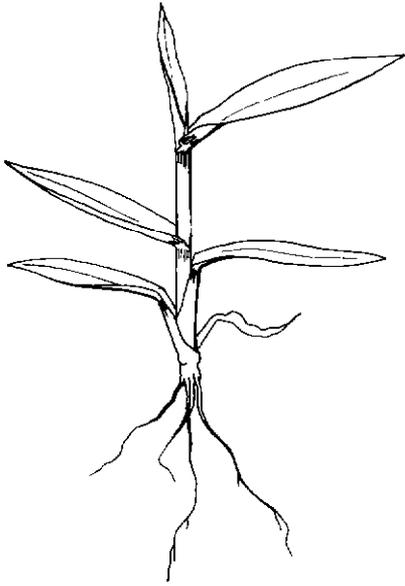
Loudetia togoensis (Pilg.) Hubb.

- Sols plutôt gravillonnaires ou limoneux compacts.
- Plantule courte, raide, vert foncé. Tige ronde.
- Premières feuilles très petites et larges. Feuilles suivantes plus allongées. Limbe plat terminé en pointe courte. Poils tuberculés raides nombreux sur le bord du limbe, et sous le limbe. Bord du limbe épaissi.
- Ligule : ligne de fins poils courts.



Diheteropogon hagerupii Hitchc.

- Sables limoneux de la zone sahélo-soudanienne.
- Plantule courte, vert clair. Tige ronde.
- Limbe large à la base, embrassant, plié au niveau de la nervure centrale, un peu ondulé, terminé en pointe fine.
- Soies éparses sur le limbe et sur la gaine.
- Ligule membraneuse courte.

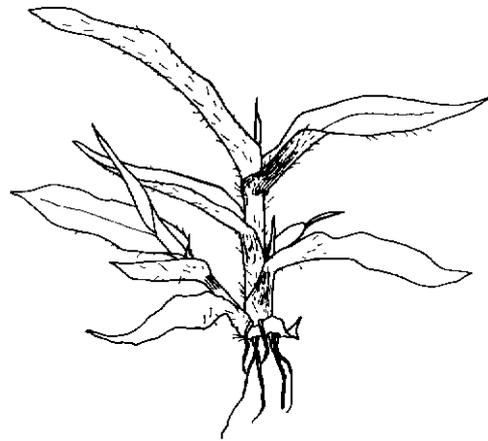


Brachiaria xantholeuca
(Hack. ex Schinz) Stapf.

- Sols sableux sahéliens.
- Plantule courte, large, vert foncé. Tige ronde.
- Limbe souple, base étroite, pointe courte. La plante entière est couverte d'une pubescence très fine, donnant au toucher l'impression du velours, surtout sur la face inférieure des feuilles.
- Ligule très fine, transparente.

Panicum laetum Kunth.

- Sols limoneux frais. Zones d'accumulation de l'eau des glacis limoneux.
- Plantules courtes, larges, vert foncé. Tige arrondie.
- Limbe à base large, un peu embrassante, à pointe courte, pubescent surtout dessous.
- Gaines pubescentes.



Aristida adscensionis L.

- Sols limoneux, tassés en surface, mauvais terrain.
- Plantule très fine et longue, vert foncé. Tige ronde.
- Limbe très étroit, allongé, se terminant en une longue pointe, souvent enroulé. Glabre.
- Ligule : une ligne de poils serrés.

Aristida mutabilis Trin. et Rupr.

- Sols sableux sahéliens.
- Plantule mince, allongée, raide, vert glauque. Tige ronde.
- Limbe très long et étroit, enroulé se terminant en une longue pointe. Gainés courtes, élargies à la base.
- Un anneau de poils raides à la suture entre le limbe et la gaine.
- La ligule est une ligne de poils raides.



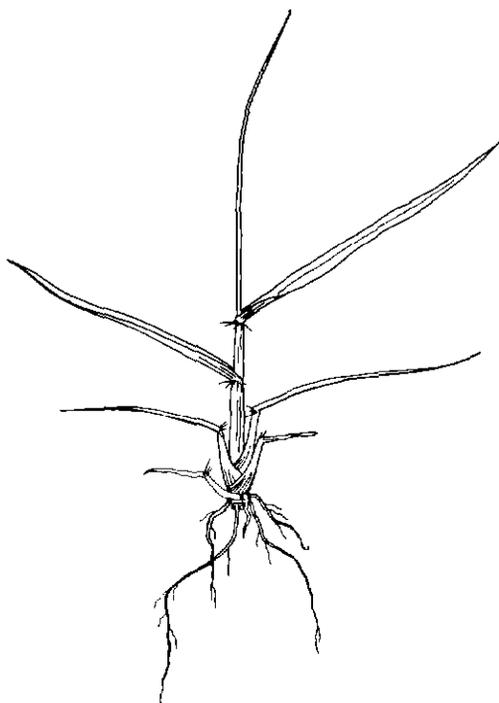
Schoenefeldia gracilis Kunth.

- Sols sablo-limoneux.
- Plantule longue, étroite, vert foncé. Tige ronde.
- Limbes étroits, se terminant en longue pointe, un peu enroulés. Présence de longs poils fins épars sur le limbe.
- Ligule représentée par une ligne de poils serrés.



Eragrostis pilosa Hochst. ex Steud.

- Sols frais, un peu sableux, zones d'accumulation de l'eau.
- Plantule fine, souple, vert clair.
- Limbe étroit, longuement pointu.
- Rosette de longs poils, à l'intersection du limbe et de la gaine.



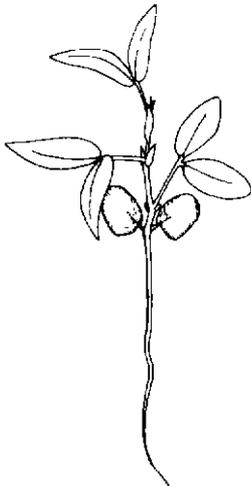
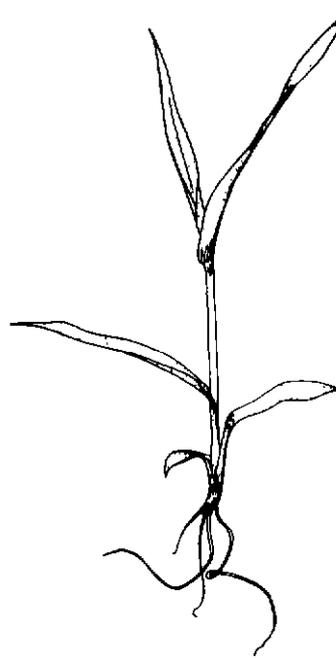


Pennisetum pedicellatum Trin.

- Sols un peu épais, légers de préférence. Souvent à l'ombre des arbres.
- Plantule souple, légère, vert jaune, base de la tige souvent rougeâtre. Tige ronde.
- Limbe un peu arrondi à la base, terminé en pointe acumulée. Nombreuses nervures fines.
- Quelques poils au bord de la gaine et au bord du limbe.
- Ligule membraneuse étroite, denticulée au bord.

Digitaria horizontalis Willd.

- Sols sableux, lieux frais ou ombragés.
- Plantule fine, souple, feuilles âgées vert foncé, jeunes feuilles vert tendre. Tige ronde. Préfoliation enroulée.
- Limbe allongé plus large dans le 1/3 supérieur, se terminant en longue pointe. Légèrement plié au niveau de la nervure centrale.
- Toute la plante est très finement velue.
- Ligule membraneuse transparente.



