

SOMMAIRE N° 2 - 1971

Page

TRAVAUX ORIGINAUX

PROVOST (A.), MAURICE (Y.), BORREDON (C.) - Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. II. Vaccination de veaux nés de mères elles-mêmes vaccinées avec la souche MB 113 Y.	167
CHAMBRON (J.), SARRAT (H.) - Résultats d'une étude sur la valeur comparée du lauryl sulfate de sodium et du bromure de cetylpyridinium pour l'isolement de mycobactéries à partir de prélèvements animaux et humains	173
BERNARD (G.), BOURDIN (P.) - Etat immunitaire actuel, naturel ou acquis du cheptel sénégalais vis-à-vis de la peste bovine, de la maladie des muqueuses, de la rhinotrachéite infectieuse et de la maladie respiratoire à virus Parainfluenza III. . . .	183
RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTONDAMARY (E.) - Etude de quelques propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache	191
ROUMEGOUX (J.), DOUTRE (M.P.) - Etude immunoélectrophorétique du sérum de zébu Gobra au Sénégal. Possibilité de variations saisonnières qualitatives	203
CHAMOISEAU (G.) - <i>Edwardsiella tarda</i> et colimétrie. Un point de bactériologie pratique d'intérêt épidémiologique	215
CAMARA (A.) - Traitement de la péripneumonie contagieuse du bœuf par les antibiotiques - Etude clinique	219
BLANCOU (J.), BLANC (F.) - Note sur la contamination bactérienne des crevettes pêchées à Madagascar	233
UILENBERG (G.) - Etudes sur la cowdriose à Madagascar (1 ^{re} partie)	239
VOHRADSKY (F.) - Signes cliniques, taux d'infestation journaliers, modifications hématologiques et pathomorphologiques sur du bétail infesté artificiellement par <i>Trypanosoma vivax</i>	251
GRABER (M.), TROUETTE (M.), CHAILLOUX (A.) - Utilisation du froid pour la stérilisation des viandes lades à l'abattoir frigorifique de Fort-Lamy	265
TIBAYRENC (R.), ITARD (J.), CUISANCE (D.) - Marquage des glossines par des substances fluorescentes	277
CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.) et ARCHAMBAULT de VENCAY (J.) - Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. I ^{re} partie : Matériel, méthodes et étude de trois fourrages utilisés au Sénégal	287
BOUDERGUES (R.), CALVET (H.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.) - Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. II ^{me} partie : La coque d'arachide en alimentation animale	297
ARCHAMBAULT de VENCAY (J.), CALVET (H.), BOUDERGUES (R.) - Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. III ^e partie : Différences dans l'utilisation des rations entre les zébus Gobra et les taurins Ndama	307
CALVET (H.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.), BOUDERGUES (R.) - Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. IV ^e partie : Evolution des taux de nutriments au cours d'une période de 24 h.	313
MAIGNAN (F.) - Comportement laitier, à Haïti, de vaches Suisse Brune et de race Jersey	319

EXTRAITS-ANALYSES

	Page
Maladies à virus	325
Peste bovine	327
Bactériologie - Maladies bactériennes	327
Mycoplasmoses	329
Rickettsiose	330
Maladies à protozoaires	330
Trypanosomoses	331
Parasitologie	332
Entomologie	333
Biochimie	336
Alimentation	336
Pâturages	338
Zootéchnie	338
Bibliographie	339

INFORMATION

Comptes rendus : Colloque sur l'élevage. Fort-Lamy, 8-13 décembre 1969. Souscription. 342

Le sommaire de la REVUE D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX est signalé dans « CURRENT CONTENTS AGRICULTURAL FOOD AND VETERINARY SCIENCES », Philadelphie.

CONTENTS N° 2 - 1971

	Page
ORIGINAL PAPERS	
PROVOST (A.), MAURICE (Y.), BORREDON (C.) - Rinderpest production in cattle by the measles virus. II. Vaccination of calves from dams vaccinated by the MB 113 Y strain of measles virus	167
CHAMBRON (J.), SARRAT (H.) - Results of a comparative study with alkaline sodium lauryl sulfate and cetylpyridinium bromure for isolation of mycobacteria from animal and human products	173
BERNARD (G.), BOURDIN (P.) - Natural or postvaccinal present immunity of senegalese cattle sheep and goats for rinderpest, mucosal disease, infectious rhinotracheitis and parainfluenza III virus	183
RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTONDRAMARY (E.) - Studies on some physical and chemical properties of the swine encephalomyelitis virus of Madagascar	191
ROUMEGOUX (J.), DOUTRE (M.P.) - Immunoelectrophoretic study of Gobra zebu in Senegal. - Possibility of qualitative seasonal variation	203
CHAMOISEAU (G.) - <i>Edwardsiella tarda</i> and coliform count. A point of practical bacteriology of epidemiological interest	215
CAMARA (A.) - Antibiotherapy of bovine contagious pleuropneumonia	219
BLANCOU (J.), BLANC (F.) - Note about bacterial contamination of shrimps fished in Madagascar	233
UILENBERG (G.) - Studies on cowdriosis in Madagascar. Part I.	239
VOHRADSKY (F.) - Clinical signs, daily rate of infection, physical changes of the blood and pathomorphological changes in cattle artificially infected by <i>Trypanosoma vivax</i>	251
GRABER (M.), TROUETTE (M.), CHAILLOUX (A.) - Use of refrigeration for the sterilisation of measly meat at Fort-Lamy slaughter-house	265
TIBAYRENC (R.), ITARD (J.), CUISANCE (D.) - Marking of tse-tse flies by fluorescent powders	277
CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.) - Research on rumen metabolism in tropical cattle. Part I : material, methods and study of three fodders used in Senegal	287
BOUDERGUES (R.), CALVET (H.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.) - Research on rumen metabolism in tropical cattle. Part II : groundnut shells in animal feeding	297
ARCHAMBAULT de VENCAY (J.), CALVET (H.), BOUDERGUES (R.) - Research on rumen metabolism in tropical cattle. Part III : Differences in ration utilization between Gobra zebu and Ndama cattle	307
CALVET (H.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.), BOUDERGUES (R.) - Research on rumen metabolism in tropical cattle. Part IV : Evolution of nutrient levels over a period of 24 hours	313
MAIGNAN (F.) - Dairy production of Brown - Swiss and Jersey cows in Haïti	319

ABSTRACTS

	Page
Diseases caused by viruses	325
Rinderpest	327
Diseases caused by bacteria	327
Mycoplasmoses	329
Rickettsiosis	330
Diseases caused by protozoan parasites	330
Trypanosomiasis	331
Parasitology	332
Entomology	333
Biochemistry	336
Feeding	336
Pastures	338
Zootechny	338
Bibliography	339

NEWS

Report : Animal breeding Conference. Fort-Lamy, 8-13th december 1969. Subscription. 342

This contents is noted in CURRENT CONTENTS AGRICULTURAL, FOOD AND VETERINARY SCIENCE, Philadelphia.

Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole

II. Vaccination des veaux nés de mères elles-mêmes vaccinées avec la souche MB 113 Y

par A. PROVOST, Y. MAURICE et C. BORREDON (*)

(avec la collaboration technique de Mme G. DUFAU et de M. Z. N'GALDAM)

RESUME

L'inoculation de virus morbillieux souche MB 113 Y à des vaches entraîne chez leurs veaux un état immunitaire inhibant la réceptivité à ce virus. Il en résulte que l'inoculation de virus morbillieux à ces veaux ne les protège plus contre le virus bovine pestique, alors que ce même procédé est efficace chez ceux qui ont des anticorps colostraux antipestiques spécifiques.

Une précédente étude (6) a montré que, si l'on inoculait le virus morbillieux souche MB 113 Y aux veaux nés de vaches vaccinées contre la peste bovine et de ce fait passivement immuns par anticorps antipestiques colostraux, on obtenait une séroconversion entraînant une protection antipestique à un âge auquel le vaccin antipestique de cultures cellulaires était inefficace; la possibilité d'immunisation apportée par le virus morbillieux se situe autour du titre sérique antipestique neutralisant $TN_{50} = 1$ à 1,2. Autrement dit, il est possible de réduire, sans toutefois l'annuler, le « hiatus immunitaire » du jeune âge, conséquence à la fois de la persistance des anticorps maternels et de la vaccination annuelle (5).

Dans la pratique et pour simplifier les opérations de vaccination sur le terrain, il faudrait concevoir un vaccin bivalent (peste-rougeole), voire trivalent (peste-rougeole-péripleurésie), qui serait inoculé sans discrimination aux veaux de lait comme aux jeunes adultes; l'expérience a en effet montré qu'il était déraisonnable de faire confiance aux vaccinateurs pour une indication vaccinale. L'avantage de l'opération résiderait en ce que le plus grand nombre possible de veaux serait ainsi protégé et ne servirait pas de relais multiplicateur du virus bovine pestique dans l'épizootologie de la peste (4). Mais une question se pose alors, qui est celle du devenir immunitaire des veaux à naître des génisses ayant reçu dans leur jeune âge la souche MB 113 Y; ne risque-t-on pas d'obtenir chez ces veaux un blocage de l'immunogénèse du vaccin MB 113 Y par transfert d'anticorps

(*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Recherches Vétérinaires de Farcha - Fort-Lamy, Tchad.

colostraux morbilleux homologues ? L'expérience suivante a été conçue pour y répondre.

MATERIEL ET METHODES

1. *Plan expérimental*

Vacciner avec le virus morbilleux des génisses devant être mises en reproduction puis, après naissances, vacciner à leur tour les veaux avec le même virus morbilleux; apprécier la cinétique des anticorps antimorbilleux et antipestiques et enfin éprouver leur résistance par inoculation de virus bovipestique caprinisé.

Pour des raisons de commodité et afin de retrouver le plus grand nombre possible de veaux, l'expérience a été menée à la ferme expérimentale de Fianga au Tchad (*).

2. *Vaccin antimorbilleux*

Un lot de vaccin expérimental de la souche MB 113 Y (8) est préparé en cultures secondaires de rein d'embryon de veau. La récolte (liquide de cultures cellulaires du 10^e jour après l'infection) est diluée au 1/10 en peptone à 5,5 p. 100 puis lyophilisée. Son titre exprimé en doses cytopathogènes est alors de 10^{4.2} DCP₅₀/ml de vaccin, reconstitué à son volume initial d'avant la lyophilisation.

3. *Bovins d'expérience*

Des génisses âgées de 3 ans environ ont été achetées dans les environs de Massakory, au Tchad. Elles ont été vaccinées contre la peste et la péripneumonie avec le vaccin mixte antipestique-antipéripneumonique au moins une fois (lors de leur achat) et dirigées sur la ferme de Fianga où elles sont entretenues en semi-liberté au pâturage. La plupart d'entre elles sont gestantes à l'entrée en expérience. En mars 1968, elles reçoivent par voie intramusculaire une injection de 10^{4.2} DCP₅₀ de virus morbilleux, soit 1 ml de vaccin reconstitué non dilué, après une prise de sang destinée aux contrôles sérologiques.

Elles vèlent de juin à octobre. En novembre, on effectue une prise de sang sur les veaux,

qui reçoivent à leur tour une injection intramusculaire de la même quantité du même vaccin. Etant donné le mode d'élevage (séparation des veaux d'avec leur mère après les premières tétées et allaitement artificiel), la rareté de la main-d'œuvre locale qualifiée et l'éloignement de la station, il n'a pas été possible de disposer des sérums individuels des vaches mères des veaux vaccinés. On verra que cela n'a guère été gênant car ce qui était important était de suivre le devenir des veaux; ces vaches cependant ont toutes subi les mêmes traitements vaccinaux et l'on verra qu'elles constituent un groupe homogène.

On fait aux veaux vaccinés une nouvelle prise de sang 70 jours plus tard. Ils sont éprouvés 7 mois après la vaccination à la période où se situe le « hiatus immunitaire » par inoculation sous-cutanée de virus bovipestique caprinisé en même temps que 20 veaux non vaccinés des mêmes classes d'âge qui servent ainsi de témoins.

On effectue chaque jour pendant une semaine le relevé des températures rectales, ce qui permet de classer les animaux en réagissant ou non réagissant selon que leur température dépasse ou non 39,5°.

4. *Techniques sérologiques*

Elles sont classiques, faisant appel à l'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse (IHM) (1) et à la séro-neutralisation du virus bovipestique en cultures cellulaires (SN) (3). On notera toutefois que, dans l'expression des résultats, on n'affirmera pas la qualité homologue ou hétérologue des anticorps étant donné leur ambivalence pour l'une et l'autre des réactions employées.

RESULTATS

1. *Etat immunitaire des génisses avant inoculation morbilleuse*

Sur 86 génisses en expérience, 85 possédaient des anticorps antipestiques neutralisant au titre minimal de $TN_{50} = 10^1$ et 49, soit 57 p. 100, des anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse, attestant l'excellence de leur couverture vaccinale.

2. *Cinétique des anticorps sériques des veaux*

Elle est colligée dans le tableau I.

(*) Il nous est particulièrement agréable de remercier ici notre confrère R. WILLEMBRINCK, de l'aide bilatérale allemande, qui a bien voulu mettre ces animaux à notre disposition et a surveillé le bon déroulement de l'expérience.

TABLEAU N° I

Immunogénèse antimorbilleuse et antipestique de veaux nés de génisses vaccinées avec le virus morbilleux souche MB 113 Y.

Numéros	Vaccination des veaux (5.II.63)		Saignée (21.1.69)		Epreuve (15.5.69) VCP	
	Age	IHM	IHM	SN		
4.8		-	0	4	>1,2	NF
8.8	3 mois	-		-	>1,2	+
16.8	3 semaines	-		-	0	NF
19.8	3 mois	-		-		NF
20.8		-		4	>1,2	-
27.8	5 mois	-	> 1,2	2	>1,2	NF
29.8		-		2	>1,2	NF
37.8	4 mois	-		8	>1,2	NF
38.8		-	> 1,2	8	>1,2	-
39.8		-	> 1,2	-		NF
40.8		-		-	>1,2	NF
44.8	5 mois	-	> 1,2	-		+
45.8	5 mois	-	> 1,2	-		+
91.8		-		-		NF
97.8		-	0,3	16	>1,2	NF
128.8	3 semaines	32	> 1,2	16	>1,2	+
158.8		-		-	>1,2	+
165.8	3 semaines	8		4	>1,2	+
183.8	3 semaines	-	> 1,2	-	>1,2	+
186.8		-	> 1,2	-	>1,2	+
189.8		2		2	>1,2	+
193.8		32		4	>1,2	+
217.8	3 semaines	4	> 1,2	-	0,9	+
257.8		2		-	>1,2	+
264.8	5 mois	-		-	0,3	+
294.8	2 mois	-	0,9	2	0,6	+
300.8	15 jours	16	> 1,2	Tr	>1,2	+
310.8	15 jours	8	> 1,2	8	>1,2	-
340.8	3 semaines	4	> 1,2	16	>1,2	+
342.8	15 jours	2	> 1,2	2	0,9	+
343.8	3 semaines	-	> 1,2	2	>1,2	+
351.8	15 jours	4	> 1,2	-	>1,2	+
530.8	5 mois	2	> 1,2	-	>1,2	+
534.8	3 mois	-	0	2	Tr	NF
547.8		-	> 1,2	2	>1,2	-
600.8	3 semaines	-	0	8	0,6	+

Les titres sériques sont exprimés par l'inverse de la fraction de la dilution inhibant l'hémagglutination morbilleuse (IHM) ou l'exposant \log_{10} de la dilution neutralisant un virus bovine pestique en cultures cellulaires (SN) - VCP: épreuve par le virus pestique caprinisé - NF: test non fait.

Plusieurs remarques peuvent être faites :

a) avant la vaccination :

- concernant la présence d'anticorps morbilleux chez les veaux. Ces veaux, nés de mères elles-mêmes vaccinées avec un virus morbilleux, ont une fréquence d'anticorps IHM (34 p. 100) de beaucoup supérieure à celle normalement trouvée chez des veaux de la même moyenne d'âge (11 p. 100 maximum) (6);
- concernant la présence (et le titre) des anticorps neutralisant le virus bovine pestique qui paraît être normale (85 p. 100) pour la classe d'âge, voire supérieure comme par exemple chez les veaux 27.8, 44.8, 530.8.

b) après la vaccination :

- concernant les immunogénèses antipestique

et antimorbilleuse, ce que résument les tableaux 2 et 3.

Les chiffres du tableau 2 sont éloquentes si on les compare à ceux de la première expérience de vaccination morbilleuse des veaux (6) : alors que chez les veaux à seule immunité antipestique colostrale, la présence d'anticorps morbilleux (dans ce cas, hétérologues) n'entrave pas l'immunogénèse antipestique, il est patent qu'il n'en est rien dans la présente expérience; les anticorps antimorbilleux colostraux, reflets de la vaccination antimorbilleuse des vaches mères des veaux, abolissent toute immunogénèse antipestique spécifique que pourrait induire la vaccination hétérologue de ces mêmes veaux.

Il en est de même de l'immunogénèse

TABLEAU N°II

Immunogénèse antipestique en fonction de la présence d'anticorps antipestiques ou antimorbilleux colostraux.

Veaux sans anticorps neutralisant le virus pestique.		Veaux avec anticorps neutralisant le virus pestique	
<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>	<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>
3	0	2	14
Veaux sans anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse.		Veaux avec anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse.	
<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>	<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>
7	1	0	11

TABLEAU N°III

Immunogénèse antimorbilleuse en fonction de la présence d'anticorps antipestiques et antimorbilleux colostraux.

Veaux sans anticorps neutralisant le virus pestique		Veaux avec anticorps neutralisant le virus pestique	
<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>	<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>
3	0	6	11
Veaux sans anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse.		Veaux avec anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse.	
<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>	<u>montée anticorps</u>	<u>0 montée anticorps</u>
12	7	0	12

antimorbilleuse en fonction de la présence d'anticorps morbilleux colostraux (tableau 3).

significative (64 p. 100 de réagissant pour ceux-là, 68 p. 100 pour ceux-ci).

DISCUSSION

3. Epreuve capripastique

Il est dommage que lors de cette épreuve de nombreux veaux (répertoriés NF dans le tableau I) n'aient pu être disponibles. On ne trouve que 4 veaux sur 25 qui paraissent être protégés (ou tout au moins 4 sur 25 qui ne réagissent pas à l'épreuve); dans le groupe de veaux témoins, nés eux aussi de génisses vaccinées avec le virus morbilleux mais n'ayant pas reçu la souche MB 113 Y dans leur jeune âge, on en trouve 17 sur 20 qui présentent une montée thermique. La différence n'est pas

De ces constatations, il est aisé de tirer la conclusion que la vaccination morbilleuse des vaches entrave l'immunogénèse antipestique et la protection apportée normalement aux veaux par la souche MB 113 Y. Il se pourrait, certes, que les anticorps antimorbilleux (et antipestiques) induits chez les vaches déclinent avec le temps et arrivent à être à un titre tel qu'ils n'entravent plus l'immunogénèse active; on ne peut rien en dire dans le cas présent où les vaches ont été vaccinées de 6 à 9 mois avant la naissance de leurs veaux. Toutefois, dans l'optique de cette étude qui était celle de la

vulgarisation possible d'un vaccin trivalent (peste, rougeole, péripneumonie) inoculé tous les ans indifféremment aux bovins quel que soit leur âge, on accordera que l'on ne garde que peu de chance de succès.