Zornia glochidiata Reichb.

- Lieux fréquemment pâturés.
- Plantule petite, souple.
- Cotylédons arrondis. Feuilles composées de deux folioles.



Tribulus terrestris L.

- Sols sableux habituellement très pâturés.
- Plantule étalée sur le sol.
- Foliolles vert foncé, tiges blanches ou rosées.
- Foliolles recouvertes d'une fine pubescence blanchâtre.

BIBLIOGRAPHIE

1. GILLET (H.). Pâturages sahéliens. Le ranch de l'Ouadi Rimé. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1961 (Etude agrostologique n° 1), *J. Agric. trop. Bot. appl.*, 1961, 8 (10-11) : 1-210.
2. L'HERMITAGE (M.). Détermination au stade herbacé des principales graminées des prairies et pâturages d'Algérie. *Annls. Inst. Agric. Serv. Rech. Exp. agric. Algérie*, 1972, 7 (3).
3. REBISCHUNG (J.). Guide pratique d'expérimentation sur les herbages. Paris, Min. Agric., I. N. R. A., 1950.

Extraits-Analyses *

Pathologie

- 77-105 **DOMENECH (J.), GUIDOT (G.) et RICHARD (D.).** — Les maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie. Symptomatologie. Etiologie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 251-258.

L'étude des maladies pyogènes du dromadaire en Ethiopie permet de dégager deux entités cliniques assez définies : le *mala* ou forme ganglionnaire et le *maha* ou *doula* ou nécrose cutanée.

Le *mala* principale maladie pyogène, est dû à *Corynebacterium pseudotuberculosis* et *Streptococcus* groupe B de Lancefield. C'est une affection chronique, se traduisant par des abcès ganglionnaires à la base du cou et sur la croupe. Les streptocoques B et les staphylocoques dominent dans l'étiologie du *maha*, maladie cutanée à abcès plats évoluant vers l'ulcération.

Les autres affections pyogènes externes sont des infections localisées, liées à des traumatismes divers, et pour lesquelles sont isolés : streptocoque B (47 p. 100 des cas), *Corynebacterium pyogenes* (12,2 p. 100), staphylocoques (14 p. 100), bactéries du type *Lactobacillus* et, rarement *Corynebacterium pseudotuberculosis*, ainsi qu'un actinomycète présentant les caractères de *Dermatophilus congolensis*.

Maladies à Virus

- 77-106 **TAYLOR (W. P.), OKEKE (A. N. C.), SHIDALI (N. N.).** — Existence d'anticorps spécifiques de la rhinotrachéite infectieuse bovine et l'entérite virale des bovins chez les moutons et les chèvres de Nigeria. (Prevalence of bovine virus diarrhoea and infectious bovine rhinotracheitis antibodies in Nigerian sheep and goats). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 171-175.

Les anticorps neutralisant le virus de l'entérite virale des bovins sont plus communs chez les moutons de Nigeria que chez les chèvres ; la recherche des anticorps précipitants constitue un autre moyen de sérodiagnostic, mais moins efficace pour déceler des infections antérieures. En contraste, les anticorps neutralisants du virus de la rhinotrachéite infectieuse sont plus communs chez les chèvres que chez les moutons.

Ces observations sont discutées en relation avec le taux d'infectivité chez le bétail et les techniques générales de l'élevage.

- 77-107 **DAVIES (F. G.), OTIENO (S.), JESSETT (D. M.).** — Réponse immunitaire chez le mouton vacciné avec des vaccins expérimentaux contre la maladie de Nairobi. (The antibody response in sheep vaccinated with experimental Nairobi sheep disease vaccines). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 181-183.

L'étude de la réponse immunitaire du mouton vacciné avec des vaccins expérimentaux contre la maladie de Nairobi a été faite. Les réponses à un vaccin précipité et inactivé au méthanol ont été comparables à celles suivant l'infection avec du virus vivant. Les réponses à des vaccins atténués ont été insuffisantes pour protéger contre des épreuves faites avec des virus vivants.

(*) Ces analyses sont également publiées sur fiches bristol de format 10×15 cm qui sont à demander directement à : I. E. M. V. T., 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort (Prix : 0,50 F la fiche).

- 77-108 **ERMINE (A.), FLAMAND (A.).** — Synthèses d'ARN dans les cellules BHK₂₁ infectées par le virus de la rage. (RNA syntheses in BHK₂₁ cells infected by rabies virus). *Annls Microbiol.* 1977, 128 A (4) : 477-488.

Dans les cellules BHK₂₁ infectées par le virus de la rage et traitées par l'actinomycine D, les synthèses d'ARN viraux sont décelables pendant au moins 20 h, avec un maximum situé entre la 8^e et la 12^e heure. Les synthèses d'ARN cellulaire ne sont pas inhibées par l'infection virale. Les synthèses d'ARN induites par le virus rabique sont relativement faibles puisqu'elles représentent environ le dixième des synthèses induites par un autre rhabdovirus, le virus de la stomatite vésiculeuse.

Au moins trois catégories de molécules sont synthétisées :

- 1) des molécules courtes, de polarité (+), sédimentant entre 8 et 25 S (et peut-être à 30 S) ;
- 2) des structures partiellement ou totalement en double chaîne, sédimentant entre 25 et 35 S ;
- 3) des molécules en simple chaîne, de la longueur du génome, et de polarité (+) ou (-).

Maladies bactériennes

- 77-109 **ADDO (P. B.), DENNIS (S. M.).** — *Corynebacteria* associées aux maladies des bovins, des moutons et des chèvres en Nigéria du Nord. (Corynebacteria associated with diseases of cattle, sheep and goats in northern Nigeria). *Brit. vet. J.*, 1977, 133 (4) : 334-339.

La prédominance du genre *Corynebacterium* chez les ruminants domestiques de Nigeria du Nord est notée. 149 *Corynebactéries* ont été isolées de 1 116 prélèvements provenant de 736 bovins, 204 moutons et 176 chèvres. Les germes trouvés le plus fréquemment étaient : *C. pyogenes* : 60, *C. pseudotuberculosis* : 29, *C. equi* : 3, *C. renale* : 1, *C. haemolyticum* : 1 et non identifiés : 37. De plus, *C. renale* a été isolé six fois de 230 échantillons d'urine (2,6 p. 100) récoltée chez des bovins *ante mortem* et *post mortem*. 18 autres espèces de bactéries pathogènes ont été isolées. *C. pyogenes* était la bactérie pyogène la plus souvent rencontrée après les streptocoques. Dans un certain nombre de prélèvements, *C. pyogenes* était associé à d'autres germes pathogènes.

- 77-110 **IBANEZ (A. A.), NICHOLLS (M. J.), KING (C. T.).** — Etude sur la brucellose bovine au Paraguay. (A survey of brucellosis in beef cattle in Paraguay). *Brit. vet. J.*, 1977, 133 (4) : 405-411.

Un essai d'étude statistique sur la brucellose bovine dans l'est du Paraguay a été réalisé. 6 360 échantillons ont été prélevés sur des bovins appartenant à 494 exploitations. Les sérums ont été examinés en utilisant le test d'agglutination au Rose bengale (MORGAN et collab., 1969) et le test d'agglutination rapide sur lame (MORGAN, 1967) et ces deux tests ont été comparés.

Les auteurs ont tenté de connaître l'importance des vaccinations effectuées contre la brucellose et d'évaluer la prédominance des problèmes d'avortement chez les bovins de cette région.

- 77-111 **OJO (M. O.).** — Pneumonie caprine. (Caprine pneumonia). *Vet. Bull.* 1977, 47 (8) : 573-578.

Après avoir fait l'historique de la maladie, l'auteur passe en revue successivement les problèmes d'étiologie avec les différents germes en cause (mycoplasmes, pasteurelles et autres), la pathologie, l'épidémiologie, la période d'incubation puis la symptomatologie et les moyens de prévention.

Une bibliographie de 66 références complète cette synthèse sur la pneumonie caprine.

Mycoplasmoses

- 77-112 WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.). — Influence de la voie d'administration sur l'immunité produite par la souche T₁ de *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*. (The effect of the route of administration on the immunity produced by the T₁ strain of *Mycoplasma mycoides* sub-species *mycoides*). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 259-267.

Partout en Afrique, on se sert encore communément de l'injection dans le touillon de la queue pour l'administration du vaccin T₁ en bouillon contre la péripneumonie. Les auteurs décrivent les motifs historiques de l'emploi de cette voie ; y-a-t-il une justification scientifique à la poursuite de cette habitude ?

On a vacciné des bovins à leur extrémité caudale, en sous-cutanée en arrière de l'épaule, et par voie intra-dermique à l'épaule en usant toutefois du même lot de vaccin T₁ en bouillon.

Quinze mois plus tard, on a déterminé le niveau d'immunité de ce bétail par une épreuve infectante par contagion directe. Les 24 animaux des groupes vaccinés au bout de la queue et par la voie sous-cutanée étaient, tous, entièrement réfractaires à l'infection d'épreuve. 3 des 12 animaux vaccinés par la voie intra-dermique ont développé des lésions de la péripneumonie au cours de cet essai. On essaie d'expliquer ces résultats.

L'efficacité de la voie sous-cutanée est démontrée ; dès à présent, on devrait pouvoir se servir de cette méthode, plus convenable, plus rapide et plus propre, pour la vaccination contre la péripneumonie. Il est conseillé cependant, d'en faire l'essai en Afrique orientale, pour établir la sûreté de la voie sous-cutanée avant de la faire appliquer à grande échelle.

- 77-113 MacOWAN (K. J.), MINETTE (J. E.). — Transmission par contact de la pleuropneumonie contagieuse expérimentale de la chèvre. Contact transmission of experimental contagious caprine pleuropneumonia (CCPP). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 185-188.

Dans des conditions très strictement contrôlées, il a été confirmé que la souche F 38 de mycoplasme a causé une maladie contagieuse chez la chèvre.

Rickettsiose

- 77-114 ILEMOBADE (A. A.). — Heartwater au Nigeria. I. — Sensibilité de différentes races et espèces de ruminants à la heartwater. (Heartwater in Nigeria. I. — The susceptibility of different local breeds and species of domestic ruminants to heartwater). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1977, 9 (3) : 177-180.

Des recherches ont été faites sur la sensibilité à la heartwater de différentes espèces de ruminants domestiques disponibles en Nigeria du Nord. Les chèvres brunes originaires de Zaria et des régions Nord de cette ville et des veaux Frison × Zebu de la Station de Recherches Agricoles de Shika se sont montrés uniformément et hautement sensibles à la maladie. Les chèvres brunes du Sud de Zaria ont montré une sensibilité variable avec 64 p. 100 d'animaux contractant l'affection. De nombreux bovins indigènes et quelques moutons du pays ont résisté à l'infection.

Maladies à Protozoaires

- 77-115 LEEFLANG (P.). — Les maladies des animaux domestiques de Nigeria du Nord, transmises par les tiques. I. — L'historique : 1923-1966. (Tick-borne diseases of domestic animals in Northern Nigeria. I. — Historical Review, 1923-1966). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977 9 (3) : 147-152.

Cet article constitue le résumé des connaissances acquises, entre 1923 et 1966 sur les maladies transmises par les tiques chez les animaux domestiques de la Nigeria

du Nord. La rareté des foyers de maladie et le faible intérêt manifesté à leur égard par le personnel vétérinaire ont fait que la documentation est très limitée. Le fait le plus important relevé réside dans la constatation de l'apparition d'infections à *Babesia bigemina* à la suite d'interventions vaccinales contre la peste bovine, ou chez du bétail trypanosomé. Ces maladies ont été également considérées comme ayant de l'importance chez les animaux reproducteurs importés ainsi que chez le bétail d'élevage intensif.

- 77-116 **BANERJEE (D. P.), SINGH (B.), GAUTAM (O. P.), SARUP (S.).** — Réponse immunitaire à médiation cellulaire dans la babésiose équine. (Cell mediated immune response in equine babesiosis). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 153-158.

Un test intradermique a été mis au point pour démontrer une réaction d'hyper-sensibilité retardée chez des ânes infectés par *Babesia equi*. Cette réaction cutanée à l'antigène spécifique de *B. equi* a été mise en évidence chez des ânes vaccinés, infectés, porteurs inapparents et splénectomisés.

L'examen histo-pathologique des biopsies de peau a révélé une infiltration par des cellules mononucléées et une accumulation de liquide d'œdème dans les couches profondes du derme.

Un test d'inhibition de la migration des leucocytes a été mis au point et sa spécificité établie comme moyen d'apprécier *in vitro* cette immunité cellulaire.

Les résultats de cette étude ont montré une corrélation entre l'immunité à médiation cellulaire et la protection.

Trypanosomoses

- 77-117 **AROWOLO (R. O.), IKEDE (B. O.).** — Sensibilité au bérénil, au samorin et au novidium d'une souche de *Trypanosoma vivax* adaptée au rongeur. (Susceptibility of a rodent-adapted strain of *Trypanosoma vivax* to Berenil, Samorin and Novidium). *Acta trop.*, 1977, 34 (1) : 61-64.

La sensibilité au bérénil, au samorin et au novidium d'une souche de *Trypanosoma vivax* (souche Leeftang Y 58) adaptée au rongeur a été testée sur souris.

Des injections intra-musculaires chez les souris infectées de bérénil à 10 mg/kg, de novidium à 4 mg/kg et de samorin à 0,2 mg/kg, au second jour de la parasitémie (décelée par examen microscopique du sang) entraînent une guérison totale. A des doses inférieures, le bérénil et le novidium n'ont provoqué qu'une aparasitémie transitoire de quelques jours, suivie d'une rechute avec forte parasitémie entraînant la mort. D'autre part des doses de samorin inférieures à 0,2 mg/kg ne provoquent aucune guérison, ou la guérison de quelques souris seulement mais sans rechute dans ce cas.

- 77-118 **MAHMOUD (M. M.), ELMALIK (K. H.).** — Trypanosomiasis : les chèvres en tant que réservoir possible de *Trypanosoma congolense* en République du Soudan. (Trypanosomiasis : Goats as a possible reservoir of *Trypanosoma congolense* in the Republic of the Sudan). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 167-170.

Les infections expérimentales de chèvres et de veaux par *T. congolense* ont fait l'objet d'études comparatives. Les chèvres développent une forme chronique de trypanosomiase, dont elles guérissent souvent spontanément, lors d'infection par une souche qui cause une maladie aiguë et mortelle chez les veaux. Les chèvres peuvent jouer un rôle important dans le maintien de *T. congolense* dans la nature, au Soudan.