Dans l'état actuel de la question et malgré son efficacité certaine, une vaccination antipestique hétérologue généralisée des veaux avec le virus de la rougeole souche MB 113 Y ne peut être recommandée étant donné l'hypothèque qu'elle entraîne pour la génération suivante. Se reportant à la pathologie comparée, il est intéressant de noter que la même situation prévaut chez la chienne qui, dans son jeune âge, a reçu une inoculation de virus morbillieux. Elle donne par la suite naissance à des chiots qui hébergent des anticorps antimorbillieux; ces anticorps les empêchent d'être protégés par le

virus morbillieux qu'ils reçoivent à l'âge de 3 semaines, alors que des chiots nés de mère non vaccinée avec le virus de la rougeole sont protégés par ce même virus morbillieux lors de l'épreuve par le virus de Carré (2, 7, 9).

Au total et pragmatiquement, le problème de la protection des veaux contre la peste bovine, qu'elle soit homologuée par les vaccins antipestiques ou hétérologue par le vaccin morbillieux, n'est pas encore résolu; on ne peut, pour le moment, que recommander, ainsi que cela a déjà été fait (5), de faire repasser les équipes de vaccination quelques mois après leur première tournée pour « rattraper » les veaux qui, trop jeunes, n'auraient pas été immunisés lors du premier passage. Cette double vaccination est elle aussi recommandée pour la vaccination des chiots contre la maladie de Carré.

SUMMARY

Rinderpest production in cattle by the measles virus. II. Vaccination of calves from dams vaccinated by the MB 113 Y strain of measles virus

Heifers inoculated with the MB 113 Y strain of measles virus give birth to calves which do not respond to an inoculation of measles vaccine, although this vaccine is effective in protecting against rinderpest calves harbouring homologous rinderpest colostral antibodies.

RESUMEN

Protección antipestífica dada a los bovinos por el virus del sarampión. II. Vacunación de los terneros nacidos de vacas ellas mismas vacunadas con la cepa MB 113 Y

La inoculación de virus morbillosos, cepa MB 113 Y, en vacas tiene por consecuencia en sus terneros un estado de inmunidad inhibiendo la receptividad a dicho virus. Resulta de esto que la inoculación de virus morbillosos en estos terneros ya no les protege contra el virus de la peste bovina, mientras el mismo procedimiento es eficaz en los que tienen anticuerpos del calostro antipestíficos específicos.

BIBLIOGRAPHIE

1. BÖGEL (K.), ENDERS-RUCKLE (G.) et PROVOST (A.), « Une réaction sérologique rapide de mesure des anticorps antibovipestiques », *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 1964, **259**, groupe 13 (2) : 482-84.
2. EVANS (J. M.), KEEBLE (S. A.), « Partial vaccination of puppies », *Vet. Rec.*, 1966, **78** (12) : 431.
3. PROWRIGHT (W.), FERRIS (R. D.), « Rinderpest virus in tissue culture. III. Stability of cultured virus and its use in virus neutralization test », *Arch. ges. Virusforsch.*, 1961, **11**, 516-33.
4. PROVOST (A.), « Réflexions sur l'épizootologie de la peste bovine vue à la lumière de connaissances récemment acquises », Communication au colloque OCAM sur l'Élevage, Fort-Lamy, 8-13 déc. 1969.
5. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et MAURICE (Y.), « Essai de vaccination antibovipestique de veaux passivement immuns par anticorps d'origine colostrale avec un vaccin inactivé préparé en cultures cellulaires », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 473-79.
6. PROVOST (A.), MAURICE (Y.), BORREDON (C.), « Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. Application aux veaux passivement immuns par anticorps maternels », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 145-64.
7. PRYDIE (J.), « Distemper immunization », *Vet. Rec.*, 1968, **82** (6) : 174.
8. SCHWARTZ (A. J. F.), ZIRBEL (L. W.), « Propa-

gation of measles virus in non primate tissue culture. I. Propagation in bovine kidney tissue culture », *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1959, **102** : 711-14.

9. TORNEY (H. L.), BORDT (D. E.) et THEODORE (H.), « Persistence of measles antibodies in dogs

vaccinated with measles virus and the effect of passively — transferred measles antibodies on vaccination of puppies with measles virus », *Vet. Med./Sm. Anim. Clin.*, 1976, **62** : 1065-69.

Résultats d'une étude sur la valeur comparée du lauryl sulfate de sodium et du bromure de cetylpyridinium pour l'isolement de Mycobactéries à partir de prélèvements animaux et humains

par J. CHAMBRON (*) et H. SARRAT (**)

RESUME

Les auteurs donnent les résultats d'une enquête comparative du lauryl sulfate de sodium alcalin et du bromure de cetylpyridinium comme agents d'homogénéisation et de décontamination pour l'isolement de mycobactéries sur les milieux à l'œuf.

Ces deux produits sont expérimentés sur 25 prélèvements d'origine humaine (crachats) et sur 26 prélèvements d'origine animale (ganglions à tubercules caséux ou infectés artificiellement).

La technique utilisant le lauryl sulfate alcalin se montre la plus favorable, pour les deux types de prélèvements. Ses avantages compensent largement les légers inconvénients qu'entraîne la nécessité d'une neutralisation.

Grâce à sa faible toxicité, le cetylpyridinium conserve tout son intérêt en Afrique comme agent de transport des prélèvements récoltés loin du laboratoire.

I. INTRODUCTION

L'efficacité d'une méthode d'isolement des mycobactéries sur milieux à l'œuf classiques dépend essentiellement des qualités de l'agent de décontamination utilisé. De nombreux produits sont tout d'abord essayés dans différents pays selon des modalités très variées : hydroxyde de soude (Petroff), carbonate d'ammonium (Goldie), acide chlorhydrique (Mac Nab), phosphate tri-sodique (Corper et Stoner), acide oxalique (Corper et U. yei), acide sulfurique (Saenz et Costil), etc. Aucun d'eux ne donne entièrement satisfaction car tous se montrent encore trop toxiques vis-à-vis du bacille de Koch. Seule se dégage progressivement une méthode efficace de traitement des prélève-

ments pathologiques, faisant appel à une homogénéisation acide ou alcaline, suivie d'une neutralisation puis d'une centrifugation.

En France, l'hydroxyde de soude et l'acide sulfurique gardent pendant longtemps la faveur des bactériologistes. Mais l'apparition de corps chimiques nouveaux révélant des propriétés très intéressantes relance l'intérêt des chercheurs. GERNEZ-RIEUX, BETHOUART et TACQUET étudient l'action des ammoniums quaternaires (3). TACQUET, TISON, avec divers collaborateurs, expérimentent certains détergents tensio-actifs, le Teepol 410 basique (11, 6) puis, lorsque sa fabrication est arrêtée, le lauryl sulfate de sodium (7). Des études comparatives de ce dernier avec les décontaminants classiques ou des produits étrangers (Sipon, Rodalon, Nekal BS, ...) et la mise au point d'une technique efficace font ainsi l'objet de diverses publications (8, 9, 13). En 1968,

(*) Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires de Dakar-Hann.

(**) Institut Pasteur de Dakar.

LANGEROVA et TACQUET (4) le testent vis-à-vis de 8 autres produits. Tous ces travaux démontrent la supériorité du lauryl sulfate de sodium alcalin pour l'isolement des mycobactéries sur milieu à l'œuf à partir des crachats. Son usage est étendu à la recherche de ces mêmes germes dans le lait, les produits laitiers (10) et dans les viandes (12).

Mais il est un autre produit, expérimenté en Allemagne fédérale en 1960, le bromure de cétylpyridinium (1) qui, très utilisé à l'étranger, est largement employé depuis de nombreuses années en Afrique francophone par les principaux laboratoires étudiant les mycobactéries. Cet ammonium quaternaire possède des propriétés très intéressantes pour les pays chauds, en particulier celle d'être un bon milieu de transport pour les prélèvements destinés au laboratoire. Il se montre, en effet, très peu nocif vis-à-vis du bacille tuberculeux, même au cours d'un contrat prolongé à la température ambiante, généralement élevée en Afrique.

En dépit de ses qualités dignes d'attention, aucune étude qualitative comparée entre le lauryl sulfate et le bromure de cétylpyridinium n'a jusqu'ici été, à notre connaissance, publiée.

C'est pour combler cette lacune que nous nous sommes attachés à comparer ces deux produits, en opérant, dans des conditions rigoureusement identiques, sur les mêmes prélèvements animaux (broyat d'organes) et humains (crachats).

II. MATERIEL - METHODES

1. Matériel

L'expérimentation porte sur 51 prélèvements, soit 26 d'origine animale et 25 d'origine humaine.

1.1. Prélèvements d'origine animale

Ils sont tous récoltés à l'abattoir de Dakar sur des animaux apparemment sains et comprennent cinq ganglions préscapulaires et trachéo-bronchiques de bovins et 21 ganglions mésentériques de porcs. Cinq prélèvements d'origine porcine présentent des tubercules caséux multiples et sont positifs à l'examen optique après coloration (présence de bacilles acido-alcoolo-résistants). Les autres ganglions ne présentent aucune lésion anatomo-pathologique visible.

1.2. Prélèvements d'origine humaine

Ils sont constitués par 25 crachats humains fortement positifs à l'examen optique (présence de très nombreux bacilles acido-alcoolo-résistants).

2. Méthodes

2.1. Préparation des prélèvements d'origine animale

Chaque fois que cela est possible, les cultures comparatives sont effectuées à partir de ganglions provenant d'animaux naturellement infectés (5 prélèvements de porcs). Les cas de tuberculose étant rares à l'abattoir de Dakar, les autres analyses portent sur des broyats ganglionnaires contaminés artificiellement au Laboratoire. La technique est la suivante : broyage du ganglion au mortier en présence d'eau distillée et de sable stérile — récolte du liquide surnageant — les ganglions sans lésions apparentes sont contaminés artificiellement par adjonction de deux ôses de raclage d'une culture jeune (10 à 20 jours d'étuve) de *Mycobacterium tuberculosis* suivie d'une homogénéisation soignée dans un microbroyeur M.S.E. Deux parties égales de 2 ml chacune, exactement mesurées à la pipette de précision, sont prélevées sur le volume total de liquide surnageant. L'une sera traitée par le lauryl sulfate alcalin, l'autre par le bromure de cétylpyridinium.

2.2. Préparation des prélèvements d'origine humaine

On prélève de la même façon deux parties égales de 2 ml chacune, qui sont traitées comme ci-dessus.

2.3. Traitement par le lauryl sulfate de sodium sodique (L.S.S.)

Il est pratiqué selon la méthode préconisée par TACQUET et TISON (7, 9) :

a) Homogénéisation - décontamination

Deux ml de liquide surnageant ou de crachat sont additionnés de 3 ml (exactement mesurés à la pipette) de la solution suivante :

— lauryl sulfate de sodium pur (1)	
pour analyse	30 g
— hydroxyde de sodium pur en pastilles	
	10 g

(1) SERLABO - 26, rue Saint-Gilles, 75 - Paris 3^e.

— eau distillée — q.s.p. 1.000 ml
(dissoudre le lauryl dans l'eau chaude et ajouter ensuite l'hydroxyde de sodium. Conserver la solution à l'étuve à 37°).

Pour éviter les souillures de parois, le mélange est transvasé dans un second tube à centrifuger conique stérile, d'au moins 60 ml et bouchant hermétiquement; il est agité 30 minutes avec un agitateur mécanique (appareil utilisé : agitateur oscillant Prolabo).

b) Lavage - neutralisation

La quantité nécessaire de la solution suivante (stérilisée à l'autoclave) :

— acide phosphorique	1,5 ml
— pourpre de bromocrésol à 1/250	2 ml
— eau distillée — q.s.p.	1.000 ml

est versée progressivement sur le produit homogénéisé alcalin, de couleur bleue, jusqu'au virage au jaune paille (retour à une légère acidité, avec formation d'un précipité discret facilitant la centrifugation des germes).

c) Centrifugation 30 minutes à 3.000 t/mn

Le surnageant est rejeté et le culot parfaitement égoutté.

Toutes ces opérations sont faites aseptiquement.

2.4. Traitement par le bromure de cétalpyridinium⁽²⁾

Il est pratiqué selon la méthode de BERENCSI, HIDEG et VECSEY (1) :

a) Homogénéisation - décontamination

A 1 volume de crachat ou de liquide surnageant, on ajoute 5 volumes de B.C.P. en solution aqueuse à 1 p. 100. Le mélange, transvasé en tube à centrifuger à fermeture hermétique, est agité 15 minutes, puis porté dans une étuve à 37° pendant 24 heures.

b) Centrifugation : au bout de ce temps, on procède de la même façon que pour le L.S.S.

2.5. Ensemencement - cultures - expression des résultats

On ajoute la quantité d'eau distillée juste suffisante pour ensemercer la totalité du culot sur le nombre de tubes choisis et pour pratiquer les dilutions nécessaires. A la suite de

quelques tâtonnements, nous avons adopté la méthode quantitative suivante :

— Pour chacun des prélèvements de crachats, richement contaminés, on pratique des dilutions décimales jusqu'à 10^{-5} . Seules les dilutions 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} sont ensemencées sur milieu de base de Coletsos, à raison de 4 tubes par dilution, et de 0,2 ml exactement mesurés à la pipette graduée dans chacun des tubes.

— Pour les prélèvements d'origine animale, on effectue des dilutions décimales jusqu'à 10^{-3} . Le surnageant non dilué et chacune des dilutions sont ensemencés, chacun sur cinq milieux de Lowenstein-Jensen (0,2 ml par tube).

Les tubes sont gardés au moins 15 jours en position horizontale (bouchon légèrement dévissé pendant 24 heures) puis redressés. Les cultures sont conservées deux mois à l'étuve à 37°.

La richesse des cultures est évaluée arbitrairement de la façon suivante :

- 0 à 200 colonies : comptage exact des colonies;
- 200 à 400 colonies : comptage approximatif des colonies;
- incomptable (culture en nappe) : ≥ 500 (500 colonies ou plus).

Pour chaque dilution, le résultat est exprimé en nombre moyen de colonies par tube, calculé sur l'ensemble des tubes de cette dilution. En cas de cultures en nappes, ce nombre moyen est précédé du signe \geq (nombre de colonies égal ou supérieur à ...).

III. RESULTATS

(Abréviations utilisées : L.S.S. = lauryl sulfate de sodium alcalin — B.C.P. = bromure de cétalpyridinium).

Selon l'obtention de cultures à des dilutions semblables ou différentes d'une part, et selon la richesse de ces cultures aux mêmes dilutions d'autre part, les résultats peuvent être classés en trois catégories :

- un des deux produits permet d'obtenir des cultures à des dilutions plus élevées, et se montre ainsi très nettement supérieur à l'autre;

(2) Bromure de cétalpyridinium n° 2386/B - B.B.L. - 33, rue Voltaire, Puteaux - Seine.

- un des deux produits permet d'obtenir des cultures plus riches, aux mêmes dilutions, et se montre plus favorable que l'autre;
- les deux produits donnent des résultats sensiblement identiques.

Les chiffres indiqués dans les tableaux suivants représentent le total des nombres moyens de colonies et le nombre de prélèvements à colonies en nappe incomptable. Ce dernier chiffre complète le premier, surtout pour les dilutions les plus faibles à culture en nappe où l'erreur par défaut est souvent importante, le

nombre réel de colonies dépassant largement le nombre de 500 retenu arbitrairement.

1. Prélèvements d'origine animale

Au total, 26 prélèvements : 3 donnent des résultats inutilisables (1 est souillé et 2 autres dont 1 prélèvement pathologique ne montrent aucune culture), 23 donnent des résultats exploitables (4 prélèvements pathologiques et 19 contaminés artificiellement).

- 1.1. L.S.S. très nettement supérieur au B.C.P. : 13 prélèvements sur 23 (dont 3 prélèvements pathologiques sur 4).

TABLEAU N° I

	Pur		10^{-1}		10^{-2}		10^{-3}	
L.S.S. Total des colonies incomptable	≥ 2912	5	≥ 1249,2	1	≥ 583,2	1	≥ 506,6	1
B.C.P. Total des colonies incomptable	≥ 1077,2	1	≥ 158,8	0	≥ 17,8	0	0	0

4 prélèvements (dont 2 pathologiques) sont négatifs avec le B.C.P. et positifs avec le L.S.S.

- 1.2. L.S.S. plus favorable que le B.C.P. : 7 prélèvements sur 23 (dont 1 prélèvement pathologique).

TABLEAU N° II

	Pur		10^{-1}		10^{-2}		10^{-3}	
L.S.S. Total des colonies incomptable	≥ 2552	5	≥ 2509,6	5	≥ 2162	4	≥ 1400	2
B.C.P. Total des colonies incomptable	≥ 2554	5	≥ 2180,2	4	≥ 742,2	1	80	0

- 1.3. Résultats identiques avec le L.S.S. et le B.C.P. : 2 prélèvements sur 23.

TABLEAU N° III

	Pur	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
L.S.S. Total des colonies	246,6	31	3	0
B.C.P. Total des colonies	221	28,6	4	0

1.4. B.C.P. plus favorable que le L.S.S. : 1 prélèvement sur 23

TABLEAU N° IV

	Pur	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
L.S.S.				
Total des colonies	≥ 500	≥ 500	≥ 174	≥ 29
B.C.P.				
Total des colonies	≥ 500	≥ 500	≥ 500	178

2. Prélèvements d'origine humaine

Au total, 25 prélèvements : 4 donnent des résultats inutilisables (2 sont souillés, 2 autres

ne montrent aucune culture), 21 sont exploitables.

2.1. L.S.S. très nettement supérieur au B.C.P. : 12 prélèvements sur 21.

TABLEAU N° V

	10^{-1}		10^{-3}		10^{-5}	
	≥		≥			
L.S.S.						
Total des colonies incomptable	≥ 3547,25	7	≥ 1634	3	118,50	0
B.C.P.						
Total des colonies incomptable	≥ 652	1	12,25	0	0	0

4 prélèvements sont négatifs avec le B.C.P. et positifs avec le L.S.S. (pour un cinquième prélèvement, une seule colonie moyenne à 10^{-1}

avec le B.C.P., et culture jusqu'à 10^{-5} avec le L.S.S.).