- 77-119 **CAPBERN (A.), LAPEYRE (J.), MATTERN (M.), BEZIAN (J. H.), PAUTRIZEL (R.).** — Trypanosomose expérimentale à *Trypanosoma equiperdum* chez le lapin : Etude de certains aspects des réactions immunitaires et des troubles de la coagulation. *Annls Parasit. hum. comp.*, 1977, 52 (3) : 237-251.

Certains aspects des réactions immunitaires et des troubles de la coagulation sont étudiés chez des lapins infestés par deux souches de *Trypanosoma (Trypanozoon) equiperdum* déterminant des affections d'allure clinique différente.

L'étude des anticorps antitrypanosomes met en relief le caractère très immunogène de la glycoprotéine spécifique de type dont l'antigénicité paraît s'exercer au détriment des structures anigéniques communes.

La présence d'auto-anticorps anti-fibrinogènes à des titres assez élevés pose le problème de la signification des auto-anticorps fréquemment décelés au cours des trypanosomiasés. Du fait de leur nature IgM, ils contribuent à l'hypermacroglobulinémie classique dans ces affections. Leur participation éventuelle dans la pathogénie des troubles observés est discutée.

La signification de l'activation du système fibrinolytique dont témoigne la présence de PDF est également discutée : fibrinolyse réactionnelle ou activation du facteur Hageman par des immuns-complexes.

Parasitologie

- 77-120 GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.). — **Elevage de *Biomphalaria glabrata*, Say, au laboratoire.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 293-302.

Les auteurs décrivent une méthode d'élevage de *Biomphalaria glabrata*, Say, au laboratoire, méthode nécessitant l'emploi successif et, dans des conditions qui sont bien précisées, de bacs de ponte et de bacs de croissance.

Bien que concernant un Planorbe hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*, l'agent de la bilharziose intestinale humaine, les renseignements fournis présentent un certain intérêt en médecine vétérinaire, car ils peuvent, dans leur ensemble, être transposés à d'autres mollusques vecteurs de Trématodoses animales (Fasciolose, paramphistomose, bilharzioses à *Schistosoma bovis* et à *Schistosoma mattheei*) : *Limnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi*, Bulins appartenant aux genres *Physopsis*, *Bulinus* s. str. (toute la série polyploïde) et *Pyrgophysa*.

En outre, lorsque les conditions climatiques s'y prêtent, cette méthode, simple et pratique, permet de disposer constamment, et quelle que soit la saison, d'importantes populations de *Biomphalaria glabrata* destinées à diverses recherches d'ordre général, notamment les essais de molluscicides et la lutte biologique contre les mollusques vecteurs, recherches qui intéressent à la fois la médecine humaine et la médecine vétérinaire tropicale notamment.

- 77-121 GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.). — **Lutte biologique contre les mollusques vecteurs de bilharziose. Note 2. Variations de l'activité prédatrice de *Cambarus affinis*, Say, en fonction de la saison et du nombre d'individus.** *Bull. Soc. Sci. vét. Méd. comp. Lyon*, 1977, 79 (2) : 97-99.

L'écrevisse américaine *Cambarus affinis*, Say se comporte comme un excellent prédateur de *Biomphalaria glabrata*, Say.

La disparition des populations de *Biomphalaria glabrata* demande, au cours de l'été et au début de l'automne :

— Trois semaines, un mois, lorsque 10 à 15 *Cambarus* sont mis en contact avec 1 000 *Biomphalaria* de toute taille ;

— Un peu plus d'un mois, quand, pour une même population de mollusques, le nombre d'écrevisses est réduit à cinq.

Dans les deux cas, les écrevisses se nourrissent exclusivement de *Biomphalaria*. Toutefois, au bout de trois semaines, lorsque le nombre de mollusques diminue trop, une nourriture d'appoint à base de carottes et de viande est alors fournie.

Durant l'hiver, l'activité prédatrice des écrevisses, est fortement réduite (en cinq mois, 99,27 p. 100, avec 13 écrevisses et 1 500 mollusques).

- 77-122 FAIN (A.). — **Parasitisme intradermique par les nématodes chez les bovins au Rwanda. Description de deux nouvelles espèces.** *Annls Soc. belge Méd. trop.*, 1977, 57 (2) : 113-119.

L'auteur décrit deux nouvelles espèces de nématodes vivant à l'état adulte et larvaire dans le derme de bovins au Rwanda. L'une est un spiruridé, *Torquatella bovis* sp. n., la seconde une filaire, *Dipetalonema dermicola* sp. n. Il attire l'attention sur cette niche parasitaire encore peu connue, qu'il serait intéressant d'explorer systématiquement chez les mammifères.

- 77-123 SCOTT (J. M.), GOLL (P. H.). — **Epidémiologie et traitement de la fasciolose ovine sur les plateaux du centre de l'Éthiopie.** (The epidemiology and anthelmintic control of ovine fascioliasis in the ethiopian central highlands). *Brit. vet. J.*, 1977, 133 (3) : 273-280.

Une étude sur deux ans (1973-1975) pour déterminer la présence saisonnière de métacercaires de *Fasciola hepatica* dans les pâturages en utilisant des moutons

indemnes de fasciolose a montré que l'infection avait lieu de septembre à décembre la première année et d'août à janvier la seconde année. Les animaux ont hébergé le maximum de parasites en octobre et novembre les deux années.

Un traitement au Rafoxanide fin novembre et fin janvier a assuré un bon contrôle, d'après les numérations d'œufs dans les fèces.

L'administration de tétrachlorure de carbone, d'oxyclozanide et de rafoxanide a été essayée fin novembre, décembre et mars. Après le traitement de décembre, les animaux ayant reçu du rafoxanide ont accusé une diminution plus importante et plus prolongée du nombre d'œufs de *Fasciola* dans les fèces que ceux ayant reçu les deux autres médicaments.

Les traitements anthelminthiques à administrer aux animaux suivant les régions sont discutés.

Entomologie

- 77-124 TAZE (Y.), CUISANCE (D.), POLITZAR (H.), CLAIR (M.), SELLIN (E.). — Essais de détermination de la dose optimale d'irradiation des mâles de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank ; 1949) en vue de la lutte biologique par lâchers de mâles stériles dans la région de Bobo-Dioulasso (Hte-Volta). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 269-279.

Les auteurs ont cherché à déterminer la dose d'irradiation optimale en vue d'essais de lâchers de mâles irradiés de *Glossina palpalis gambiensis*, en Haute-Volta. Deux expériences successives leur ont permis de définir la dose optimale (11 000 rads) induisant un taux de stérilité élevé sans amoindrir de façon trop considérable la compétitivité des mâles.

Les différents critères permettant d'évaluer la stérilité et la compétitivité des mâles irradiés à la dose de 11 000 rads font ensuite l'objet d'une étude plus approfondie.

- 77-125 NKOUKA (E.). — Variations de la neurosécrétion cérébrale au cours du cycle génital d'un insecte vivipare, *Glossina fuscipes fuscipes* (Diptère, Muscidae). *C. R. Acad. Sci., sér. D*, 1976, 282 (6) : 557-560.

Les cellules neurosécrétrices de type A de la *pars intercerebralis* de la mouche vivipare, *Glossina fuscipes fuscipes* subissent au cours des cycles reproducteurs des variations importantes de leur charge en produits de neurosécrétion : elles se vident en partie à la première ovulation et à l'éclosion de l'œuf ; une décharge importante précède la larviposition et la deuxième ovulation.

- 77-126 VALE (G. A.), HARGROVE (J.), JORDAN (A. M.), LANGLEY (P. A.), MEWS (A. R.). — Survie et comportement des mouches tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) relâchées sur le terrain : comparaison entre les mouches sauvages et les mouches élevées au laboratoire nourries sur animaux vivants et sur membrane. *Bull. ent. Res.*, 1976, 66 (4) : 731-744.

Des *Glossina morsitans morsitans* Westw. mâles et femelles, éclos de pupes provenant des colonies en élevage en Angleterre, nourries sur animaux vivants ou sur membrane, ont été marquées de façon distincte, avec des taches de peinture non toxique et relâchées dans un habitat naturel de *G. morsitans* et de *G. pallidipes* Aust., en Rhodésie. Simultanément, des adultes de ces deux espèces, éclos de pupes récoltées localement, furent marqués et relâchés. Des recaptures, effectuées au moyen de refuges artificiels, d'attractants odorants et d'appâts mobiles, pendant au moins 59 jours après les derniers lâchers et jusqu'à plus de 1 800 m de distance du point de lâcher, n'ont révélé aucune différence nette entre les *G. morsitans* sauvages et les deux groupes de mouches d'élevage, quel que soit le critère utilisé : dimension de l'individu, quantité de graisse présente à l'éclosion, survie, dispersion, attirance pour les différents appâts, alimentation, rapidité avec laquelle est pris un premier repas, usure de l'aile, et taux d'insémination. Bien que les identifications des repas de sang des femelles marquées de *G. morsitans* aient été semblables à celles des mouches non marquées des deux sexes, les repas de sang provenant des mâles marqués ont révélé une fréquence relativement importante de repas pris sur bovidés. Les mouches non marquées étaient généralement plus âgées que les mouches marquées. Le sex ratio (femelle/mâle) dans les échantillons non marqués (1/1 pour *G. morsitans*, 2/1 pour *G. pallidipes*) était à peu près le double de celui des échantillons marqués.

- 77-127 **JORDAN (A. M.), TREWERN (M. A.), SOUTHERN (D. I.), PELL (P. E.), DAVIES (E. D. G.).** — Les différences de productivité au laboratoire entre deux souches de *Glossina morsitans morsitans* Westwood, l'une de Rhodésie, l'autre de Tanzanie en liaison avec des différenciations chromosomiques. (Differences in laboratory performance between strains of *Glossina morsitans morsitans* Westwood from Rhodesia and Tanzania and associated chromosome diversity). *Bull. ent. Res.*, 1977, 67 (1) : 35-48.

Une colonie de *Glossina morsitans morsitans* Westw. élevée en laboratoire et provenant de pupes récoltées près de Kariba en Rhodésie a eu une production plus élevée qu'une autre colonie originaire de Handeni, au nord de la Tanzanie. En 1975, la première colonie a produit en moyenne 5,9 pupes par femelle et la seconde 3,6. Bien que la mortalité dans la colonie de Tanzanie ait été un peu plus élevée que celle de la colonie de Rhodésie, la principale raison de la faible productivité de la colonie de Tanzanie a été la fécondité beaucoup plus faible des femelles, en rapport avec des anomalies de l'appareil reproducteur. Les différences de productivité en laboratoire entre les deux colonies reflétaient probablement leur diversité génétique.

Le chromosome Y des mâles tanzaniens est métacentrique alors que celui des mâles rhodésiens est sub-acrocentrique ; quelques-uns d'entre eux possèdent en outre des petits chromosomes métacentriques surnuméraires qui n'existent pas chez les mouches rhodésiennes. La coloration au Giemsa a montré des différences dans les bandes C des chromosomes L₂ et X de ces deux colonies. La différence probablement la plus importante, révélée par l'analyse des chromosomes polyténiques est une inversion sur le chromosome X des mouches de Tanzanie qui, ainsi qu'au moins une bande différente, est fixée de façon homozygote.

Les processus évolutifs mutagènes ayant abouti à ces différenciations sont évoqués et leur signification est discutée en fonction de la répartition des deux souches dans la nature et de leur productivité en laboratoire.

- 77-128 **ROGERS (D. J.), SMITH (D. T.).** — Un nouveau piège électrique pour les mouches tsé-tsé. (A new electric trap for tsetse flies). *Bull. ent. Res.*, 1977, 67 (1) : 153-159.

Un nouveau piège électrique pour les mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.) basé sur un circuit produisant le haut voltage nécessaire à partir d'une petite batterie de 2 v, est décrit. La consommation d'énergie représente moins de 1 p. 100 de celle qui est utilisée dans d'autres circuits ayant le même usage, de telle sorte qu'en théorie on peut obtenir une durée de marche de 300 h à partir d'une seule pile sèche de 2 V avec une capacité de 7 A/h (poids approximatif 460 g). En pratique, cette durée est susceptible d'être plus brève du fait du comportement de la pile en climat tropical. Le nouveau circuit et une grille modifiée ont été expérimentés contre *G. morsitans submorsitans* Newst. au cours d'essais sur le terrain en Ethiopie, dont les résultats sont discutés.

Une proportion élevée de femelles n'a pu être obtenue que lorsqu'un condensateur à effet sidérant fut placé entre les bornes de sortie de l'appareil. Le condensateur emmagasine la charge du circuit et renvoie une impulsion plus forte lorsque les mouches se posent sur la grille électrifiée. Il semble qu'en l'absence de condensateur, les femelles qui explorent le piège peuvent s'échapper sans dommage de la grille électrifiée, mais lorsqu'elles ont reçu une décharge, elles restent en état de sidération aussi longtemps que les mâles.

- 77-129 **MEWS (A. R.), LANGLEY (P. A.), PIMLEY (R. W.), FLOOD (M. E. T.).** — Elevage en masse de mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.) en l'absence d'hôte vivant. (Large-scale rearing of tsetse flies (*Glossina* spp.) in the absence of a living host). *Bull. ent. Res.*, 1977, 67 (1) : 119-128.

Une technique efficace pour nourrir des colonies de *Glossina morsitans morsitans* Westw. et *G. austeni* Newst. en l'absence d'hôtes vivants est décrite. Les insectes sont alimentés à travers des membranes faites de silicone ou d'agar et de parafilm recouvrant du sang versé sur des lames de verre à rainures. L'aliment utilisé est constitué par du sang frais de porc, récolté au moment de l'abattage ; des règles d'aseptie sont observées à chaque stade de la préparation et de la présentation du repas. La production de ces colonies nourries *in vitro* en ce qui concerne la survie des adultes, la fécondité et la taille des produits, est la même que celle des colonies nourries sur hôte vivant, lorsqu'on les compare sur une longue période.

Le fait que la technique soit un succès lorsque le sang de porc est utilisé mais un échec lorsqu'il s'agit de sang de vache préparé de la même manière, fait penser que la technique en elle-même est adéquate pour obtenir une alimentation normale de cette espèce de *Glossina*. La raison pour laquelle le sang de porc est plus nutritif que le sang d'autres mammifères n'a pas été élucidée.

- 77-130 LONDT (J. G. H.). — La ponte et l'incubation chez la tique, *Boophilus decoloratus*. (Oviposition and incubation in *Boophilus decoloratus* (Koch, 1844) (Acarina : Ixodidae). *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1977, 44 (1) : 13-20.