2.2. L.S.S. plus favorable que le B.C.P. : 6 prélèvements sur 21.

TABLEAU N° VI

	10^{-1}		10^{-3}		10^{-5}	
	≥					
L.S.S.						
Total des colonies incomptable	≥ 3000	6	138	0	40	0
B.C.P.						
Total des colonies incomptable	≥ 693	1	20,75	0	7,75	0

2.3. Résultats identiques avec le L.S.S. et le B.C.P. : 2 prélèvements sur 21.

2.4. B.C.P. très nettement supérieur au L.S.S. : 1 prélèvement sur 21.

TABLEAU N°VII

	10^{-1}	10^{-3}	10^{-5}
L.S.S. Total des colonies	35	0	0
B.C.P. Total des colonies	14	0	0

TABLEAU N°VIII

	10^{-1}	10^{-3}	10^{-5}
L.S.S. Total des colonies	41	2	0
B.C.P. Total des colonies (incompt.)	≥ 500	21	1

3. Résultats généraux (addition des divers résultats)

3.1. Prélèvements d'origine animale

TABLEAU N°IX

	Pur		10^{-1}		10^{-2}		10^{-3}	
L.S.S. Total des colonies incomptable	$\geq 6210,6$	11	$\geq 4289,8$	7	$\geq 3248,2$	5	$\geq 2084,6$	3
B.C.P. Total des colonies incomptable	$\geq 4352,2$	7	$\geq 2867,6$	5	≥ 938	2	109	0

3.2. Prélèvements d'origine humaine

TABLEAU N° X

	10^{-1}		10^{-3}		10^{-5}	
L.S.S. Total des colonies incomptable	$\geq 6623,25$	13	≥ 1774	3	158,5	0
B.C.P. Total des colonies incomptable	≥ 1859	3	54	0	8,75	0

De l'examen de ces divers résultats, on peut conclure que le lauryl sulfate de sodium alcalin, utilisé selon la technique décrite, donne de meilleurs résultats que le bromure de cétalpyridinium pour isoler des mycobactéries par culture sur des milieux à l'œuf, à partir de produits pathologiques d'origine animale ou humaine. Ainsi, il permet la culture de *M. tuberculosis*

dans sept prélèvements vis-à-vis desquels le B.C.P. se montre défaillant (absence de culture). D'une façon générale le lauryl sulfate donne des cultures plus abondantes, et positives à des dilutions souvent plus élevées que celles obtenues avec le cétalpyridinium. Il facilite notamment la mise en culture des prélèvements pauci-microbiens.

IV. DISCUSSION

Interprétation des résultats chiffrés

La méthode quantitative utilisée dans cette étude, comme toutes les méthodes de titrage actuelles, est basée sur la numération des colonies apparaissant sur les milieux à l'œuf après ensemencement de dilutions décimales jusqu'à 10^{-3} ou 10^{-5} . Or, contrairement à ce qui se passe avec la plupart des autres germes microbiens, on sait combien cette numération est difficile et infidèle avec les mycobactéries, germes à dispersion malaisée. Les difficultés augmentent avec le nombre de colonies. C'est ce qui nous a incité, à l'exemple d'autres auteurs traitant du même sujet, à utiliser un système de notation arbitraire pour exprimer les résultats des cultures.

D'autre part, l'usage montre que les divers chiffres obtenus pour une même série de dilutions décimales sont souvent loin d'être proportionnels et conformes à ce qu'ils devraient être en fonction de ces dilutions. Ils sont souvent bien plus élevés qu'on ne l'attendait. Cela tient à la présence de gros amas de germes au sein du produit pathologique. Leur fragmentation, très incomplète avec les méthodes de broyage usuelles, est facilitée par les manipulations successives à l'occasion des dilutions et des ensemencements. Plusieurs auteurs font allusion à ce problème (2).

Nos prélèvements, principalement ceux d'origine humaine, n'échappent pas à ce phénomène. Les prélèvements contaminés artificiellement, du fait même de leur homogénéisation soignée dans un micro-broyeur, y semblent moins sensibles.

Compte tenu de ces remarques, les chiffres indiqués dans les tableaux de résultats sont très imprécis et ne peuvent donner lieu à aucun calcul statistique comparatif. Mais les différences constatées, bien qu'impossibles à évaluer avec rigueur, sont suffisantes pour reconnaître sans ambiguïté qu'un des deux produits donne des résultats nettement plus favorables que l'autre.

Valeur comparative des deux produits Avantages et inconvénients de chacune des deux méthodes utilisées

Les avantages du lauryl sulfate par rapport

à divers autres produits (auxquels il convient d'ajouter maintenant le cétylpyridinium) ont déjà été précisés par TISON, TACQUET et leurs collaborateurs dans leurs publications. Nous ne ferons que les rappeler brièvement :

- meilleure homogénéisation, d'où examen microscopique amélioré;
- culture plus riche en colonies;
- décontamination meilleure;
- respect de la qualité du milieu à l'œuf (absence de protéolyse).

Un des inconvénients de la méthode au lauryl sulfate alcalin est qu'elle exige une neutralisation. Celle-ci améliore considérablement les résultats (8), mais représente une manipulation supplémentaire qui entraîne une perte de temps (surtout pour les cultures d'échantillons en série) et augmente les possibilités de contamination secondaire. Ces inconvénients nous semblent cependant mineurs : la neutralisation, basée sur le virage d'un indicateur coloré incorporé à la solution acide, est effectuée très rapidement. Le respect des conditions d'aseptie habituelles montre que les contaminations sont très rares. Nous pensons que l'augmentation sensible des résultats positifs compense largement les désavantages constatés.

Le bromure de cétylpyridinium se révèle un moins bon agent d'homogénéisation de décontamination que le lauryl sulfate.

Le grand avantage de la technique utilisant ce produit est sa plus grande simplicité, due à l'absence de neutralisation. Un autre avantage, plus réel à nos yeux, est que le cétylpyridinium se montre remarquablement peu nocif vis-à-vis du bacille de Koch. Diverses études sont en cours, conduites en particulier par l'un de nous à Dakar (5); elles montrent qu'on peut laisser agir ce produit sur des crachats à la température ambiante pendant plusieurs jours sans diminuer sensiblement le taux de positivité des cultures. On peut donc envisager son utilisation comme milieu de transport en Afrique et dans les pays chauds, dans les conditions du travail en brousse. Pour le travail de routine au laboratoire, cet avantage se révèle évidemment sans intérêt.

V. CONCLUSION

Pour les isollements de mycobactéries par culture sur milieux à l'œuf, le lauryl sulfate donne de meilleurs résultats que le cétalpyridinium, quelle que soit l'origine humaine ou animale des prélèvements. Difficile à chiffrer, la comparaison est cependant nettement en faveur du premier produit.

La méthode préconisée par TACQUET, TISON et leurs collaborateurs et utilisant le lauryl sulfate de sodium en solution alcaline offre de légers inconvénients par rapport à la

technique plus simple utilisant le bromure de cétalpyridinium. Ces désavantages sont largement compensés par une plus grande activité du premier produit, qui permet des cultures plus souvent positives, et plus riches.

Compte tenu de certaines de ses qualités, que nous avons rappelées, le bromure de cétalpyridinium offre malgré tout certains avantages qui le feront préférer parfois, notamment en Afrique, lorsque l'acheminement des prélèvements au laboratoire doit s'effectuer dans des conditions difficiles.

SUMMARY

Results of a comparative study with alkaline sodium lauryl-sulfate and cetylpyridinium bromure for isolation of mycobacteria from animal and human products

The authors give the results of a comparative study of these two chemical products for the homogenization and decontamination of 25 sputa and 26 animal samples.

The alkaline sodium lauryl-sulfate technique, that needs a neutralization seems to be the most efficient for the isolation of mycobacteria by culture on egg media from both contaminated human and animal products.

Advantages and disadvantages of each technique are reminded.

The cetylpyridinium bromure proved less efficient, but remains a good transport agent in Africa where laboratories are rare.

RESUMEN

Resultados de un estudio sobre el valor comparado del lauryl sulfato de sodio y del Bromuro de Cetylpyridinium para el aislamiento de micobacterias a partir de muestras animales y humanas

Los autores dan los resultados de una encuesta comparativa del lauryl sulfato de sodio alcalino y del bromuro de cetylpyridinium como agentes de homogeneización y de descontaminación para el aislamiento de micobacterias sobre los medios con huevo.

Se experimentaron dichos dos productos sobre 25 muestras de origen humana (esputos) y sobre 26 muestras de origen animal (ganglios con tuberculos caseosos o infectados artificialmente).

La técnica utilizando el lauryl sulfato alcalino es la más favorable para los dos tipos de muestras. Sus ventajas ampliamente compensan los pequeños inconvenientes que acarrea la necesidad de una neutralización.

A causa de su toxicidad poco importante, el cetylpyridinium conserva todo su interés en Africa como agente de transporte de las muestras recogidas lejos del laboratorio.

BIBLIOGRAPHIE

- BERENCSI (G.), HIDEG (K.) et VECSEY (Z.), « L'emploi du cétalpyridinium pour l'homogénéisation dans le diagnostic bactériologique de la tuberculose », *Zentralblatt Bakt., I Abt. Orig.*, 1960, **178** (3): 332-36.
- BRETTEY (J.), « Une nouvelle méthode de mesure de la résistance des mycobactéries », *Bull. Acad. nat. Méd.*, 1970, **154** (5-6): 95-100.
- GERNEZ-RIEUX (CH.), BETHOUART (J.) et TACQUET (A.), « Technique d'isolement du bacille tuberculeux à partir des produits biologiques par l'emploi des sels d'ammonium quaternaire », *Ann. Inst. Pasteur Lille*, 1956, **8**: 89-94.
- LANGEROVA (M.) et TACQUET (A.), « Comparaison de différentes méthodes d'homogénéisation et de purification des produits pathologiques en fonction de milieux de culture solides et liquides », *Bull. O.M.S.*, 1968, **39**: 663-80.

5. SARRAT (H.), « Emploi du bromure de cétylpyridinium comme milieu de transport des produits pathologiques en vue de l'isolement de mycobactéries », *Méd. Afr. noire*, 1970, **17** (4) : 333-37
6. TACQUET (A.) et TISON (F.), « Résultats de l'isolement de bacilles tuberculeux dans 55.000 crachats par le Teepol 410 basique. Influence du milieu de culture », *Ann. Inst. Pasteur*, 1961, **100** (2) : 153-58.
7. TACQUET (A.) et TISON (F.), « Nouvelle technique d'isolement des mycobactéries par le lauryl sulfate de sodium », *Ann. Inst. Pasteur*, 1961, **100** : 676-80.
8. TACQUET (A.), TISON (F.) et MARTIN (G.), « Etudes de divers procédés d'épuration des produits pathologiques et milieux de culture pour l'isolement des mycobactéries », *Ann. Inst. Pasteur Lille*, 1962, **13** : 57-76.
9. TACQUET (A.), TISON (F.) et POLSPOEL (B.), « L'utilisation des détergents pour l'isolement des mycobactéries à partir de produits pathologiques », *Ann. Inst. Pasteur Lille*, 1966, **16** : 21-30.
10. TACQUET (A.) et collab., « Technique de recherche des mycobactéries dans le lait et les produits laitiers », *Ann. Inst. Pasteur Lille*, 1966, **17** : 161-72.
11. TISON (F.), « Nouveau procédé d'isolement du bacille tuberculeux dans les crachats. Usage du Teepol dilué », *Ann. Inst. Pasteur*, 1954, **87** : 735-36.
12. TISON (F.) et collab., « Technique et résultats de la recherche des mycobactéries dans les viandes », *Ann. Inst. Pasteur Lille*, 1966, **17** : 155-60.
13. TISON (F.) et collab., « La décontamination des produits pathologiques en vue de la culture des mycobactéries. Etude comparative des méthodes actuelles », *Ann. Inst. Pasteur*, 1967, **112** (3) : 372-78.

Etat immunitaire actuel, naturel ou acquis du cheptel sénégalais vis-à-vis de la peste bovine, de la maladie des muqueuses, de la rhinotrachéite infectieuse et de la maladie respiratoire à virus Parainfluenza III

par G. BERNARD et P. BOURDIN

RESUME

Les auteurs ont contrôlé par des techniques sérologiques appropriées l'immunité naturelle ou acquise des bovins, ovins et caprins sénégalais vis-à-vis des maladies contagieuses suivantes: la peste bovine, la maladie des muqueuses, la rhinotrachéite infectieuse et l'affection respiratoire à parainfluenza III.

En ce qui concerne la peste bovine, après les trois années de la campagne conjointe de vaccination des bovins, le taux d'animaux immunisés est égal à 80 p. 100. Un contrôle fait chez les petits ruminants montre que 50 p. 100 des moutons et des chèvres ont à l'état naturel des anticorps. neutralisant le virus pestique. Pour la maladie des muqueuses et la maladie respiratoire à Parainfluenza III, 50 p. 100 des bovidés et des petits ruminants ont des anticorps. Quant à la rhinotrachéite infectieuse, seuls les bovidés ont des anticorps.

INTRODUCTION

Les états du Centre et de l'Ouest Africain, situés dans la zone sahélienne ont une économie rurale en grande partie basée sur l'élevage. Pour protéger leur cheptel, ils ont entrepris, sous l'égide de la Commission Scientifique, Technique et de la Recherche, une campagne conjointe de lutte contre la peste bovine, financée par la communauté économique européenne et les Etats-Unis.

Au Sénégal, malgré les campagnes annuelles de vaccination entreprises par le Service de l'Elevage, la peste bovine était régulièrement signalée chaque année surtout dans les régions de transhumance.

La mise en œuvre de la campagne conjointe de vaccination contre la peste bovine pour

l'Ouest Africain à partir de 1966, s'est traduite par une diminution du nombre des foyers, et la disparition de la maladie en 1967. L'enquête sérologique effectuée au cours de cette campagne a pour but de vérifier si la diminution des cas de peste bovine est en rapport avec une augmentation du pourcentage des animaux immunisés.

Cette enquête a été étendue aux petits ruminants, ceux-ci pouvant, soit, comme l'ont constaté ZWART et MACADAM (1967), dans de très rares cas héberger le virus pestique virulent et le transmettre aux bovins, soit le plus souvent, du moins au Sénégal, faire une affection spécifique, décrite par MORNET, ORUE et collab. (1956) sous le nom de peste des petits ruminants. Cette maladie est due, comme l'ont montré GILBERT et MONNIER (1962)

BOURDIN et LAURENT-VAUTIER (1967), à un mutant du virus pesteux adapté aux petits ruminants.

En outre, la vaccination généralisée du cheptel entraînant la disparition de la peste bovine peut révéler la présence de maladies apparentées qui jusqu'ici ont pu être confondues avec elle, ainsi que l'ont montré, en Afrique Centrale, PROVOST BORREDON et FERREOL (1964), PROVOST, BOGEL, BORREDON et MAURICE (1967) et PROVOST BORREDON, QUEVAL et MAURICE (1967).

Parmi ces affections, il faut citer par ordre de gravité décroissante la maladie des muqueuses, la rhinotrachéite bovine infectieuse et les maladies dues à des virus Parainfluenza.

Pour confirmer l'existence au Sénégal de ces maladies apparentées à la peste bovine et connaître leur importance, de nombreux échantillons de sérums ont été examinés en vue de rechercher la trace d'une affection apparente ou non.

I. MATERIEL ET METHODES

Il a été nécessaire d'utiliser des procédés différents d'étude adaptés à chaque virus.

La séro-neutralisation

En ce qui concerne les virus de la peste bovine (PB) et de la peste des petits ruminants (PPR) la réaction de séro-neutralisation classique décrite par PLOWRIGHT et FERRIS (1961) a été utilisée. Puis pour des raisons de commodité, il a été fait une adaptation de la méthode cinétique de séro-neutralisation mise au point par LEPINE, ROGER et ROGER (1959) pour la recherche des anticorps neutralisant la poliomyélite.

L'immunité du troupeau vis-à-vis de la maladie des muqueuses (MM) et de la rhinotrachéite bovine infectieuse (RBI) a été contrôlée par des épreuves de séro-neutralisations cinétiques adaptées à ces espèces virales.

Nous ne reviendrons pas aux détails de la méthode classique de séro-neutralisation, ni sur l'adaptation de la séro-neutralisation cinétique du virus PB, décrite par BOURDIN et BERNARD (1967).

Pour la recherche des anticorps neutralisant le virus PB dans les sérums bovins et celle des anticorps neutralisant le virus PPR dans les sérums ovins et caprins, seul le virus PB a été utilisé en partant du fait que les virus PB et PPR ont des rapports antigéniques très étroits.

Autre point à préciser, pour la recherche des anticorps neutralisant les virus MM et RBI, il n'a pas été ajouté de soude décinormale et de bicarbonate de sodium en dehors de la quantité normale de bicarbonate contenue dans le milieu de Hanks LAYE.

Les temps de lectures sont fixés au 4^e jour pour le virus MM et au 3^e pour le virus RBI.

L'hémagglutination et son inhibition

Nous avons utilisé cette méthode pour la recherche des anticorps antiviral parainfluenza, grâce à une adaptation de l'épreuve standard d'inhibition de l'hémagglutination pour le diagnostic de la grippe (O.M.S., 1959).

A. Les réactifs en présence

a) Les milieux : on emploie comme milieu de dilution et de suspension des hématies, du sérum physiologique à 8,5 p. 1.000. D'autre part le sang du mouton est recueilli dans du citrate de soude à 2 p. 100 dans du sérum physiologique.

b) Les hématies de mouton : le sang est recueilli dans un tube contenant 20 p. 100 de citrate de sodium puis est lavé et centrifugé, le culot globulaire est recueilli et conservé à + 4° C. Au moment de leur utilisation les hématies sont remises en suspension à la concentration de 0,5 p. 100.

La conservation du culot étant limitée — l'utilisation des hématies fraîches a été remplacée par celle des hématies formolées selon la méthode préconisée par FLICK (1948) et FAUCONNIER (1958-1959).

Ici le culot globulaire est repris dans du sérum physiologique tamponné auquel on ajoute 20 p. 100 d'une solution au demi de formol à 30 p. 100. On agite et l'on met au bain-marie à 37° C pendant une heure. Les hématies sont alors lavées trois fois puis on recommence l'opération avec le formol successivement trois fois.

Le culot du dernier lavage est remis en suspension à 25 p. 100 dans du sérum physio-

logique tamponné. On ajoute 0,3 p. 100 de formol et l'on répartit en flacons bouchés. La conservation de cette suspension est de plusieurs mois à + 4° C.

Lors de l'emploi, la concentration en hématies qui était de 0,5 p. 100 pour la 1^{re} méthode devra être portée ici à 1 p. 100.

c) Le virus ou antigène : on utilise une souche adaptée aux cellules de 1^{re} explantation de rein d'embryon de veau dans un milieu nutritif de HANKS LAYE avec sérum de cheval. Au 6^e jour de culture, la suspension virulente est mise au congélateur.

d) Sérums à tester : comme pour les autres méthodes, les sérums sont recueillis sur les lieux mêmes d'habitat des troupeaux. Les sangs prélevés par ponction de la veine jugulaire sont centrifugés sur place puis récoltés et acheminés sous glace au laboratoire où ils sont décomplémentés 30 minutes à 56° C et conservés à — 20° C en attendant leur emploi.

Ils ne subissent pas un traitement spécial afin d'éliminer les inhibiteurs non spécifiques car comme PROVOST et BORREDON (1965) l'ont fait remarquer, au-delà de 1/10 ils sont trop dilués pour être perceptibles. Or pour la réaction la dilution des sérums est 1/40.

B. Titrage du virus

On réalise des dilutions du virus du 1/2 au 1/512 dont on répartit 0,2 ml dans des capsules d'une plaque en matière plastique type SALK (1948). On ajoute 0,2 ml d'une suspension d'hématies formolées à 1 p. 100. Après agitation on place la plaque à + 4° C pendant trois heures.