Des études portant sur la durée de la ponte et celle de la période d'incubation de la tique *Boophilus decoloratus* (KOCH, 1844) ont révélé que ces périodes non parasitaires dépendent de la température, l'élévation de celle-ci déterminant un raccourcissement de ces périodes. L'humidité n'a aucun effet sur la durée de ces périodes. Le rapport entre le poids des tiques femelles après l'ingestion complète du sang et celui de leurs œufs est linéaire. La viabilité des œufs pondus pendant les 13 premiers jours de la ponte (à 26 °C) dépasse celle des œufs pondus plus tard. La température critique des œufs se situe à 42 °C. Les œufs sont incapables d'absorber de la vapeur d'une atmosphère humide. L'éclosion des œufs est influencée par la température et l'humidité. L'auteur présente un modèle simple exprimant le rapport entre les caractères physiques du milieu et les différents phénomènes biologiques qui ont été étudiés.

- 77-131 LONDT (J. G. H.), VAN DER BIJL (E. B.). — Le cycle évolutif en laboratoire de la tique à deux hôtes, *Rhipicephalus evertsi evertsi* Neumann, 1897 (Acarina : Ixodidae). (The life cycle of the two-host tick *Rhipicephalus evertsi evertsi* Neumann, 1897, under laboratory conditions (Acarina : Ixodidae). *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1977, 44 (1) : 21-28.

Les auteurs discutent le cycle de développement de la tique *Rhipicephalus evertsi evertsi* Neumann, 1897 sous les titres suivants : l'ingestion de sang par les larves ; la chute des larves ; l'ingestion de sang par les nymphes ; la chute des nymphes ; la mue des nymphes ; l'ingestion de sang par les adultes ; la chute des adultes ; la période avant la ponte ; la période de ponte et l'incubation. Le développement des organes reproducteurs du mâle et de la femelle, la gamétogenèse et l'accouplement sont particulièrement étudiés.

Biologie

- 77-132 CUQ (P.), AKAKPO (A. J.), FRIOT (D.). — Caractéristiques biologiques des hématies des bovins de la zone tropicale de l'Afrique de l'Ouest. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 281-292.

Les auteurs étudient les caractéristiques biologiques des érythrocytes des bovins (zébus et taurins) du Sénégal et du Togo. La morphologie, la numération, l'hématocrite, le taux d'hémoglobine, la résistance globulaire et les index de Wintrobe sont tour à tour examinés ainsi que leurs variations en fonction de l'espèce, de la race, de l'état sexuel, de l'âge et de la saison. Les résultats sont comparés à ceux d'autres populations bovines de l'Afrique et des régions tempérées.

Alimentation

- 77-133 MAFWILA (M.), DIMBANI (B.). — Essai sur l'incorporation de levure de brasserie séchée dans la ration de poulet d'engrais. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 303-308.

Quatre rations levurées à 1, 2, 3 et 4 p. 100 ont été testées et comparées à une ration témoin. Les indices de consommation s'amélioraient avec le taux croissant de levure pour les rations qui en contenaient 1, 2 et 3 p. 100, le meilleur indice étant réalisé avec le taux de 3 p. 100. Ce taux de 3 p. 100 a également assuré une meilleure évolution de poids tandis qu'une dépression de croissance fut observée au taux de 4 p. 100.

- 77-134 ADDY (B. L.), THOMAS (D.). — Engraissement intensif de bovins de boucherie par embouche en stabulation dans la plaine de Lilongwe, au Malawi. I. — Type de fourrage, niveau et type de complémentation. (Intensive fattening of beef cattle by stall feeding on the Lilongwe plain, Malawi. I. — Type of forage and level and type of supplementation). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 127-134.

Des expériences ont été conduites avec des bouvillons Zébu Malawi durant trois saisons des pluies pour rechercher les effets de l'alimentation avec des fourrages améliorés (distribués à l'auge) et des compléments sur les performances des animaux.

Les fourrages étaient constitués par du *Panicum maximum*, du *Pennisetum americanum* et le complément par du maïs/son de maïs additionnés ou non de tourteau de coton. En 1973 et 1974, la quantité journalière de complément a été de 0,6, 1,1 et 1,5 p. 100 en M. S. du poids vif du bétail. En 1975, les compléments ont été nulles, maïs/son de maïs ou *Leucaena leucocephala* à 0,6 p. 100 du poids vif. Les gains journaliers des bouvillons ont été semblables avec les deux fourrages excepté en 1975 lorsque ceux nourris avec du *Pennisetum* ont grossi de 19 p. 100 de plus que ceux nourris sur du *Panicum maximum*. Les performances des bouvillons ont augmenté avec la supplémentation alors que déclinait la qualité du fourrage. La signification de ces résultats est discutée.

Zootechnie

- 77-135 **LHOSTE (P.)**. — Note sur un essai de production de jeunes bovins précoces au Cameroun. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, 30 (3) : 309-314.

L'auteur montre qu'il est possible d'obtenir en Adamaoua, à partir de jeunes bovins de race locale et de métis Charolais, des carcasses commercialement intéressantes, grâce à une finition précoce d'environ cinq mois après le sevrage. Les animaux ont été abattus à l'âge de 13-14 mois et les poids moyens des carcasses obtenues sont de 151 kg en race locale et de 172 kg chez les métis taurins. Ces résultats confirment l'intérêt de la race locale, plus rustique, pour l'intensification.

- 77-136 **TRAIL (J. C. M.), BUCK (N. G.), LIGHT (D.) et collab.** — Productivité de bovins de boucherie des races Afrikander, Tswana, Tuli et de métis au Botswana. (Productivity of Africander, Tswana, Tuli and crossbred beef cattle in Botswana). *Anim. Prod.*, 1977, 24 (1) : 57-62.

Les performances de reproduction, la viabilité et la croissance de trois races bovines locales du Botswana, les races Tswana, Afrikander et Tuli, ont été analysées. En trois ans, les taux de vêlages de 1 389 vaches Afrikander, de 305 Tswana et de 357 Tuli ont été respectivement de 64, 5 p. 100, 70,6 p. 100 et 85 p. 100, les différences étant significatives ($P < 0,05$). La mortalité des veaux Afrikander était supérieure, à l'âge de 2 ans (11 p. 100) à celle des Tswana (7,5 p. 100) et des Tuli (7,4 p. 100). Le poids moyen à 18 mois de 219 Tuli était de 284 kg et celui de 454 Tswana de 279 kg, tous deux supérieurs aux 270 kg de 786 Afrikander.

Les estimations de productivité à partir de ces trois paramètres démontrent la valeur de la race Tuli dans les conditions du Botswana.

Les métis obtenus à partir de taureaux Tuli, Bonsmara, Brahman et Simmental et de vaches Tswana ont eu une meilleure croissance.

Les poids à 18 mois de métis Simmental (324 kg) et Brahman (304 kg) étaient significativement supérieurs à celui des Tswana purs (279 kg). Les métis Tuli et Bonsmara, avec 294 et 290 kg, ont également eu des poids supérieurs à celui des Tswana purs.

On recommande actuellement les croisements Brahman sur une grande échelle et l'utilisation de la race Simmental lorsque les conditions d'élevage sont améliorées.

- 77-137 **RENNIE (T.), LIGHT (D.), RUTHERFORD (A.) et collab.** — Productivité de bovins de boucherie en exploitation traditionnelle et améliorée au Botswana. (Beef cattle productivity under traditional and improved management in Botswana). *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (1) : 1-6.

La productivité de bovins de boucherie de race locale élevés au Botswana suivant deux systèmes différents est comparée pendant une période de quatre ans. L'élevage traditionnel sur pâturage commun non clos et le ranching en enclos sont les deux systèmes utilisés. Les pourcentages de vêlage, le poids des veaux à sept mois, la mortalité des veaux et la croissance du sevrage à 18 mois sont respectivement de 46, 4 p. 100, 122,5 kg ; 10,2 p. 100 et 88,5 kg pour le bétail sur pâturage non clos et de 74 p. 100, 177,4 kg, 8,5 p. 100 et 105,8 kg pour le bétail en enclos. Ces résultats entraînent une productivité totale de 51 kg et 120 kg de veau sevré par vache et par an et de 86 kg et 188 kg de taurillon de 18 mois par vache et par an respectivement pour l'élevage traditionnel et celui en enclos.

- 77-138 **FREDRICK (D. F. de)**. — La production porcine aux Iles Salomon. II. — Maladies et parasites. (Pig production in the Solomon Islands. II. — Diseases and parasites). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1977, 9 (3) : 135-139.

Une étude des maladies et parasites des porcs dans les Iles Salomon durant les années 1967-1969 a montré que les maladies infectieuses n'avaient que de faibles

incidences sur la santé des animaux. Quatre espèces d'arthropodes parasites ont été découvertes : une tique, un pou et deux tabanidés. La tique : *Amblyomma cyprium cyprium* était extrêmement rare. Quinze espèces d'helminthes parasites ont été notées parmi lesquelles *Stephanurus dentatus* était la plus répandue.

Toutes les espèces ont été identifiées à l'exception d'un filaridé, dont seuls les microfilaries ont été vus.

Pisciculture

77-139 **LESSENT (P.)**. — **Les méthodes et les systèmes de pisciculture intensive en Afrique tropicale.** *Bois For. Trop.*, 1977 (172) : 71-76.

L'auteur passe en revue les différentes méthodes utilisées en pisciculture tropicale.

Il décrit en particulier la méthode d'élevage des *Tilapia nilotica* par classes d'âges séparées associés à un prédateur, mise au point par les chercheurs du Centre technique forestier tropical en Côte-d'Ivoire.

Il cite les quelques autres espèces de poissons qui ont donné lieu à des essais d'élevage intensif, puis indique les systèmes de pisciculture actuellement utilisés en milieu rural.

Il termine par l'aspect économique de cette activité qu'il serait intéressant de développer en Afrique.

Bibliographie

77-140 **SAUVEL (C.)**. — **Glossines et insecticides.** Thèse Doct. Méd. vét., Alfort, 1977. 315 p., 11 fig., 4 cartes (21 × 29 cm).

La thèse de doctorat vétérinaire présentée par Christian Sauvel constitue un document volumineux, complet, qui, sous le titre « Glossines et insecticides » aborde d'une manière synthétique et critique un sujet toujours d'actualité : celui de la lutte contre les glossines par applications d'insecticides.

Plus que jamais les immenses régions d'Afrique intertropicale, aux pâturages encore inexploités du fait de la menace permanente des trypanosomoses animales, nécessitent une élimination des glossines vectrices de ces maladies pour répondre aux besoins accrus en viande des Etats peu ou non producteurs. Les recherches sont en cours qui visent, soit à mettre au point d'autres méthodes de lutte antivectorielles non polluantes, soit à développer des techniques d'élevage du bétail en milieu infesté. Malgré des résultats intéressants et encourageants obtenus récemment, notamment par les chercheurs de l'I. E. M. V. T. : à Bobo-Dioulasso dans l'application de la méthode de lutte par lâchers de mâles stériles et à Bouaké-Minankro dans l'amélioration des performances du bétail trypanotolérant, la pulvérisation d'insecticides reste encore aujourd'hui la méthode la plus efficace et la plus commode pour assainir les vastes espaces infestés par les tsé-tsé.

Il était donc logique d'examiner plus à fond les avantages et les inconvénients de cette dernière méthode ; c'est ce qu'a fait C. Sauvel dont le travail a le mérite de présenter, pour la première fois, l'ensemble des rapports entre insecticides et glossines, qu'ils se situent au niveau de l'individu (pénétration et mode d'action des insecticides) ou des populations (résultats des campagnes de lutte).

Le développement de cette étude se fait selon quatre parties : — la première rappelle les notions fondamentales concernant la systématique, la répartition géographique, l'anatomie des glossines et expose les résultats des travaux les plus récents relatifs à leur biologie et à leur écologie, en relation avec l'épidémiologie des trypanosomoses ;

— la seconde présente les principaux insecticides employés et insiste plus particulièrement sur leur mode d'action, puis sur les facteurs modifiant leur activité ; elle conduit ainsi à considérer le problème du choix de l'insecticide ;

— la troisième décrit les matériels d'épandage, leur mise en œuvre et met en relief les conséquences des applications de l'insecticide sur les populations de glossines visées ;

— la quatrième passe en revue les principales campagnes de lutte réalisées en examinant leurs aspects techniques et économiques.

S'appuyant sur 149 références, l'ensemble de ce travail, présenté objectivement, est bien équilibré tout au long de ses 289 pages. Il s'en dégage cependant deux aspects, qu'il convient de souligner, liés, l'un à l'action des insecticides, l'autre aux conséquences des campagnes de lutte.

— Le choix d'un insecticide, les modalités de son application constituent des facteurs fondamentaux conditionnant le succès d'une opération de lutte. L'auteur s'applique ainsi à examiner ce que l'on sait des mécanismes de pénétration et d'action des différents insecticides chez les insectes. De cet examen, il apparaît que de nombreux points relatifs à ces questions : pénétration, sensibilité, tolérance, résistance, sont chez les glossines connus d'une façon très fragmentaire et pourraient en conséquence suggérer des recherches plus approfondies.

— Par une discussion bien conduite, C. Sauvel déborde le cadre précis de son sujet en évoquant les imperfections des résultats de campagnes antiglossines et les risques pour le milieu, et plus particulièrement pour l'avenir des zones pastorales « assainies », d'interventions mal préparées et ne s'intégrant pas dans un programme d'aménagement convenablement étudié et exécuté. Il pose ainsi la question de savoir si l'éradication des glossines, seule solution admise, est bien de nature à résoudre à elle seule et de façon définitive les problèmes posés par certains trypanosomes et fait part de son inquiétude au sujet des conséquences lointaines qui peuvent en résulter selon l'usage qui sera fait des terrains assainis.

Ne laissant dans l'ombre aucun des aspects théoriques et pratiques de la lutte contre les glossines par application d'insecticides, l'excellente thèse de Christian Sauvel regroupe en un seul ouvrage tout ce que l'on peut savoir sur cet important chapitre de la lutte antivectorielle.

J. GRUVEL.

77-141 **Méthodes pour la détection des virus de certaines maladies chez les animaux et les produits animaux.** (Methods for the detection of the viruses of certain diseases in animals and animal products). *Information on Agriculture* (Commission des Communautés Européennes), 1976 (16).

La direction générale pour l'Agriculture de la Commission pour les Communautés Economiques Européennes a demandé à l'Agricultural Research Council britannique d'élaborer un document technique fournissant les bases scientifiques d'une police sanitaire des maladies virales à l'entrée de la Communauté, tout spécialement en ce qui concerne les maladies « exotiques ».