On détermine alors le point terminal de l'hémagglutination partielle (50 p. 100) donné

par la dilution suivant la dernière où il y a eu agglutination complète. Lors de la réaction de l'inhibition de l'hémagglutination, la suspension virale contient 8 unités hémagglutinantes 50 p. 100 pour 0,2 ml.

C. La réaction d'inhibition de l'hémagglutination

Les sérums sont dilués au 1/40, 0,2 ml sont placés dans une capsule de la plaque puis on ajoute 0,2 ml de l'antigène convenablement dilué et 0,2 ml d'une suspension d'hématies.

Après agitation la plaque est mise 3 heures à + 4° C, après ce délai on procède à la lecture.

Dans certaines cupules où il y a inhibition de l'hémagglutination le sérum correspondant possède des anticorps au 1/40.

Dans d'autres il y a agglutination : le sérum correspondant ne possède pas d'anticorps au 1/40.

II. RESULTATS

7.487 examens sérologiques ont été réalisés, répartis ainsi :

- Recherche des anticorps anti-PB chez les bovins : 969.
- Recherche des anticorps anti-PB chez les petits ruminants : 1.576.
- Recherche des anticorps anti-PI : 2.325.
- Recherche des anticorps anti-RBI : 1266.

Il s'est avéré plus simple de grouper l'ensemble des résultats dans un tableau unique. Il convient de rappeler que les résultats sont uniquement d'ordre qualitatif et sont obtenus sur des sérums dilués au 1/10 pour la recherche des anticorps neutralisant les virus pestiques,

	Anticorps anti-pestiques p. 100			Anticorps anti-parainfluenza p. 100			Anticorps anti-maladie des muqueuses p. 100			Anticorps anti-rhinotrachéite p. 100		
	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins
Cap-Vert		62	45		47	51		55	49		10	7
Sénégal oriental	63	35	27			21	78		68	38		7
Casamance	60	47	60	55	47	61	61			61		
Fleuve	69			25								
Ferlo	80	45	66	37	23	28	67	41	60	48	0	0

les virus de la maladie des muqueuses et de la rhinotrachéite. Pour les anticorps inhibant l'hémagglutination due au virus Parainfluenza la dilution est au 1/40. Les pourcentages indiqués dans le tableau correspondent à des pourcentages de présence d'anticorps dans des échantillons de sérums prélevés dans une région donnée.

III. DISCUSSION

Les enquêtes sérologiques révèlent un certain nombre de faits dont l'interprétation permet de dégager quelques conclusions relatives à la peste bovine, la peste des petits ruminants et les maladies apparentées.

A. Anticorps anti-pestiques chez les bovins

On ne connaît pas les pourcentages d'anticorps avant vaccination. On peut seulement dire qu'après la 1^{re} année de vaccination 60 p. 100 du cheptel est immunisé, 70 p. 100 après la deuxième année, 80 p. 100 après la troisième.

Classiquement il est admis qu'un pourcentage d'immunisation de 70 à 75 p. 100 dans une population vis-à-vis d'une maladie contagieuse est suffisant pour protéger cette population. Il apparaît donc que la population bovine sénégalaise est actuellement protégée contre la peste bovine.

Des études sérologiques réalisées au Nigéria (1965) donnent un pourcentage d'animaux plus élevé après la 3^e année de vaccination; il convient de préciser que les sérums des animaux nigériens étaient examinés après une dilution au 1/2.

Si l'on examine les pourcentages d'animaux immunisés en fonction de l'âge, on constate, ce qui a déjà été observé au Nigéria, que les pourcentages sont plus faibles parmi les jeunes que parmi les adultes.

En ce qui concerne l'étude qualitative, la dilution des sérums au 1/10 a été choisie car elle est le témoin d'une immunité valable suivant PLOWRIGHT et FERRIS (1961).

Des tests quantitatifs effectués au Laboratoire d'Élevage de Dakar (1968) ont montré que les taux neutralisants les plus courants se situent au niveau du 1/40.

La campagne terminée, cet état immunitaire ne sera maintenu que si des mesures sanitaires et conservatoires sont rigoureusement appliquées.

B. Anticorps anti-bovipestiques chez les petits ruminants

On peut conclure, du moins au Sénégal, d'après les différents résultats, qu'en zone d'endémie de peste bovine les anticorps existent chez 45 à 65 p. 100 des ovins et des caprins.

En zone indemne, seulement 25 à 35 p. 100 des animaux possèdent des anticorps.

C. Anticorps anti-parainfluenza

Ces affections pouvant présenter des symptômes apparentés à la PB, il convient de savoir si les bovins possèdent des anticorps signalant leur existence.

a) Présence d'anticorps chez les bovins

Les pourcentages d'animaux ayant des anticorps se situent entre 25 et 58 p. 100, les plus forts pourcentages pouvant coïncider avec des foyers latents. PROVOST en 1967, au Tchad, obtient des chiffres beaucoup plus élevés et explique ce fait par l'importance des rassemblements d'animaux qui sont moindres au Sénégal.

D'autre part, les pourcentages semblent équivalents dans toutes les catégories, les adultes pouvant être immunisés plus facilement (la maladie frappe surtout les jeunes veaux).

Des essais quantitatifs ont révélé que les anticorps pouvaient exister jusqu'à une dilution de 1/160 mais cela ne prouve pas que l'immunité des bovins soit suffisante. On peut uniquement dire qu'ils ont été en contact avec le virus.

Dans les mesures qui pourraient être envisagées en cas d'aggravation de la maladie, il semblerait que les grands rassemblements soient à éviter. Il conviendrait également de rechercher un vaccin à appliquer surtout aux jeunes animaux.

b) Présence d'anticorps chez les petits ruminants

Les petits ruminants n'extériorisant pas d'affection, il convenait de voir s'ils n'étaient pas susceptibles au moins d'héberger le virus.

Les pourcentages d'animaux ayant des anticorps se situent entre 21 et 61 p. 100. Les caprins semblent légèrement plus sensibles. Il n'y a pas de différences flagrantes entre les catégories d'âge. On peut penser qu'il y a une similitude entre ces résultats et ceux obtenus chez les bovins.

Il ne semble pas que l'affection soit reconnue chez les petits ruminants. Ils représentent un danger latent pour les bovins mais la séparation des deux espèces n'est pas possible dans l'élevage traditionnel.

D. Anticorps anti-MM

La maladie existe en Afrique comme l'ont montré BROWN et SCOTT (1957) et PROVOST et collab. (1967). Il convenait de vérifier au Sénégal son incidence dans les troupeaux.

a) *Présence d'anticorps chez les bovins*

Les pourcentages d'animaux présentant des anticorps se situent entre 61 et 78 p. 100. Ces résultats sont voisins de ceux obtenus au Tchad par PROVOST en 1967. L'immunité naturelle semble assez importante. De par les résultats obtenus, on peut penser que la maladie sévit par périodes.

L'étude quantitative montre que l'immunité naturelle est très forte puisque les anticorps existent jusqu'à une dilution au 1/160.

La disparition de la peste bovine entraînera peut être une prophylaxie spécifique de cette maladie. Il existe deux vaccins : l'un de culture cellulaire, l'autre préparé à partir de rates de lapin infectées. Mais il faut prévoir surtout une surveillance attentive des troupeaux.

b) *Présence d'anticorps chez les petits ruminants*

Le pourcentage d'animaux possédant des anticorps varie entre 41 et 68 p. 100. La sensibilité des petits ruminants semble donc assez importante mais ils n'extériorisent pas de maladie. Au point de vue régional, on retrouve de nouveau une similitude avec les bovins. On doit surtout envisager des mesures vis-à-vis des bovins, les petits ruminants pouvant les contaminer, mais ces risques seront toujours présents.

E. Anticorps anti-RBI

L'affection a été isolée en Afrique du Sud

(MARE et VAN RENBURG) (1961) en Côte d'Ivoire (NGUYEN-BA-VY) (1964) et au Tchad PROVOST et collab. (1964). Il convenait de vérifier si elle existait au Sénégal chez les bovins et les petits ruminants.

a) *Présence d'anticorps chez les bovins*

Les résultats concernant les pourcentages d'animaux ayant des anticorps sont semblables à ceux obtenus en Afrique Centrale. La race des animaux ne semble pas jouer quant à la sensibilité. Ce sont les plus jeunes qui ont les pourcentages les plus élevés.

Etude quantitative : Des études réalisées au laboratoire ont montré une sensibilité assez faible (les anticorps n'existent que rarement après une dilution au 1/20).

Mesures envisagées : à l'heure actuelle, l'affection paraît bénigne. Au cas où elle prendrait de l'extension, il existe des vaccins vivants et inactivés. Le point le plus important reste actuellement le diagnostic différentiel avec la peste bovine.

b) *Présence d'anticorps chez les petits ruminants*

A la suite de notre étude sérologique, il ne semble pas que les petits ruminants présentent un danger de contagion pour les bovins au Sénégal puisque pratiquement réfractaires et insensibles à l'antigène viral (les anticorps lorsqu'ils existent ne sont présents au maximum que parmi 10 p. 100 de la population). Aucune mesure particulière n'est donc préconisée mais des vérifications épisodiques devront être effectuées afin de s'assurer de la continuité de ces résultats.

CONCLUSION

Les contrôles sérologiques sur un échantillonnage important de sérums ont été facilités par l'utilisation de la méthode cinétique et son adaptation au virus de la peste bovine, de la maladie des muqueuses et de la rhinotrachéite infectieuse. Les résultats font apparaître que vis-à-vis de la peste bovine, l'immunité du troupeau est solide; ces résultats se maintiendront si les mesures conservatoires sont rigoureusement appliquées.

Un problème annexe à la peste bovine est soulevé par la présence d'anticorps neutralisant le virus PB chez les petits ruminants. Il est

vraisemblable de rattacher leur existence à la transmission du virus de la peste des petits ruminants, ce dernier étant un mutant du virus bovipestique. Il convient de poser la question du retour à sa virulence originelle.

L'étude immunologique des maladies appa-

rentées à la peste bovine a révélé qu'elles existaient au Sénégal. Il est à craindre que, dans un proche avenir, ces maladies, dépouillées du contexte peste bovine, soient cliniquement signalées, le diagnostic différentiel devra alors intervenir.

SUMMARY

Natural or post-vaccinal present immunity of senegalese cattle sheep and goats for rinderpest, mucosal disease, infectious rhinotracheitis and parainfluenza III virus

The authors checked by appropriated serological technics natural and post-vaccinal immunity of senegalese cattle, sheep and goats for the following infectious diseases: rinderpest, mucosal disease, bovine infectious rhinotracheitis and respiratory disease caused by parainfluenza III virus.

As regard rinderpest, after three years of a joint campaign of vaccination of cattle, the rate of immune bovines is about 80 p. 100. A survey made on small ruminants shows that 50 p. 100 of sheep and goats present neutralizing antibodies against rinderpest virus. As for mucosal disease and respiratory disease parainfluenza III virus, in 50 p. 100 of bovines and small ruminants antibodies can be detected. With respect to rhinotracheitis only bovines show antibodies.

RESUMEN

Estado de inmunidad actual, natural o adquirido del ganado senegalense enfrente de la peste bovina, de la enfermedad de las mucosas, de la rinotraqueitis infecciosa y de la enfermedad respiratoria debida al virus Parainfluenza III

Los autores han comprobado con tecnicas serologicas adaptadas la inmunidad natural o adquirida de los bovinos, los ovinos y los caprinos senegalenses enfrente de las enfermedades contagiosas siguientes: la peste bovina, la enfermedad de las mucosas, la rinotraqueitis infecciosa y la afeccion debida al virus parainfluenza III.

Para lo que concierne la peste bovina, despues de los tres años de la campaña conjunta de vacunación de los bovinos, la cantidad de animales inmunizados acerca los 80 p. 100. Una verificacion hecha entre los pequeños rumiantes demuestra que 50 p. 100 de los caprinos y de los ovinos tienen naturalmente anticuerpos neutralizando el virus pestico. Para la enfermedad de las mucosas y la enfermedad respiratoria debida al virus parainfluenza III, 50 p. 100 de los bovinos y de los pequeños rumiantes tienen anticuerpos. En cuanto a la rinotraqueitis infecciosa, los bovinos solamente tienen anticuerpos.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURDIN (P.) et BERNARD (G.), « Application de la méthode de séro-neutralisation cinétique à la recherche des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine chez les bovins, les caprins et les ovins », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (4) : 531-35.
- BOURDIN (P.) et LAURENT-VAUTIER (A.), « Note sur la structure du virus de la peste des petits ruminants », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (3) : 383-86.
- BROWN (R. D.) et SCOTT (G. R.), « Mucosal disease complex », *Vet. Rec.*, 1957, **69** (38) : 916.
- FAUCONNIER (B.), « Utilisation des hématies hyperformolées en virologie. I. *Ann. Inst. Pasteur*, 1958, **95**, 777-80.
- FAUCONNIER (B.), « Utilisation des hématies hyperformolées en virologie. II. *Ann. Inst. Pasteur*, 1959, **96**, 110-13.
- FLICK (J. A.), *Proc. Soc. Exp. Biol.*, 1948, **68** : 448.
- GILBERT (Y.) et MONNIER (J.), « Adaptation d'une souche de virus bovipestique à la culture cellulaire. Premiers résultats ». *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1962, **15** (4) : 311-20.
- Laboratoire de l'Elevage de Dakar-Hann, « Rapport annuel », 1968.
- Laboratoire de Vom-Nigeria, « Rapport annuel », 1965.

- LEPINE (P.), ROGER et ROGER (A.) « La réaction cinétique de séroneutralisation des virus polio-myélitiques », *Bull. OMS*, 1959, **20**, 563-78.
- MARE (J.) et VAN RENSBURG (S. J.), « The isolation of viruses associated with infertility in cattle. A preliminary report », *J.S. Afr. vet. Med. Ass.*, 1961, **32**, 201-10.
- MORNET (P.), et collab., « La peste des petits ruminants en Afrique Occidentale Française. Les rapports avec la peste bovine », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1956,, **9** (4) : 313-42
- NGUYEN BA-VY et PERREAU (P.) « Culture du virus de la rhinotrachéite infectieuse des bovins sur les cellules testiculaires d'embryon de mouton », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (2) : 197-203.
- Organisation Mondiale de la Santé, « Maladies à virus, des voies respiratoires. 1^{er} rapport du Comité d'experts », 1959. (Sér. Rapp. Techn. n° 170).
- PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.), « Studies with rinderpest virus in tissue culture. III. The stability of cultured virus and its use in virus neutralisation tests ». *Arch. ges. Virus-forsch.*, 1961, **2** : 516-23.
- PROVOST (A.) et collab., « La maladie des muqueuses en Afrique Centrale. Observations cliniques et épizootiologiques », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (1) : 27-29.
- PROVOST (A.) et BORREDON, « Rapport annuel de la région de recherches vétérinaires et zootechniques de l'Afrique Centrale », 1965, pp. 60-61.
- PROVOST (A.), BORREDON (C.) et FERREOL (C.), « Note sur la rhinotrachéite infectieuse bovine en Afrique Centrale », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (2) : 187-96.
- PROVOST (A.), et collab., « Enquête sur l'infection des bovidés par le virus parainfluenza 3 en Afrique Centrale. Application au contrôle de la sérologie de la péripneumonie », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (1) : 51-59.
- SALK (J. E.), *Science*, 1948, **108**, 749.
- ZWART (D.) et ROWE (L. W.), « The occurrence of rinderpest antibodies in the sera of sheep and goats in northern Nigeria », *Res. vet. Sci.*, 1967, **7**, 504-11.

Étude de quelques propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache

par J. RAMISSE, H. SERRES, P. RASOLOFOMANANA et E. RAKOTONDRAMARY

RESUME

Plusieurs propriétés du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache sont étudiées, comparativement à celles de souches tchèques. Petite taille, acide ribonucléique, résistance aux solvants organiques et aux pH acides, stabilisation à la chaleur par le chlorure de magnésium, résistance au désoxycholate de soude et à la trypsine, inhibition par le 5 fluorouracile et synthèse cytoplasmique sont identiques.

C'est en 1945 qu'une polioencéphalomyélite contagieuse porcine, identique cliniquement à la maladie de Teschen, fit son apparition à Madagascar. En 1950, LEPINE et ATANASIU (12) établirent l'identité immunologique des virus tchèque et malgache.

Dans ce qui va suivre seront explicités des essais comparatifs entre des souches européennes (1) et des souches malgaches, plus particulièrement en ce qui concerne les propriétés caractéristiques des entérovirus (6).

MATERIEL ET METHODES

A. LES VIRUS

Les suspensions virulentes sont représentées par le liquide des cultures cellulaires inoculées et en voie de lyse, centrifugé à faible vitesse pour éliminer les débris de cellules. On notera que le milieu de multiplication virale est celui de SCHWÖBEL sans sérum.

Les souches Zabreh et Ludrova sont d'origine tchèque. Les autres sont malgaches.

(1) Obtenues par l'intermédiaire du Dr. JACOTOT, de l'Institut Pasteur de Paris, que nous remercions vivement.

Toutes les souches sont adaptées aux cellules de rein de porcelet en culture. Toutes (sauf la A 41) ont été utilisées entre leur 10^e et 20^e passage sur cellules en culture (le plus souvent au voisinage du quinzième, au 41^e pour la A 41).

B. CULTURES CELLULAIRES

Les virus ont été multipliés sur cultures de cellules rénales de porcelet selon la technique décrite par BOURDIN et collab. (3).

C. TITRAGES DE VIRUS

Les titrages ont été effectués par la méthode de dilution terminale provoquant un effet cytopathogène.

D. ETUDES DES PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

a) Taille du virus

Elle a été approchée par filtration sur membranes « millipore » de porosité 50 m μ .

b) Stabilisation cationique vis-à-vis de la chaleur

Le titre virulent a été comparé après exposition à des températures de 25°, 37°, 56°

de suspension virulente normale et de suspension virulente additionnée de chlorure de magnésium (M/1), selon WALLIS et MELNICK (23).

c) *Stabilité en milieu acide*

Les virus ont été exposés à des pH de 3,9 et 3,5 obtenus à l'aide d'un tampon citrate - acide citrique, et à pH 3 obtenu par un tampon phosphate - acide citrique;

Durées d'exposition: de 15 minutes à 2 heures.

d) *Résistance aux solvants organiques*

On a effectué les épreuves à l'éther (20 p. 100) selon ANDREWES (1) et au chloroforme (10 p. 100) selon MAYR et BÖGEL (15). Une épreuve complémentaire a été faite avec 50 p. 100 d'éther.

e) *Résistance au désoxycholate de soude*

Les virus ont été mis en contact pendant 1 heure avec des concentrations de désoxycholate de soude allant de 1/10 à 1/640.

f) *Résistance aux enzymes protéolytiques*

Test à la trypsine: 3 parties de suspensions virulentes pour 1 partie de solution de trypsine (titre: 300) à 2 p. 1.000 pendant 1 heure à 37°.

Test à la papaïne: Parties égales de suspension virulente et de solution de papaïne (titre: 80) à 5 p. 1.000 pendant 1 heure à 37°.

g) *Résistance à l'eau de javel*

Des dilutions au-delà du 1/50 d'une eau de javel titrant 13,7 g de chlore par litre sont mises en contact 1 heure et 2 heures avec les virus.

h) *Résistance au sulfate d'ammonium* (MARAMOROSCH - 14)

La suspension virulente est traitée par un égal volume de sulfate d'ammonium neutre, saturée, à + 4° C. Le précipité est centrifugé et repris par un volume égal au 1/100 ou 1/50 du volume initial.

i) *Purification au Fréon*

Selon LARENAUDIE et collab. (11), on a

traité les virus au Fréon 113 dans les proportions suivantes:

— Virus	100 ml
— PBS	50 ml
— Fréon 113	150 ml

Passage au mixer (5 minutes à 4°) centrifugation, élimination du culot (effectuer 3 fois de suite).

j) *Concentration par centrifugation*

Ultracentrifugation à 30.000 t/mn. donnant 60.000 g pendant 3 heures à + 4°. Le culot est resuspendu au 1/100 du volume initial.

E. ETUDE DE L'ACIDE NUCLEIQUE

1. Inhibition de la multiplication intracellulaire par des agents chimiques

A) *Par la guanidine*

Selon CROWTHER et MELNICK (7), on a étudié l'action de la guanidine à 100 µg/ml dans le milieu de multiplication, sur la reproduction du virus.

b) *Par le 2 α (hydroxybenzol) benzimidazole (H.B.B.)*

Selon EGGERS et TAMM (9) le H.B.B. a été utilisé, après dilution alcoolique, aux concentrations de 100, 250 et 500 µg/ml de milieu. A 500 µg/ml il y a une précipitation.

c) *Par le 5 Fluoro Uracile (5 F.U.)*

Selon MUNYON et collab. (17), le 5 F.U. a été utilisé aux concentrations de 100 et 200 µg/ml de milieu.

d) *Par les pyrimidines halogénées*

5 iodo, bromo, ou fluoro 2' désoxyuridine. Selon SALZMAN (21) ces pyrimidines halogénées inhibent la replication des virus à ADN, mais non de ceux à ARN.

Les tubes inoculés ont reçu 20 µg/ml de 5 bromo. 2' désoxyuridine. Les virus vaccinal (ADN) et de Newcastle (ARN) ont été utilisés comme témoins.

2. Action de la Ribonucléase (RNA-ase)

La ribonucléase à 1 mg/ml a été mise en contact avec les virus intacts, ou purifiés par le Fréon, ou sensibilisés par la trypsine, pendant 1 heure à 37° C.

3. Extraction de l'acide nucléique

Elle a été réalisée selon la technique de STROHMAIER (22) par le système diphasique Phénol - Eau.

La technique a été modifiée dans les détails suivants :

- La durée d'extraction est prolongée à 2 heures et faite aux températures variées de + 4°, + 25°, + 37°.
- La précipitation de l'acide nucléique est faite par l'alcool absolu, pour éliminer les traces de phénol, sans utilisation ni d'éther ni d'azote, à — 75° C pendant 4 heures.
- La solution hypertonique de STROHMAIER, pour dissolution du précipité d'acide nucléique, a été remplacée par celle de PORTOCALA et collab. (18) au chlorure de sodium, moins toxique.

Ces modifications ont permis, entre nos mains, d'obtenir de meilleurs résultats.

Il est important de faire des témoins notamment « précipité nucléique en solution isotonique » qui doit ne donner aucun effet cytopathogène, pour attester l'absence de tout virus non fractionné par le système Phénol - Eau.

4. Action de la Ribonucléase sur l'acide nucléique

La ribonucléase à 1 mg/ml a été utilisée soit sur la phase aqueuse après extraction au phénol, soit sur la solution hypertonique du précipité obtenu par l'alcool au cours de l'extraction.

La durée d'action a été de 30 minutes à 37° C.

5. Caractérisation cytochimique intracellulaire du virus

Les diverses colorations ont porté sur des cellules rénales infectées (et témoins) cultivées sur des lamelles en tubes. Nous avons appliqué les techniques formulées par LEPINE (13) :

- Vert de méthyle - pyronine et test de BRACHET. Fixation des cellules au Carnoy, coloration avec le mélange vert de méthyle (préalablement lavé au chloroforme) et pyronine, différenciation rapide à l'alcool à 70°, rinçage à l'eau, séchage à l'étuve et montage sous huile de paraffine. Pour le test de BRACHET, action de la RNA-ase en solution au 1/1.000 pendant

1 heure à 56°. Puis colorations comme ci-dessus.

- FEULGEN - technique classique.
- Orangé d'acridine - colorant dilué au 1/10.000 en P.B.S.

LES RESULTATS OBTENUS

A. CONCERNANT LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES GENERALES

1. La taille

Elle est inférieure à 50 m μ puisque le filtrat sur membrane « millipore » (50 m μ) conserve encore un pouvoir cytopathogène spécifique.

2. Stabilisation à la chaleur par le chlorure de magnésium

Nous avons résumé les résultats des différents essais dans les tableaux 1 et 2.

Les conclusions de ces tableaux sont que :

- Le comportement à la chaleur du virus local et du virus européen est comparable.
- La protection de ces virus par le Cl₂Mg contre la dénaturation thermique est certaine; mais plus marquée lors d'une exposition de courte durée à une température plus élevée, que pour une longue conservation à température moins élevée. Cette protection du virus par le Cl₂Mg n'implique pas le maintien du pouvoir vaccinant selon BOURDIN et collab. (4).

3. Résistance aux pH acides

Pour les souches locales examinées, de même que pour la souche Zabreh, il n'y a pas de diminution de titre cytopathogène après traitement de 15 minutes à 2 heures par une acidité plus ou moins marquée : pH de 3,9; 3,5; 3. Ceci est en accord avec le résultat énoncé par A. MAYR (16) pour le virus de Teschen.

4. Résistance aux solvants organiques

Les résultats sont résumés dans le tableau n° 3.

Ce tableau nous montre que :

- Les souches sont partiellement sensibles à l'éther (surtout à la concentration de

TABLEAU N° I

Stabilisation du virus de l'encéphalomyélite porcine par le C12Mg/M

Souche virale	Températures	Durée d'exposition	Titre limite
D 116 (Hanks)	56°	30 mn	10 ⁻⁶
D 116 (C12Mg)	56°	30 mn	10 ⁻⁸
D 116 (Hanks)	56°	1 h	10 ⁻³
D 116 (C12Mg)	56°	1 h	10 ⁻⁸
D 116 (Hanks)	56°	2 h	10 ⁻³
D 116 (C12Mg)	56°	2 h	10 ⁻⁸
D 116 (Hanks)	56°	4 h	16 ⁻²
D 116 (C12Mg)	56°	4 h	10 ⁻⁴
Zabreh (Hanks)	56°	30 mn	10 ⁻³
Zabreh (C12Mg)	56°	30 mn	10 ⁻⁸
Zabreh (Hanks)	56°	1 h	10 ⁻³
Zabreh (C12Mg)	56°	1 h	10 ⁻⁸
Zabreh (Hanks)	56°	2 h	10 ⁻³
Zabreh (C12Mg)	56°	2 h	10 ⁻⁷
D 116 (Hanks)	37°	10 j	10 ⁻³
D 116 (C12Mg)	37°	10 j	10 ⁻⁴
Zabreh (Hanks)	37°	10 j	10 ⁻³
Zabreh (C12Mg)	37°	10 j	10 ⁻⁴

TABLEAU N° II

Stabilisation du virus local exposé à la chaleur, par le C12Mg/M

Souche virale	Température °C	Durée d'exposition	Titre limite résiduel
P 1232 (Schwöbel)	56	30 mn	10 ⁻⁷
P 1232 (C12Mg)	56	30 mn	10 ⁻⁸
P 1232 (Schwöbel)	56	1 h	10 ⁻⁴
P 1232 (C12Mg)	56	1 h	10 ⁻⁷
P 1232 (Schwöbel)	37	1 h	10 ⁻⁷
P 1232 (C12Mg)	37	1 h	10 ⁻⁸
P 1232 (Schwöbel)	37	6 h	10 ⁻⁷
P 1232 (C12Mg)	37	6 h	10 ⁻⁸
P 1232 (Schwöbel)	37	24 h	10 ⁻³
P 1232 (C12Mg)	37	24 h	10 ⁻⁵
P 1232 (Schwöbel)	20	6 j	10 ⁻³
P 1232 (C12Mg)	20	8 j	10 ⁻⁵
P 1232 (Schwöbel)	20	12 j	10 ⁻²
P 1232 (C12Mg)	20	12 j	10 ⁻³

TABLEAU N°III

Traitement à l'éther à 50 p.100			
Souches virales	Virus non traité	Virus traité	Différences en log 10
Zabreh	10^{-8}	10^{-4}	4
A 41	10^{-8}	10^{-4}	4
D 388	10^{-7}	10^{-3}	4
Traitement à l'éther à 20 p. 100			
Zabreh	10^{-8}	10^{-6}	2
Ludrova	10^{-7}	10^{-5}	2
Locales			
P 1232	10^{-8}	10^{-7}	1
D 423	10^{-8}	10^{-6}	2
D 116	10^{-8}	10^{-6}	2
D 388	10^{-8}	10^{-5}	3
D 57	10^{-8}	10^{-5}	3
D 764	10^{-7}	10^{-3}	4
D 155	10^{-7}	10^{-4}	3
D 457	10^{-7}	10^{-3}	4
A 41	10^{-8}	10^{-2}	6
Newcastle (témoin) sur cellules K.B.	10^{-8}	0	8
Traitement au chloroforme à 10 p. 100			
Zabreh	10^{-8}	10^{-8}	0
Locales			
A 41	10^{-8}	10^{-8}	0
D 388	10^{-7}	10^{-7}	0
2748	10^{-7}	10^{-7}	0
2784	10^{-8}	10^{-8}	0
D 214	10^{-8}	10^{-8}	0
D 300	10^{-8}	10^{-8}	0
D 2736	10^{-8}	10^{-8}	0
D 2933	10^{-8}	10^{-8}	0

50 p. 100) dans les conditions expérimentales adoptées. Cependant elles y sont moins sensibles que le virus de Newcastle qui, lui, est complètement détruit. La sensibilité augmenterait peut-être au fur et à mesure des passages sur cellules;

- Les souches résistent au chloroforme. Ceci est en conformité avec le travail de A. MAYR (15). Il est donc préférable d'aseptiser les prélèvements à inoculer aux cellules (fécès) par le chloroforme plutôt que par l'éther.

5. Résistance au désoxycholate de soude

Les cellules rénales de porc en culture inoculées avec le virus traité par le désoxycholate aux plus fortes concentrations sont lysées par le produit. Par contre, à partir de la dilution au 1/640, le désoxycholate ne lyse plus les cellules. Mais il ne détruit pas le virus local qui lyse les cellules d'une façon spécifique. D'après A.O. BETTS (2) les effets du désoxycholate sur les entérovirus porcins sont variables. Certaines souches seraient inhibées par une concentration au 1/1.000.

6. Résistance aux enzymes protéolytiques

Les titrages exprimés en dose infectieuse limite sont consignés dans le tableau n° 4.

Les souches, pour la plupart, résistent au traitement. Certaines auraient leur titre augmenté par le traitement.

TABLEAU N° IV

Traitement à la trypsine et à la papaïne.

Souches virales	Non traitées (titre)	Traitées à la trypsine (titre)	Différences en log 10
Zabreh	10^{-8}	10^{-7}	- 1
D 116	10^{-6}	10^{-7}	+ 1
D 348	10^{-6}	10^{-7}	+ 1
D 57	10^{-6}	10^{-7}	+ 1
D 155	10^{-6}	10^{-6}	0
D 457	10^{-5}	10^{-6}	+ 1
2748	10^{-8}	10^{-8}	0
2784	10^{-8}	10^{-8}	0
D 214	10^{-8}	10^{-8}	0
D 300	10^{-7}	10^{-7}	0
D2736	10^{-8}	10^{-8}	0
D2933	10^{-8}	10^{-8}	0
F1232	10^{-8}	10^{-3}	- 5
Souches virales	Non traitées	Traitées à la papaïne	Différences
D 457	10^{-5}	10^{-6}	+ 1

7. Résistance à l'eau de javel

La combinaison des résultats provenant des trois expériences montre que le virus local est détruit par l'eau de javel au 1/50 au bout de 2 heures.

8. Résistance au sulfate d'ammonium

Les différents titrages pratiqués sur le virus malgache (5 souches) par précipitation au sulfate d'ammonium donnent des résultats identiques. Si le virus est concentré 100 fois en volume, son titre augmente également 100 fois. Ce qui prouve que le virus résiste à l'action du sulfate d'ammonium. Ce peut être un procédé d'enrichissement du virus, mais non de purification car les protéines du milieu sont aussi précipitées.

9. Purification par le Fréon 113

Dans les conditions où nous avons opéré, après le 3^e cycle de purification il n'y a plus de précipité visqueux correspondant aux protéines du milieu. Le surnageant de la dernière centrifugation qui contient le virus purifié ne donne aucune bande visible à l'électrophorèse, alors que le virus brut donnait plusieurs bandes. Le virus purifié possède un titre cytopathogène assez bas, en général inférieur de 2 à 3 logs à celui du virus brut. Cette perte au cours de la purification a été signalée pour d'autres virus [LARENAUDIE (11) virus de la peste porcine africaine]. Ce virus purifié, quoique de faible titre, peut servir pour l'immunisation d'animaux si l'on désire produire des anticorps spécifiquement antiviraux, sans anticorps anticellulaires.

10. Enrichissement par centrifugation à grande vitesse

La concentration d'une souche malgache après une centrifugation à 30.000 t/mn pendant 3 heures est du même ordre que celle obtenue par précipitation au sulfate d'ammonium. Si le volume est diminué 100 fois, le titre est augmenté d'autant. Le titrage a été fait sur cellules. En effet, le dosage spectrophotométrique n'a pas donné de résultats significatifs, la concentration du milieu en virus étant trop faible par rapport à la quantité de protéines étrangères dans les conditions habituelles de l'expérimentation.

B. ETUDE SUR L'ACIDE NUCLEIQUE

1. Sensibilité aux inhibiteurs chimiques

a) Guanidine

A la concentration de 100 µg/ml dans le milieu d'entretien, la guanidine n'empêche pas la replication de 15 souches locales ni des 2 souches tchèques dont nous disposons (Zabreh et Ludrova). Ce résultat rejoint celui obtenu par PORTOLANI (19) avec les entérovirus bovins. Par conséquent, l'action inhibitrice de la guanidine ne semble pas générale, mais plutôt spécifique à un certain nombre d'entérovirus.

b) 2 (*α* hydroxybenzyl) benzimidazole ou 2 *α* H.B.B.

L'effet du 2 *α* H.B.B. sur les entérovirus est, comme celui de la guanidine, variable selon les souches. Certains entérovirus bovins y sont sensibles (PORTOLANI - 19) — (BUCZEK - 5). Selon RASMUSSEN (20), les entérovirus porcins ne sont pas sensibles à une concentration de 219 µM/1. DARDIRI et collab. (8) ont observé un effet inhibiteur, variable selon la concentration en H.B.B. sur les virus Teschen et ECPO. Par contre HAHNEFELD et collab. (10) n'ont pas constaté une nette réduction du titre et de l'E.C.P. du virus Talfan en utilisant le H.B.B. aux concentrations de 50 à 200 µg/ml.

Nous avons utilisé le 2 *α* H.B.B. aux concentrations de 100, 250, 500 µg/ml dans le milieu d'entretien. A 500 µg/ml, le produit est toxique pour les cellules. A 100 et 200 µg/ml, pour les 3 souches locales étudiées, nous n'avons pas observé d'effet inhibiteur.

c) 5 fluoro-uracile (5-FU)

A la concentration de 100 µg/ml et au premier passage, il y a baisse de titre de 1 log à condition de diluer le virus pour l'adsorption dans le milieu d'entretien contenant le 5-FU. Au deuxième passage, avec une concentration de 250 µg/ml de 5-FU, il y a une chute considérable du titre. Le virus ne lyse que s'il est inoculé pur. Un premier passage en présence de 250 µg/ml de 5-FU fait apparaître une chute de titre correspondant à 2 ou 3 logs. Il semble donc que le 5-FU inhibe partiellement le virus de l'encéphalite porcine, cette inhibition s'accroissant avec les passages.

Cette inhibition est un argument en faveur de la nature ribonucléique de l'acide nucléique car le 5-FU est un analogue de l'uracile, base pyrimidique entrant dans la composition du RNA. Le 5-FU entrave donc la formation du RNA viral.

d) Pyrimidines halogénées

Ces composés bloquent l'incorporation de la thymidine dans l'ADN et empêchent la formation de l'ADN, mais non de l'ARN. C'est ainsi qu'ils empêchent la replication du virus vaccinal sur cellules rénales de lapin, mais non la multiplication du virus de Newcastle sur cellules K.B.

Dans notre expérimentation, la bromo-désoxyuridine à la concentration de 20 µg/ml n'inhibe pas du tout la replication de 8 souches locales ni des 2 tchèques, ni du témoin Newcastle, alors qu'elle bloque complètement le témoin vaccinal.

Ce résultat confirme celui obtenu avec le 5-FU et nous permet d'affirmer, d'ores et déjà, que les virus locaux de l'encéphalomyélite porcine contiennent de l'acide ribonucléique. Il en est de même, d'ailleurs, pour les souches tchèques.

2. Action directe de la RNA-ase sur le virus

De ce tableau n° 5, il ressort que la RNA-ase est absolument inactive sur le virus intact, sur le virus purifié au Fréon, ou traité à la trypsine.

3. Extraction de l'acide nucléique

Nous résumons dans le tableau n° 6 les résultats obtenus.

TABLEAU N° V

Traitement du virus à la RNA-ase.

Souches virales	Purification au fréon	Action de la trypsine	RNA-ase 1 mg/ml	Température °C	Titre limite
D 116	-	-	+	25	10 ⁻⁸
D 116	-	-	+	37	10 ⁻⁷
D 57	-	-	+	37	10 ⁻⁸
TD 9	+	-	-		10 ⁻⁵
TD 9	+	-	+	37	10 ⁻⁵
TD 7	+	-	-		10 ⁻⁵
TD 7	+	-	+	25	10 ⁻⁵
D 116	-	+	-		10 ⁻⁸
D 116	-	+	+	37	10 ⁻⁸

TABLEAU N°VI

Extraction de l'acide nucléique

Titre limite du virus initial	Phénol aqueux v de phénol v d'eau	Température et durée d'extraction °C heure		Solution hypertonique 3 pour dissolution de l'extrait=est à base de:	1er passage Résultat-titre	2è passage pour confirmer la spécificité
		°C	heure			
10 ⁻⁷	1/1	4	1	KCl (Strohmaier)	Négatif (5 fois)	
10 ⁻⁸	2/1	4	1	KCl	+ (1 fois)10 ⁻² - (1 fois)	+
10 ⁻⁷	1/1	4	1	KCl	+ (3 fois)10 ⁻¹	+
10 ⁻⁷	5/1	4	1	KCl	-	
10 ⁻⁹	9/1	4	3/4	KCl	-	
10 ⁻⁹	9/1	4	1	NaCl (Portocala)	+ 10 ⁻²	+
10 ⁻⁸	9/1	4	1/2	NaCl	+ (1 fois)10 ⁻¹ - (1 fois)	+
10 ⁻⁸	9/1	25	1	NaCl	+ 10 ⁻²	+
		37	1	NaCl	+ 10 ⁻³	+
10 ⁻⁸	9/1	4	1	NaCl	+ 10 ⁻¹	+
		25	1	NaCl	+ 10 ⁻³	+
		37	1	NaCl	-	
10 ⁻⁸	9/1	4	2	NaCl	+ 10 ⁻²	+
		25	2	NaCl	+ 10 ⁻³	+
		37	2	NaCl	+ 10 ⁻³	+
10 ⁻⁹	9/1	4	2	NaCl	+ 10 ⁻²	+
		25	2	NaCl	+ 10 ⁻²	+
		37	2	NaCl	+ 10 ⁻³	+

Nous pouvons conclure que l'extraction la plus efficace est faite à 25° ou 37° pendant 2 heures. Cependant il y a une chute importante du titre par rapport au virus initial.