Ce manuel reflète ainsi, en priorité, l'expérience anglaise en la matière. C'est pourtant plus qu'un manuel de diagnostic clinique et expérimental car, à la fin de chacun des chapitres, est tirée la quintessence des données exposées pour la mise en œuvre de la conduite à tenir vis-à-vis des animaux vivants et des produits animaux à l'importation. En ce sens, il est précieux.

On pourra pourtant regretter qu'un tel manuel, étant donné l'objectif qu'il se propose, ne soit diffusé qu'en langue anglaise. On regrettera aussi qu'il se présente comme une compilation hétérogène du fait de la diversité des auteurs et, bien plus, que le pas soit donné aux connaissances nosologiques de chacune des maladies, sans que les méthodes du diagnostic (à quelques exceptions près) soient réellement détaillées. En ce sens, un récent manuel français (*) se montre plus riche de renseignements techniques.

Ce dernier ouvrage se montre également plus riche au regard des maladies exotiques considérées. Alors que seules la peste porcine africaine, la fièvre catarrhale, la maladie nodulaire, la clavelée, la peste bovine et la stomatite vésiculeuse figurent dans le recueil de la Communauté, c'est l'ensemble des viroses animales qui sont traitées dans le manuel français. On note ainsi, avec désappointement au milieu d'autres oublis, que la peste équine ne figure pas.

Certaines affirmations sont déroutantes (indication de l'infection du Territoire français par la peste porcine africaine alors que Cuba n'est pas citée), certaines omissions désobligeantes pour les laboratoires officiels français de diagnostic, certaines faiblesses du texte indicatrices du peu d'expérience britannique en la matière (cas de la rage, en particulier). Par contre, d'excellents articles figurent à blue-tongue, maladie de Newcastle, peste bovine, même si pour cette dernière maladie, les vues personnelles du rédacteur sont données comme devant primer celles des chercheurs français.

Au total, ce recueil peut rendre des services pour les scientifiques et vétérinaires anglophones, mais il paraît judicieux d'en allier la lecture à celle du Manuel français déjà cité. Il a sur ce dernier l'avantage de dicter une conduite pratique pour le but que s'est proposé la Communauté.

77-142 **MORNET (P.), ESPINASSE (J.) et collab. — Le veau. Anatomie. Physiologie. Elevage. Alimentation. Production. Pathologie.** Paris, Maloine S. A., 1977. 600 p., 97 fig. et 26 pl. en noir, 15 fig. en coul. en 7 pl. h. t., 148 tabl. (ISBN 2.224.00344-7). Prix : 320 F.

En matière d'élevage et de pathologie des animaux domestiques, les traités en langue française sont peu nombreux.

(*) F. BRICOUT, L. JOUBERT et J. M. HURAUX. — Diagnostic séro-immunologique des viroses humaines et animales, Paris, Maloine S. A., 1974.

Cet ouvrage sur le veau, rédigé par un groupe de travail composé de plus de quarante spécialistes et animé par M. le Dr P. MORNET, Directeur honoraire de l'Institut national de la Recherche agronomique et M. le Pr J. ESPINASSE de l'Ecole nationale vétérinaire, constitue un apport capital en la matière.

Si la pathologie est restée la toile de fond des préoccupations des auteurs, il leur a paru indispensable, après avoir montré l'importance de l'élevage du veau dans l'ensemble de l'élevage bovin en France, de rappeler des notions de base indispensables d'anatomie et de physiologie, et d'exposer les modes d'élevage et d'alimentation qui sont pratiqués pour la production de veaux d'élevage, de veaux de boucherie, de veaux de vaches allaitantes.

Plus de la moitié de l'ouvrage est consacrée aux données relatives à la pathologie. Une première partie traite de la pathologie générale, et envisage l'épidémiologie, l'immunologie générale, la physiopathologie, la pathologie de groupe. La « pathologie spéciale » qui occupe une place importante, étudie les différentes affections infectieuses, parasitaires, métaboliques et nutritionnelles, d'origine génétique, etc., qui peuvent frapper les jeunes bovins.

Une chronologie des troubles pathologiques rassemble, ensuite de façon didactique sous forme de tableaux, les éléments essentiels de la pathologie spéciale en fonction de l'âge des animaux.

Après un chapitre sur les plans de la prophylaxie et sur les programmes de santé, cette synthèse sur le veau s'achève par une étude de la qualité alimentaire et hygiénique de la viande et par une analyse de l'économie de la production en France.

Bien que cet ouvrage soit plus particulièrement consacré à la production du veau en France, il n'en contient pas moins de nombreux titres de nature à largement aider tous ceux qui en régions tropicales s'intéressent au développement et à l'amélioration du troupeau, ainsi qu'à la valorisation de ses produits en luttant contre la mortalité chez les jeunes, ou en facilitant la production de veaux de boucherie par utilisation de sous-produits agricoles alimentaires en accroissement constant.

A ces divers titres, cet ouvrage se doit de figurer, en bonne place, dans leur bibliothèque spécialisée.

77-143 **VAISSAIRE (J. P.). — Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire.** Paris, Maloine, 1977. 450 p., 172 fig., 211 tabl. (ISBN 2.224-00349-8). Prix : 280 F.

La sexualité et la reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire est un problème immense.

En rassemblant les données existantes les plus récentes, comme en témoigne la très importante bibliographie, riche de plus de 6 000 références qui figure à la fin de l'ouvrage, M. VAISSAIRE et ses collaborateurs ont réalisé une synthèse très claire des connaissances actuelles sur un sujet dont les implications économiques apparaissent chaque jour plus évidentes.

La première partie traite de la « sexualité » dans laquelle sont évoquées successivement les notions de sexe, d'endocrinologie sexuelle et de neuro-endocrinologie, d'embryologie, de morphologie et d'histophysiologie comparées des appareils génitaux.

La seconde partie est intitulée « reproduction ». Elle englobe les activités sexuelles mâle et femelle chez les vertébrés amniotes, possédant des glandes mammaires, et vivipares que sont les mammifères, les particularités de la physiologie de la reproduction des principales espèces domestiques et de laboratoire étant systématiquement passées en revue.

Le livre de M. VAISSAIRE est appelé à rendre les plus grands services à tous ceux hommes de terrain ou hommes de laboratoire, qui s'intéressent aux problèmes de la reproduction si importants dans l'économie de l'élevage.

77-144 **EPSTEIN (H.). — Animaux domestiques du Népal.** (Domestic animals of Nepal). New York, London, Holmes and Meier Publ., 1977, XII-131 p., 112 photogr. (ISBN 0-8419-0202-4). Prix : 27,50 \$.

Après une courte introduction sur le Népal et ses habitants, l'auteur consacre un chapitre à chaque espèce animale : bovins, yaks et ses hybrides, buffles, moutons, chèvres, porcs, chevaux, ânes et mulets, chiens. Pour chacune sont donnés la répartition géographique, le mode d'élevage, les caractéristiques physiques, la production. De nombreuses photographies des différentes races illustrent ce texte qui est complété par une liste donnant la traduction en thibétain et en sherpa des termes désignant les bovins, les yaks et leurs hybrides.

Une bibliographie de 98 références, un index des noms d'animaux et un index géographique terminent cet ouvrage indispensable à qui s'intéresse à l'agriculture de ce pays.