4. Action de la RNA-ase sur l'acide nucléique

L'addition de RNA-ase à deux stades de la préparation a donné les résultats suivants :

TABLEAU N°VII

Infectiosité de l'acide nucléique traité et non traité par la RNA-ase
(effet cytopathogène sur cellules rénales de porc)

Acide nucléique (non traité) en solution hypertonique. Témoin d'infectiosité de l'extrait			Acide nucléique (non traité) en solution hypertonique porté 30 mn à 37°. Conservation de l'infectiosité			Acide nucléique en solution hypertonique traité par la RNA-ase 1 mg/ml - 30 mn à 37°			Extrait nucléique aqueux traité à la RNA-ase 1 mg/ml - 30 mn à 37°		
10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
2è p. +	2è p. +	2è p. -	2è p. +	2è p. +	2è p. -	2è p. -	2è p. -	2è p. -	2è p. -	2è p. -	2è p. -

De ce tableau, il ressort que :

- La RNA-ase inactive l'extrait nucléique aussi bien au stade d'extrait aqueux qu'en solution hypertonique (dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire avec une forte concentration de RNA-ase - 1 mg/ml);
- L'acide nucléique du virus local est donc de l'ARN; ce qui est en accord avec les résultats obtenus par les méthodes d'inhibition chimique;
- l'ARN en solution hypertonique paraît assez stable puisqu'il résiste 30 minutes à 37°.

5. Caractérisation histochimique intracellulaire du virus

- Vert de méthyle-pyronine et test de BRACHET.

Les cellules témoins non infectées, colorées au vert de méthyle-pyronine, présentent un cytoplasme rose, un noyau vert, et la chromatine n'y est pas apparente. Les cellules infectées ont un cytoplasme nettement plus rouge: leurs noyaux verts sont souvent pycnotiques, et la chromatine y apparaît granuleuse.

Après traitement à la RNA-ase et coloration, les cellules témoins présentent encore un noyau vert, mais leur cytoplasme n'est plus coloré. Pour les cellules infectées, l'aspect du noyau est le même qu'après coloration directe sans action de la RNA-ase. Par contre leur cytoplasme est très faiblement coloré en rose.

En conclusion, le noyau coloré en vert contient l'ADN, et l'ARN coloré en rouge ou rose est localisé au cytoplasme. L'action de la RNA-ase démontre bien la localisation cytoplasmique de l'ARN. Les cellules infectées

contiennent davantage d'ARN que le témoin (coloration plus intense), ce qui correspondrait à la présence du virus dans le cytoplasme.

- Feulgen.

Les noyaux sont colorés en rouge, les cytoplasmes ne sont pas colorés, aussi bien pour les cellules infectées que témoins. Ce qui prouve qu'il n'y a pas d'ADN, décelable par cette réaction, dans le cytoplasme.

- Orangé d'acridine.

L'examen en lumière U.V. montre les noyaux verts, et les cytoplasmes ainsi que les nucléoles orangés ou rouge orangé. Le cytoplasme des cellules infectées apparaît plus rouge vif, ce qui indique la présence d'une plus grande quantité d'ARN, correspondant au virus.

CONCLUSIONS

Le virus de l'encéphalomyélite porcine malgache présente un certain nombre de propriétés physico-chimiques qui l'apparentent aux souches européennes de la maladie de Teschen et qui imposent de le classer parmi les entérovirus du porc :

- sa petite taille, inférieure à 50 mμ;
- il contient de l'ARN;
- il résiste aux solvants organiques, notamment au chloroforme. Il n'a donc pas de lipides essentiels;
- de plus, il résiste à l'acidité du milieu (pH 3).

Ces critères sont, en effet, ceux retenus pour établir qu'un virus appartient au groupe des Entérovirus (6).

D'ailleurs d'autres caractères le rapprochent aussi des Entérovirus et, parmi eux, du virus de Teschen européen :

- stabilisation par le chlorure de magnésium vis-à-vis de la chaleur;
- résistance au désoxycholate de soude;
- résistance à la trypsine;
- inhibition par le 5 Fluoro-uracile (comme

le poliovirus);

— biosynthèse cytoplasmique.

Nous pensons donc que le virus local présente les caractères physico-chimiques d'un entéro-virus porcin, et qu'il est très proche du virus de Teschen. L'étude des propriétés biologiques sera à faire pour confirmer cette parenté.

SUMMARY

Studies on some physical and chemical properties of the swine encephalomyelitis virus of Madagascar

Some properties of the malagasy swine encephalomyelitis virus were studied comparatively with czechoslovak strains.

Small size, ribonucleic acid, insensitivity to chloroform and acid pH, heat stabilization by magnesium chloride, insensitivity to sodium desoxycholate and trypsin, inhibition by 5 fluorouracil and intracellular multiplication are identical.

RESUMEN

Estudio de algunas propiedades fisico-químicas del virus de la encefalomiélitis del cerdo malgacho

Se estudian varias propiedades del virus de la encefalomiélitis del cerdo malgacho, en comparación con las de las cepas checas. Pequeño tamaño, ácido ribonucleico, resistencia para con los disolventes orgánicos y los pH ácidos, estabilización por el cloruro de magnesio, resistencia al desoxicloato de sodio y a la tripsina, inhibición por el 5 fluoruracilo y síntesis citoplasmica son idénticos.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDREWES (C. H.) et HORSTMAN (D. M.), « The susceptibility of viruses to ethyl ether », *J. gen. Microbiol.* 1949, **3** : 290-97.
2. BETTS (A. O.), « Porcine Enterovirus », in *Adv. vet. Sci.* 1964, **9** : 225-49. N.Y. USA. Academic Press.
3. BOURDIN (P.) et collab., « Culture du virus de Teschen sur cellules épithéliales de rein de porc en couche monocellulaire », *Ann. Inst. Pasteur, Paris*, 1957, **93** (5) : 581-91.
4. BOURDIN (P.), SERRES (H.) et RASOLOFOMANANA (P.), « Mise au point d'un vaccin nasal contre l'encéphalomyélite porcine malgache », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (2) : 119-30.
5. BUCZEK (J.), « Further characterization of bovine enteroviruses isolated in Poland », *Arch. ges. Virusforsch.*, 1970, **30** : 408-10.
6. Comité des Entérovirus : *Virology*, 1962, **16** : 501-04 - *Virology*, 1963, **19** : 114-16 - *Science*, 1963, **141** : 153.
7. CROWTHER (D.) et MELNICK (J. L.), « Studies of the inhibitory action of guanidine on poliovirus multiplication in cell cultures », *Virology*, 1961, **15** : 65-74.
8. DARDIRI (A. H.), DELAY (P. D.) et BACHRACH (H. L.), « Effect of 2 (α Hydroxybenzyl) benzimidazole on Teschen disease virus, pig enteric viruses, and foot and mouth disease virus in kidney cell cultures », *Can. J. comp. Med.*, 1964, **28** : 161.
9. EGGERS (H. J.) et TAMM (I.), « On the mechanism of selective inhibition of enterovirus multiplication by 2-α H.B.B. », *Virology* 1962, **18** : 426-38.
10. HAHNEFELD (H.) et Collab., « Talfan disease der Schweine in Deutschland 2. Mitteilung : weitere charakterisierung des kulturvirus », *Arch. exp. Vet. Med.*, 1966, **20**, 1293.
11. LARENAUDIE (B.), HAAG (J.) et CARNERO (R.), « La purification du virus de la peste porcine africaine par le Fluoro-carbone », *Bull. Off. int. Epizoot.*, 1965, **63** (5-6) : 711-16.
12. LEPINE (P.) et ATANASIU (P.), « Existence à Madagascar de l'encéphalomyélite enzootique des porcs. Immunité croisée avec le virus de la maladie de Teschen. Transmission au sanglier », *Ann. Inst. Pasteur, Paris*, 1950, **79** (2) : 113-20.
13. LEPINE (P.), « Techniques de laboratoire en virologie humaine ». Paris, Masson, 1964.
14. MARAMOROSCH (K.) et KOPROWSKI (H.), « Methods in virology », New York, Academic Press, 1967. T. II.
15. MAYR (A.) et BÖGEL (K.), « Der Chloroform Resistenztest zur Isolierung und charakterisierung von Enteroviren », *Zentbl. Bakt. Parasitkde I.* 1961, **182** : 564-70.

16. MAYR (A.), « The virus of Teschen disease », *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1962, **101**: 423-27.
17. MUNYON (W.) et SALZMAN (N. P.), « The incorporation of 5-FU into poliovirus » *Virology*, 1962, **18**: 95-101.
18. PORTOCALA (R.), SAMUEL (I.) et POPESCU (M.), « Effect of lyophilisation on picornaviruses », *Arch. ges. Virusforsch.*, 1969, **28**: 97-99.
19. PORTOLANI (M.), BERNARDINI (A.) et LA PLACA (B.), « On the susceptibility of bovine enteroviruses to the inhibitory action of guanidine and 2 α (H.B.B.) », *Vet. ital.*, 1968, **19**: 76-81 (*Vet. Bull.*, 1968, **38** (10): 688. Analyse n° 4104).
20. RASMUSSEN (P. G.), « A study of enteroviruses in Danish pigs - IV - effect of cations on thermal inactivation, and of 2 α (H.B.B.) on virus propagation in cell culture », *Nord. Vet. Med.*, 1969, **21**: 449-53. (*Vet. Bull.*, 1970, **40** (3): 196. Analyse n° 1134).
21. SALZMAN (N. P.), « The rate of formation of vaccinia deoxyribonucleic acid and vaccinia virus », *Virology*, 1960, **10**: 150-52.
22. STROHMAIER (K), « Vergleichende Untersuchungen Der Infektiösen Ribonucleic Säure Des Virus Der Ansteckende Schweinelähmung (Teschener Krankheit) Mit Hochmolekularer Gewebe Ribonucleic Säure », *Z. Naturf.*, 1963, **18**: 788-98.
23. WALLIS (C.) et MELNICK (J. L.), « Cationic stabilization - A new property of enteroviruses », *Virology*, 1962, **16**: 504-06.

Étude immunoélectrophorétique du sérum de zébu Gobra au Sénégal

Possibilité de variations saisonnières qualitatives

par J. ROUMEGOUX et M. P. DOUTRE (*)

RESUME

Après avoir fourni une description des techniques employées : immunoélectrophorèse et gel-filtration sur colonne de Sephadex G 200., les auteurs présentent l'image immunoélectrophorétique du sérum de zébu Gobra, en précisant la nature des 15 lignes de précipitation obtenues. L'étude se termine par des considérations sur la possibilité d'éventuelles variations saisonnières des protéines sériques. Les résultats ne laissent apparaître aucune différence d'ordre qualitatif entre des prélèvements recueillis en fin de saison humide et ceux récoltés en fin de saison sèche. En particulier, les trois immunoglobulines : IgG, IgM et IgA se retrouvent sur toutes les images immunoélectrophorétiques de l'ensemble des sérums utilisés au cours du présent travail. Par contre, sur le plan quantitatif, on note une diminution significative du taux des protéines totales pour les sérums obtenus en fin de saison sèche. Cette dernière observation est confirmée par une étude électrophorétique qui doit faire l'objet d'une publication prochaine.

En 1965, au Tchad, PROVOST, BORREDON et QUEVAL mettent en évidence une hypogammaglobulinémie essentielle chez des zébus d'Afrique centrale (15).

A la suite de ces observations, une étude a été effectuée au Sénégal sur le zébu Gobra.

Ce travail a été réalisé en deux temps :

1. Qualitativement : en utilisant conjointement la chromatographie sur colonne de Sephadex G 200 et l'immunoélectrophorèse.
2. Quantitativement : par l'analyse électrophorétique sur acétate de cellulose.

Ce dernier travail fera l'objet d'une note séparée. Seuls les résultats obtenus lors de

l'étude qualitative ont été rapportés dans la présente publication.

En 1968, I.S.WARD-COX, en Afrique du Sud, montre l'apparition progressive des immunoglobulines chez le veau nouveau-né (19). Le même auteur, en 1969, révèle par immunoélectrophorèse une agammaglobulinémie chez quelques bovins (20).

En 1969, W. PENHALE et G. CHRISTIE comparent au cours d'une étude quantitative le taux des immunoglobulines sériques chez les bovins d'Europe (races : Ayrshire, Frisonne, Jersey, Guernescy et Shorthorn) et chez le zébu. Les résultats obtenus montrent une augmentation appréciable de l'IgG et de l'IgM chez le bétail d'origine africaine (1) (12).

A notre connaissance, il n'existe pas de travaux donnant un diagramme complet de déter-

(*) Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Maisons-Alfort. - Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires, Dakar-Hann (Sénégal).

(1) Nous utilisons la nomenclature officielle.

mination des différentes lignes de précipitation constituant l'image immunoélectrophorétique d'un sérum de bovin. Nous avons donc tenté dans un premier temps d'identifier les différents arcs afin d'éviter par la suite toute erreur d'interprétation. Dans un deuxième temps, nous avons entrepris une étude comparative de sérums récoltés, dans le Ferlo, en fin de saison des pluies et en fin de saison sèche, afin de rechercher d'éventuelles variations liées à l'état d'entretien des animaux.

I. MATERIEL ET METHODES

A. Récolte des sérums objet de l'étude

Le sang est prélevé aseptiquement à la jugulaire. Après coagulation, le sérum est centrifugé et réparti dans des ampoules à sceller à raison de 3 ml par ampoule.

Les sérums ainsi conditionnés sont stockés à -20° C.

B. Préparation des anti-sérums

Plusieurs techniques ont été utilisées avec des résultats différents :

a) Ane

Une émulsion est préparée avec les constituants suivants :

— Sérum de zébu	20 ml
— P.B.S.	10 ml
— Adjuvant complet de Freud	20 ml

Tout d'abord, 20 ml de cette émulsion sont injectés par voie intramusculaire profonde en répartissant la dose en 4 points différents (encolure et cuisses). Ensuite, 25 jours après, débute une série de 6 injections intraveineuses d'antigène. Ce dernier est préparé de la façon suivante :

- 3 ml de sérum;
- 47 ml de PBS.

On ajoute 23 ml de bicarbonate de sodium N, puis goutte à goutte, en agitant 50 ml d'une solution à 10 p. 100 d'alun de potassium ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$). La suspension est abandonnée à 4° C pendant une nuit, puis centrifugée à froid 30 mn à 3.000 t/mn. Le précipité est enfin remis en suspension dans 80 ml de PBS.

Les injections sont faites au rythme de 2 par semaine :

- 1^{re} semaine : 0,5 ml et 1 ml;
- 2^e semaine : 2 ml et 4 ml;
- 3^e semaine : 8 ml et 16 ml.

Le premier prélèvement de sang est effectué 10 jours après la dernière injection. Pour pallier aux accidents anaphylactiques éventuels, chaque injection d'antigène est précédée d'un traitement au phénergan (I.M.).

En principe, l'animal continue à produire des anticorps pendant plusieurs mois. Cette méthode permet d'obtenir un sérum d'âne anti-zébu qui révèle parfaitement les immunoglobulines.

b) Lapins

Première méthode

Une technique identique d'immunisation a été utilisée.

— Première injection : quantité pour deux lapins :

— Sérum de zébus	0,5 ml
— P.B.S.	1,5 ml
— Adjuvant complet de Freud	2,0 ml

On injecte 0,1 ml de l'émulsion sous chaque coussinet plantaire. Le reste est inoculé dans chaque cuisse par voie intramusculaire.

— Injections ultérieures : 25 jours plus tard, par voie intraveineuse de la préparation antigénique suivante :

- 0,3 ml de sérum;
- 4,7 ml de P.B.S.

On ajoute 2,3 ml de bicarbonate de soude N, puis goutte à goutte en agitant 5 ml d'une solution à 10 p. 100 d'alun de potassium. La solution est abandonnée à 4° C pendant une nuit, puis centrifugée. Le précipité est repris dans 8 ml de P.B.S.

Injections renouvelées 2 fois par semaine suivant le rythme :

- 1^{re} semaine : 0,05 ml et 0,1 ml;
- 2^e semaine : 0,15 ml et 0,3 ml;
- 3^e semaine : 0,4 ml et 0,8 ml.

Le sang des lapins est récolté 15 jours après la dernière injection.

Cette méthode couramment utilisée pour l'obtention de sérums lapin anti-humains n'a donné que des résultats médiocres dans la préparation de sérum anti-zébu. Il semble que les mauvais résultats obtenus soient dus à une trop faible quantité de sérum de zébu dans la constitution du mélange antigénique.

Deuxième méthode

Le meilleur sérum anti-bovin total a été produit par injections par voie intraveineuse de sérum de zébu non traité à des lapins.

Rythme des injections :

7 injections de 2 ml de sérum de zébus à 2 jours d'intervalle dans la veine marginale de l'oreille. La saignée est pratiquée 15 jours après la dernière injection. Chaque lapin fournit en moyenne 50 ml de sérum anti.

De cette façon, un excellent sérum anti donnant 15 lignes de précipitation a été obtenu.

Remarque

L'utilisation d'un sérum de zébu normal pour l'hyperimmunisation des lapins ne permet pas d'obtenir une bonne ligne de précipitation de l'IgM.

C'est la raison pour laquelle ont été utilisés soit des sérums d'animaux trypanosomés riches en IgM, soit un sérum de zébu hyperimmunisé au préalable au moyen d'une culture de *Salmonella typhimurium* formolée. L'injection de l'antigène 0 des salmonelles provoque en effet une forte élévation de l'IgM.

Pour ce faire, le processus suivant a été adopté : 2 inoculations par semaine par voie intraveineuse à doses progressivement croissantes : 5 ml, 10, 15, 20, ... 75, 80 pendant 2 mois (récolte du sérum 15 jours après la dernière injection).

Le sérum ainsi obtenu, inoculé à des lapins, a permis de préparer un sérum lapin anti-zébu total révélant particulièrement bien l'IgM.

Troisième méthode

L'hyperimmunisation de lapin au moyen des fractions I (IgM) et IV (IgG) obtenues par chromatographie sur colonne de Sephadex G 200 a permis de préparer des immunosérums qui, après épuisement par un sérum de fœtus de veau, révèlent exclusivement l'IgG et l'IgM ⁽²⁾.

⁽²⁾ Industrie Biologie Française, S.A., 92-Gennevilliers.

C. Gélules-tampons

a) Immuno-électrophorèse

Les gels sont préparés soit avec le Special Agar Noble (Difco) soit avec l'agarose. Le Special Agar Noble (Difco) est constitué par un mélange d'agarose et d'agaropectine.

L'agaropectine porte des groupements acides sulfoniques responsables d'une partie des propriétés du gel d'agar. Ainsi l'IgG, l'IgA et l'IgM, soumis à un fort courant d'électroendosmose, migrent vers le pôle négatif. L'agarose, au contraire, n'ayant pas ces groupements acides, possède une inertie chimique relative et donne lieu à un faible courant d'électroendosmose au cours de l'électrophorèse, ce qui peut présenter un avantage notamment dans l'étude des immunoglobulines (9). Si l'agarose donne des lignes de précipitation plus nettes, plus nombreuses et mieux réparties, la présence du puits de départ dans la concavité de l'arc de l'IgM peut être gênante pour l'étude particulière de cette globuline.

De plus, la multiplication des arcs est aussi un facteur de complication. En fait, le choix de l'un ou l'autre des deux gels sera fonction des fractions auxquelles on s'intéresse.

Le tampon utilisé, qui a donné les meilleurs résultats, répond à la composition suivante :

— Véronal acide (0,01 M)	1,842 g	} pH 8,6
— Véronal sodé (0,05 M)	10,309 g	
— Acétate de sodium, 3 H ₂ O (0,05 M)	6,804 g	
— Eau distillée q.s.p.	1.000 ml	

Le gel, support de l'immuno-électrophorèse, est préparé dans les proportions suivantes :

— Agar noble	1 g
— Tampon	25 ml
— Eau distillée	75 ml

Ces proportions sont les mêmes si on utilise l'agarose. Le gel, ainsi préparé, est réparti en tubes de 20 ml, conservés à + 4° C.

b) Chromatographie

Elle est réalisée sur colonne de Sephadex G 200 ⁽³⁾.

L'éluant est une solution tampon dont la composition est la suivante :

⁽³⁾ Pharmacia Fine Chemicals, Uppsala, Suède.

— Tris	7,96 g	} pH 8,0
— NaCl	58,45 g	
— HCl (0,033 N) q.s.p.	1.000 ml	

D. Techniques

a) Immunoélectrophorèse

Ont été utilisées la microméthode sur lames de $2,5 \times 7,5$ cm et la macrométhode sur lames de 16×4 cm (21).

L'appareillage Gelman pour immunoélectrophorèse a été employé tout au long du présent travail (générateur de courant continu donnant une tension de 0 à 500 V).

Les différents stades de la méthode correspondent à la description classique : dégraissage des lames, coulage de la gélose, découpage à l'emporte-pièce des puits de départ et de la gouttière des immun-sérums (portoir de 6 lames), dépôt du sérum à étudier. L'électrophorèse est menée sous 220 V pendant 60 mn pour la microméthode et 140 mn pour la macrométhode. On procède ensuite à l'application de l'immunsérum. L'incubation se fait en chambre humide pendant 24 à 36 h. Après lavage (24 h en sérum physiologique, 1 h en eau distillée) et séchage (à l'étuve à 37° C), la coloration est réalisée au noir-amide en solution méthanol-acétique pendant 5 mn. L'excès de colorant est éliminé par une solution de rinçage. Les lames sont enfin lavées à l'eau courante et séchées.

Solution de rinçage :

— Alcool méthylique	5 vol.
— Acide acétique	1 vol.
— Eau distillée	5 vol.

Solution de coloration :

— Noir amide	6 g
— Solution de rinçage	1.000 ml

b) Chromatographie

Conduite selon les indications de HOGMAN et KILLANDER (10).

Le fractionnement des sérums de zébu a été effectué sur colonne de Sephadex G 200 (gel de dextrane).

Le gel de Sephadex est placé dans une colonne de 800 mm de hauteur et 30 mm de diamètre. Après s'être assuré de la verticalité rigoureuse de la colonne, le sérum est déposé uniformément à la partie supérieure du gel à raison de 3 ml.

L'éluant est envoyé sur la colonne par une pompe électrique.

A la sortie de la colonne, un absorptiomètre à UV (280 m μ), couplé à un enregistreur, permet de détecter les différentes fractions qui sont ensuite réparties en tubes de 5 ml par le collecteur de fractions Beckman muni d'un compteur de gouttes.

A la fin de la chromatographie, l'enregistreur a inscrit sur bande de papier une courbe à 3 pics (voir schéma I) qui matérialise la séparation des différentes fractions sériques. Ainsi, dans l'exemple choisi, la courbe montre que la totalité du sérum a filtré entre les tubes 17 et 61 du collecteur. Dans cet intervalle, les tubes ont été regroupés en 7 fractions :

- 1^{re} fraction : tubes 17 à 19;
- 2^e fraction : tubes 20 à 27;
- 3^e fraction : tubes 27 à 36;
- 4^e fraction : tubes 37 à 44;
- 5^e fraction : tubes 45 à 48;
- 6^e fraction : tubes 49 à 52;
- 7^e fraction : tubes 53 à 61.

Chaque fraction est ensuite dialysée contre de l'eau distillée à + 4° C, pour éliminer les sels du tampon, puis lyophilisée.

La dialyse et la concentration des fractions obtenues par la chromatographie peuvent être réalisées plus rapidement en un seul temps par la technique de dialyse sous vide (schéma 2). En 12 h. à + 4° C, la concentration est environ de 10 fois.

II. IMAGE IMMUNO-ELECTROPHORETIQUE DU SERUM DE ZEBU GOBRA

L'immuno-électrophorèse d'un sérum de zébu Gobra réalisée dans les conditions décrites ci-dessus a permis d'obtenir 15 lignes de précipitation.

1. Identification des différents arcs

a) Fractionnement d'un sérum

La filtration sur gel de dextrane (Sephadex G 200) sépare les protéines sériques selon leur taille, leur vitesse de migration dans le gel étant pour partie directement proportionnelle à la grosseur de la molécule.

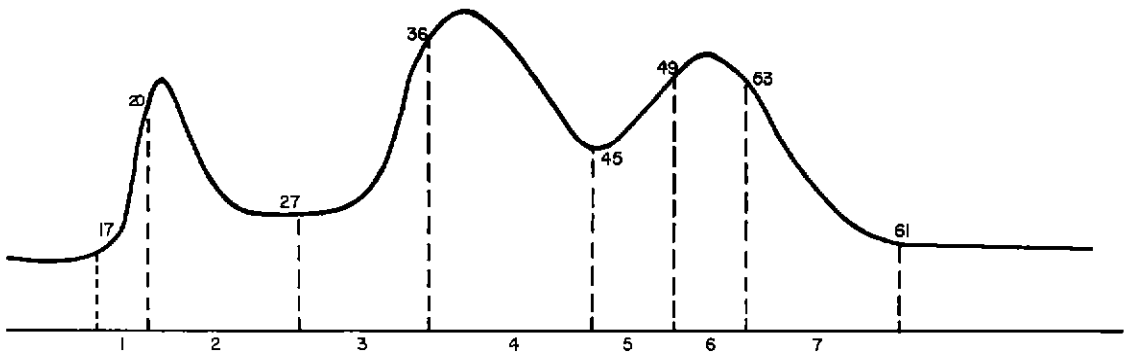


Schéma 1 - Courbe de fractionnement d'un sérum de zébu sur Sephadex G.200.

Chaque fraction obtenue par chromatographie est comparée sur la même préparation avec le sérum total. Quelques lignes parfaitement visibles sur les lames sont difficilement rendues par les photographies.

La photographie de l'image immunoelectrophorétique de chacune des 7 fractions est reproduite dans les clichés n° 1 à 7 avec indication des différents constituants dont la position a pu être figurée.

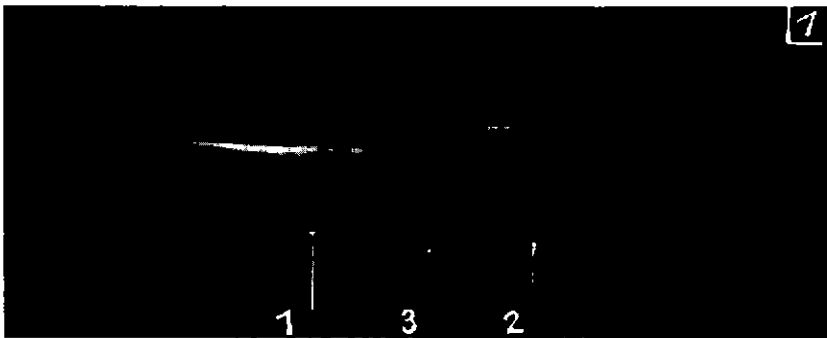


Photo 1

- 1. IgM
- 2. α 2-macroglobuline
- 3. β -lipoprotéine

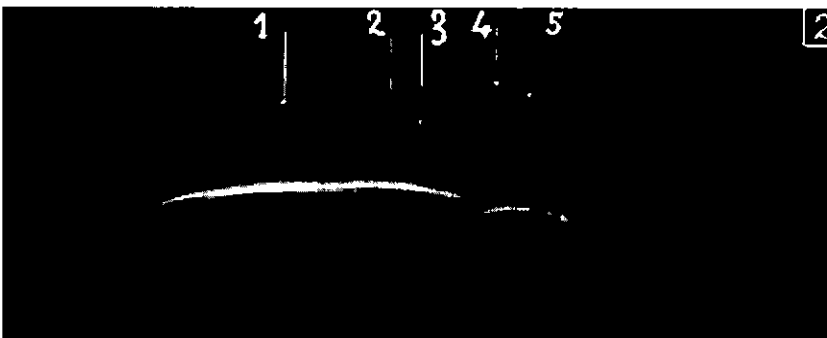


Photo 2

- 1. IgM
- 2. α 2 macroglobuline
- 3. Transférine
- 4. β -lipoprotéine
- 5. Céruloplasmine

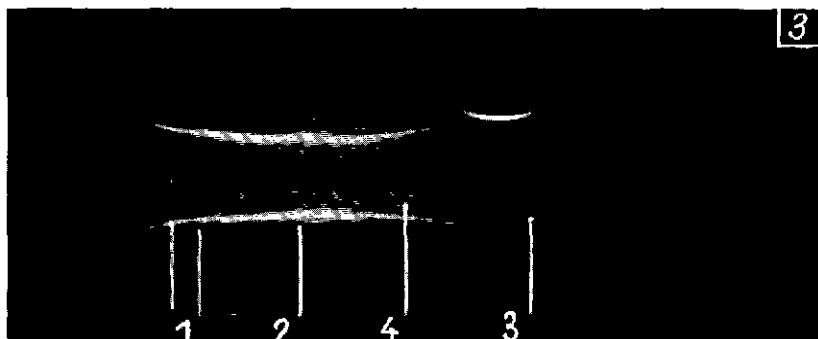


Photo 3

1. IgG lente
IgG rapide
2. IgA
3. β 1 A globuline
4. α 2 séromucoïde

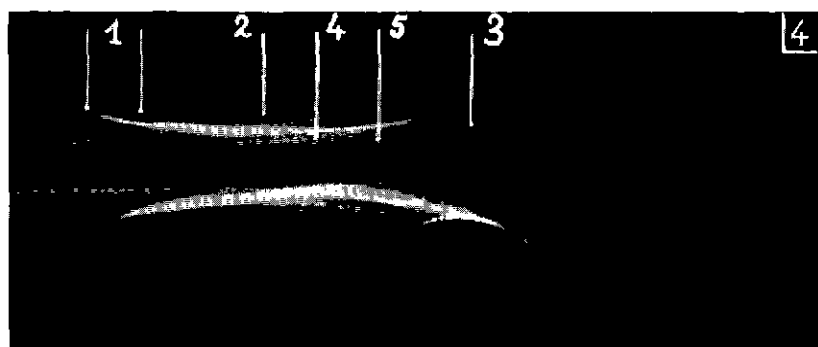


Photo 4

1. IgG lente
IgG rapide
2. IgA
3. β 1 A globuline
4. Haptoglobine
5. Transférine

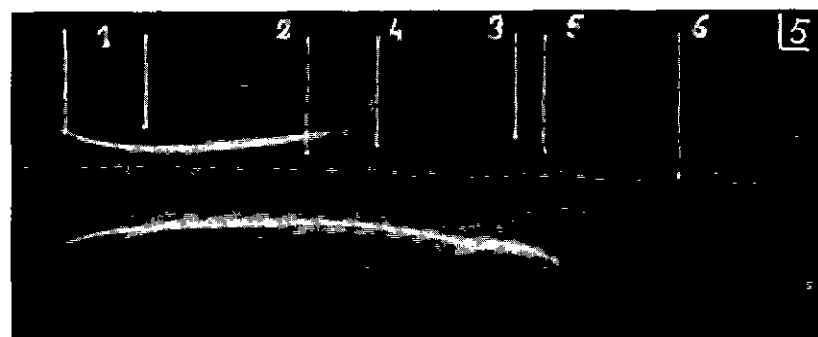


Photo 5

1. IgG lente
IgG rapide
2. Transférine
3. β 1 A globuline
4. Haptoglobine
5. α 1 glycoprotéine
6. Albumine

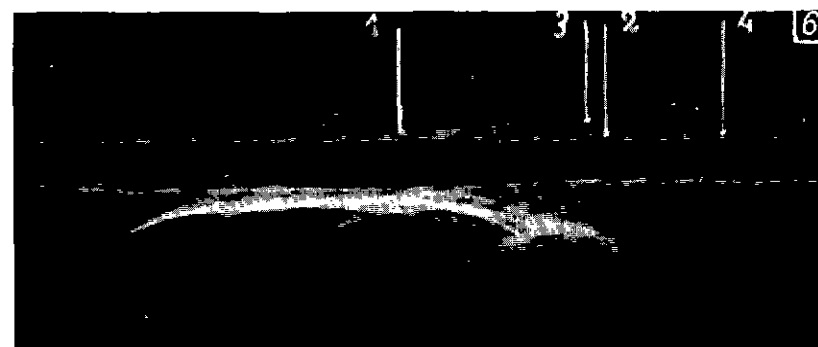


Photo 6

1. Transférine
2. α 1 glycoprotéine
3. α 1 séromucoïde
4. Albumine

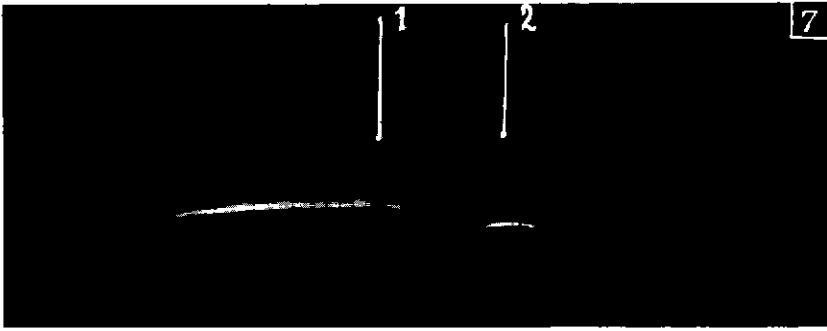


Photo 7

1. Transferrine
2. $\alpha 1$ séromucoïde

b) Préparation de l'IgM

La préparation de l'IgM pure par filtration sur Sephadex implique l'élimination de l' $\alpha 2$ -macroglobuline ainsi que de la β -lipoprotéine (10).

— Précipitation de la lipoprotéine :

A 10 ml d'un sérum normal, on ajoute 0,4 ml d'une solution de sulfate de dextrane à 10 p. 100, puis 1 ml d'une solution de Ca Cl_2 , M. On agite et après 15 mn de repos, on centrifuge 10 mn à 6.000 g. On recueille le surnageant. L'excès de Ca Cl_2 est éliminé par dialyse contre de l'eau distillée.

— Précipitation des euglobulines :

On ajuste le volume de ce surnageant à 200 ml à l'aide d'une solution d'acide borique à 7,5 g/litre.

On centrifuge pendant 10 mn à 2.000 g, après une demi-heure de repos.

Le précipité est lavé 2 fois avec la solution d'acide borique puis il est repris dans 3 à 4 ml du tampon Tris-H Cl-Na Cl de pH = 8,0.

La filtration est enfin réalisée sur la colonne de Sephadex G 200.

c) Autres immunoglobulines

Les autres immunoglobulines ont été préparées par épuisements successifs des sérums de zébus par un sérum de lapin hyperimmunisé avec un sérum de fœtus de veau dépourvu d'IgG et d'IgM. La photo 8 montre l'image immunoélectrophorétique d'un sérum d'embryon de veau à terme manifestement dépourvu d'IgG et d'IgM (19).

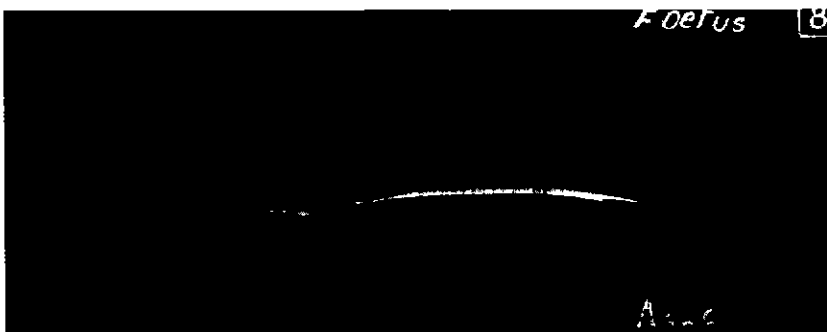


Photo 8

Image immuno-
électrophorétique
d'un sérum d'embryon
de veau.

d) Colorations spécifiques

Pour la mise en évidence des lipoprotéines, on peut utiliser des colorants spécifiques : Oil Red O ou Soudan B.

Des colorations spéciales, comme celle dé-

crité par URIEL (18) pour mettre en évidence l'action oxydative de la céruloplasmine permettent de préciser certaines lignes de précipitation.

Seules les colorations spécifiques des lipoprotéines qui n'offrent pas de difficulté majeure ont été réalisées dans le présent travail.

2. Lecture d'une lame d'immunoélectrophorèse

Avant d'envisager la lecture d'une lame, quatre critères sont à retenir :

— Un antigène est d'autant plus abondant que sa ligne de précipitation est plus proche de la gouttière des immunosérums.

— L'abondance d'un antigène peut être évaluée d'après l'intensité de son précipité, à condition que le rapport antigène-anticorps ait une valeur bien déterminée. Lorsque l'antigène se trouve en grande quantité, l'excès peut dissoudre le précipité.

— Un antigène est d'autant plus abondant que sa ligne de précipitation est moins courbe.

— La ligne de précipitation est floue du côté opposé au réactif en excès. Pour avoir des lignes nettes, il convient d'ajuster les concentrations respectives d'antisérum et de sérum à étudier.

Il est à noter que l'albumine apparaît rarement sur les préparations. En réalité, au cours du développement, elle est la première à se former, mais elle disparaît ensuite, le précipité étant dissout par l'excès d'antigène. Des photographies prises en cours d'incubation, sans coloration, montrent très nettement la ligne de précipitation de l'albumine (photo 9).

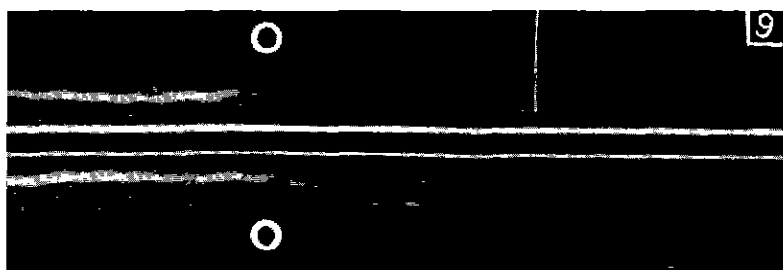


Photo 9

Photo réalisée en cours d'incubation, sans coloration, l'arc correspondant à l'albumine est nettement visible.

En conclusion, l'application des différentes techniques décrites ci-dessus ont donc permis d'identifier 15 lignes (photo 10).

ralement pas sur une même lame, les concentrations respectives de sérum et d'antisérum doivent être ajustées en fonction des globulines à étudier.

A noter que les lignes n'apparaissent géné-

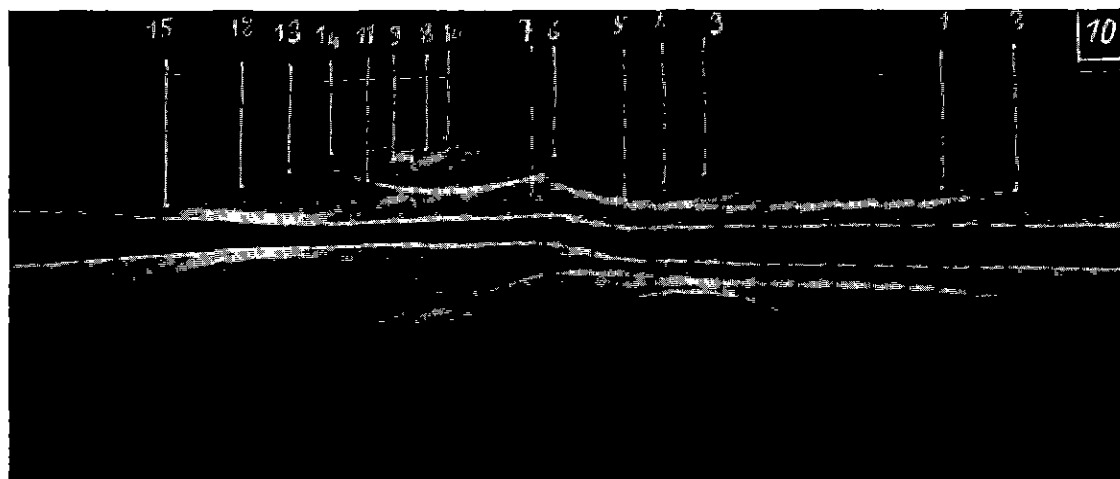


Photo 10

- | | | | | |
|---------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1. IgG lente | 4. IgA | 7. Haptoglobine | 10. σ 2-lipoprotéine | 13. α 1 séromucoïde |
| 2. IgG rapide | 5. Transférine | 8. α 2-macroglobuline | 11. β 1 A globuline | 14. α 1 X-glycoprotéine (?) |
| 3. IgM | 6. β -lipoprotéine | 9. Céruloplasmine | 12. α 1-glycoprotéine | 15. Albumine |

III. ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES QUALITATIVES DES PROTEINES SERIQUES DU ZEBU GOBRA

1. 115 sérums ont été prélevés au mois de novembre 1969, en fin de saison des pluies, sur des zébus du Ferlo (Dara). Les animaux, cliniquement sains, étaient en parfait état d'entretien.

Du point de vue qualitatif, les images immunoélectrophorétiques se sont révélées être parfaitement identiques pour tous les sérums analysés. Dans tous les cas, les immunoglobulines

IgG, IgA et IgM sont parfaitement visibles, comme sur la photo 11 par exemple.

Sur le plan quantitatif, autant que l'on puisse en juger en immunoélectrophorèse, il semble qu'il y ait quelques légères variations individuelles principalement au niveau des immunoglobulines. Par exemple on voit que le sérum de la photo 11 est moins riche en IgM. Il faut préciser que le même immunosérum a été utilisé pour toute la série. De plus, les quantités de sérum et d'immunosérum appliquées au moyen de micro-pipettes graduées étaient connues et identiques. Les conditions de travail étant rigoureusement définies et reproduites, il est donc parfaitement possible de faire des comparaisons d'ordre quantitatif.

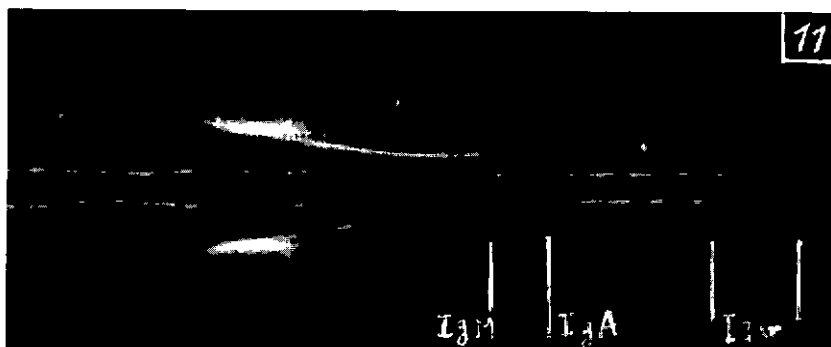


Photo 11

2. Au mois de mai 1970, 72 sérums ont été recueillis sur des zébus de la même région (forage de Tatki). A cette époque de l'année, les animaux présentent un amaigrissement saisonnier maximal du fait des conditions d'alimentation de semaine en semaine plus difficiles.

L'analyse immunoélectrophorétique de ces sérums a été effectuée avec le même immunosérum de lapin. Pour chaque lame, la comparai-

son a été faite avec un même sérum de zébu prélevé en fin de saison des pluies. Les résultats montrent qu'aucune des immunoglobulines n'a disparu mais que, par contre, toutes les fractions apparaissent moins abondantes. De façon constante, la ligne de précipitation de l'IgG est moins marquée et plus courte que sur le sérum témoin (ainsi qu'on peut le voir sur la photo 12). De même, l'IgM est beaucoup moins visible. Pour toutes les autres fractions, les arcs

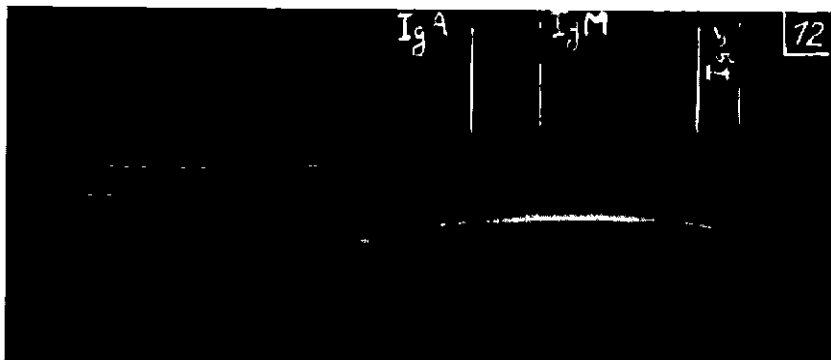


Photo 12

de précipitation sont plus courbes et moins nets, ce qui indique une diminution du taux de la protéine en cause.

L'étude quantitative menée conjointement par la méthode d'électrophorèse sur acétate de cellulose a permis de confirmer et de chiffrer ce résultat.

En conclusion, le sérum des bovins, en fin de saison sèche, présente un abaissement significatif des protéines totales, chacun des consti-

tuants étant intéressé. Par contre, en aucun cas, la disparition complète d'une quelconque fraction n'a été observée, immunoglobulines comprises.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Professeur MASSEYEFF et ses collaborateurs de la Faculté de Médecine de Dakar pour l'aide technique qu'ils nous ont apportée tout au long de la présente étude.

SUMMARY

Immunoelectrophoretic study of Gobra zebu serum in Senegal. Possibility of qualitative seasonal variation

In a first step, the authors describe the technics and methods which will be used all along the present work: immunoelectrophoresis and gel filtration chromatography on Sephadex G 200. An immunoelectrophoretic pattern of Gobra zebu serum is given with the nomenclature of each of the 15 precipitation lines obtained. The study is achieved with considerations on any possible seasonal variation of serum proteins. The results show no qualitative difference between samples collected at the end of the rainy season and those gathered at the end of the dry season. In particular, the three immunoglobulins are present on the immunoelectrophoretic patterns of all the sera used along the present study. On the other hand, on quantitative basis, a significant decrease of total proteins rate is demonstrated for the sera collected at the end of the dry season. This last observation is confirmed by an electrophoresis study which will be published separately in a further paper.

RESUMEN

Estudio inmunoelectroforetico del suero de cebú Gobra en Senegal. Posibilidad de variaciones cualitativas de estación

Los autores describen las técnicas utilizadas: inmunoelectroforesis y gelosa-filtración sobre columna de Sephadex G 200. Luego, presentan la imagen inmunoelectroforetica del suero de cebú Gobra, al precisar la esencia de las 15 líneas de precipitación obtenidas. Se acaba el estudio por consideraciones sobre la posibilidad de eventuales variaciones de estación de las proteínas sericas. Según los resultados, no existe ningún diferencia de orden cualitativo entre las muestras recogidas al fin de la estación húmeda y las recogidas al fin de la estación seca. Particularmente, las tres inmunoglobulinas: IgG, IgM e IgA se encuentran en todas las imagenes inmunoelectroforeticas del conjunto de los sueros utilizados durante este estudio. En cambio, desde el punto de vista cuantitativo, se nota una disminución significativa de la tasa de las proteínas totales en los sueros obtenidos al fin de la estación seca. Se confirma la última observación por un estudio electroforetico que se publicara proximately.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIBERFELD (G.), « Distribution of antibody within 19 S and 7 S immunoglobulins following infection with *Mycoplasma pneumoniae* », *J. Immunol.*, 1968, **100** (2): 338-47.
2. GÖTZ (H.) et HEINEBRODT (A.), « Biochemical and immunoelectrophoretic analysis of cattle serum », *Zentbl. Vet. Med.*, 1969, **16** A: 691-702.
3. HERMANS (J.), « Les globulines sériques du système gamma. Leur nature et leur pathologie », Paris, Masson, 1961.
4. HIRSCHFELD (J.), « The use of immunoelectrophoresis in the analysis of normal sera and in studies of the inheritance of certain serum proteins », *Sci. Tools*, 1961, **8** (3): 17-24.
5. HIRSCHFELD (J.), « Immunoelectrophoresis procedure and application to the study of group-specific variations in sera », *Sci. Tools*, 1960, **7** (2): 18-25.
6. JONAS (W. E.), « Determination of sheep anti-*Salmonella typhimurium* immunoglobulin class by

- antiglobulin testing », *Res. vet. Sci.*, 1969, **10** (4) : 311-20.
7. JONAS (W. E.), « Immunoelectrophoretic analysis of sheep serum using guinea-pig antisera to particulate antigens treated with sheep anti-serum », *Res. vet. Sci.*, 1969, **10** (5) : 397-404.
 8. Mc EWAN (A. D.), EISCHER (E. W.) et SEIMAN (I. E.), « Observations on the immunoglobulin levels of neonatal calves and their relationship to disease », *J. comp. Path.*, 1970, **80** (2) : 259-65.
 9. MASSEYEFF (R.) et GOMBERT (J.), « Comparaison entre l'agar et l'agarose comme support de l'analyse immunoelectrophoretique du serum », *Bull. Mém. Fac. mixte Méd. Pharm. Dakar*, 1965, **13** : 100-02.
 10. MASSEYEFF (R.), GOMBERT (J.) et JOSSE-LIN (J.), « Méthode de préparation de la beta 2-macroglobuline du serum humain », *Immunochimistry*, 1965, **2** : 177-80.
 11. « Nomenclature for human immunoglobulins », *Bull. Org. Mond. Santé*, 1964, **30** : 447-50.
 12. PENHALE (W. J.) et CHRISTIE (G.), « Quantitative studies on bovine immunoglobulins. - I. Adult plasma and colostrum levels », *Res. vet. Sci.*, 1969, **10** : 493-501.
 13. PENHALE (W. J.) et Collab., « Quantitative studies on bovine immunoglobulins. - II. Plasma immunoglobulin levels in market calves and their relationship to neonatal infection », *Brit. vet. J.*, 1970, **126** : 30-37.
 14. « Production of antibody against purified human gamma-globulin in rabbits, goats, sheep and horses », *Immunology*, 1966, **10** : 271.
 15. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.), « Une hypogammaglobulinémie essentielle des bovins d'Afrique Centrale, cause d'erreur dans les enquêtes sérologiques », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop*, 1965, **18** (4) : 385-93.
 16. SCHULTZE (H. E.) et HEREMANS (J. F.), « Molecular biology of human proteins », Amsterdam, London, New York, Elsevier Publ. Co., 1966, **I**.
 17. TRAININ (Z.), « Immunoelectrophoretic analysis of serum from a leukemic cow », *Am. J. vet Res.*, 1969, **30** (8) : 1475-77.
 18. URIEL (J.), « Etude de l'activité enzymatique de la céruloplasmine du serum humain après électrophorèse et immunoelectrophorèse en gélose », *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1957, **39** (suppl. I) : 105.
 19. WARD-COX (I. S.), « A note on gamma-globulin content of the serum of new born calves », *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1968, **39** (3), 51-52.
 20. WARD-COX (I. S.), « Two instances of bovine agammaglobulinaemia as revealed by immunoelectrophoresis », *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1969, **40** (3) : 337.
 21. WARD-COX (I. S.), « Incorporation of a macroslide in the micro technique of immunoelectrophoresis », *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1969, **40** (1) : 91-92.
 22. WEIR (D. M.), « Handbook of experimental immunology », Oxford, Edinburg, Blackwell Scientific Publication, 1967.
 23. WILLIAMS (C. A.) et CHASE (M. W.), « Methods in immunology and immunochemistry », New York, London, Academic Press, 1967, **I et II**.

Edwardsiella tarda et colimétrie

Un point de bactériologie pratique d'intérêt épidémiologique

par G. CHAMOISEAU (*)

RESUME

Au cours d'une colimétrie, un indologène en milieu de Vincent phéniqué, peut être soit *E. coli*, soit *Edwardsiella*. Les tests réglementaires de la confirmation d'*E. coli* selon la technique de Buttiaux risquent de faire méconnaître *E. tarda*. Or sur le plan bactériologique et épidémiologique, il y a intérêt à préciser l'identification. Il est possible de le faire de façon simple, rapide et sûre.

A l'occasion de l'analyse de l'eau de boisson javellisée d'un camp militaire de Fort-Lamy, analyse effectuée selon la technique de BUTTIAUX (1), *E. tarda* a été isolée en culture pure. Il a été possible en effet de vérifier que dans le milieu de Vincent, eau peptonée concentrée phéniquée, milieu sélectif d'*E. coli*, la production d'indole était due à la seule culture d'*E. tarda*.

La culture franche de cette entérobactérie dans le milieu de Vincent à 41,5° C, et la production aussi franche d'indole étaient bien faites pour tromper l'analyste.

E. tarda a en outre répondu positivement au test de Mackensie-Gilbert-Taylor (production d'indole à 44° C). Mais le test d'Eijkman modifié (production de gaz par fermentation du lactose en bouillon lactosé bilié au vert brillant à 44° C) a été négatif. Cela se comprend, *E. tarda* ne fermentant pas le lactose et ne disposant pas non plus de bêta-galactosidase.

Au cours des colimétries, le test de Mackensie-Gilbert-Taylor, et le test d'Eijkman sont tenus pour sélectifs d'*E. coli*. Ils constituent

avec l'aspect métallique des colonies sur le milieu de Teague et Levine (gelose éosine Y, bleu de méthylène) l'essentiel du temps de confirmation réglementaire de la présence d'*E. coli* dans les eaux de boisson.

Les conditions de l'isolement et du diagnostic d'*E. tarda* dans l'exemple rapporté viendraient mettre en doute la valeur, en matière de colimétrie, du test M.G.T. dans le « screening » d'*E. coli*. Elles inciteraient également à ne plus lui reconnaître la même valeur qu'au test d'Eijkman dans le diagnostic de cet indologène.

Il arrive cependant que ce même test d'Eijkman, à son tour, puisse être pris en défaut par certaines souches de colibacilles qui du même coup mettent en échec le test de l'isolement sur milieu de Teague et Levine. Les colonies à reflet métallique n'apparaissent pas alors.

W. J. SOJKA (7) dans son ouvrage « *E. coli* in domestic animals and poultry » rapporte que le test d'Eijkman est pratiquement spécifique des *E. coli* d'origine fécale, encore que quelques souches puissent donner des réactions négatives.

(*) Laboratoire de Recherches Vétérinaires de Farcha, Fort-Lamy, Tchad.

Il a été possible, à Farcha, de vérifier, par quatre fois, cette assertion de SOJKA, à l'occasion de colimétries effectuées sur les eaux de boisson de Fort-Lamy.

On peut cependant se rendre compte en comparant (3) les réactions biochimiques d'*E. tarda* et d'*E. coli*, que tout en ayant de nombreux points semblables, ces deux germes se différencient vite si on soigne le diagnostic.

Le tableau suivant rapporte les points qui rapprochent et opposent leur comportement biochimique :

	<i>E. coli</i>	<i>E. tarda</i>
Indole	+	+
R.M.	+	+
V.P.	—	—
Citrate (Simmons)	—	—
Glucose + gaz	+	+
Mobilité	+	+
Urée	—	—
Test M.G.T. à 44° C	+	+
Indole en milieu de Vincent phéniqué à 44,5	+	+
Lactose	+ ou —	—
Mannitol	+	—
Test d'Eijkman à 44° C	+ ou —	—
SH ₂	—	+++
Nitrate réductase A	+	—
Nitrate réductase B	—	+
Beta-galactosidase	+	—

Mais *E. coli* peut présenter parfois plusieurs caractères aberrants (7), qui, heureusement, ne se manifestent pas tous à la fois pour le défigurer. Cependant il est assez souvent lactose négatif ou lent pour donner le change avec *Edwardsiella*. Si bien qu'il arrive qu'on ne fasse pas la preuve d'*Edwardsiella*, soit qu'on manque d'expérience du germe, soit qu'on se laisse en imposer par les variations d'*E. coli*.

L'eau du camp militaire fut déclarée impropre à la consommation et dangereuse.

Mais l'imprécision du diagnostic pouvait-elle être grave ?

Non; dans la mesure où le diagnostic d'*E. coli*, même atypique, entraîne la condamnation de l'eau.

Oui; dans la mesure où *Edwardsiella*, n'étant pas, comme *E. coli*, un hôte normal de l'intestin de l'homme, on n'insisterait pas suffisamment sur sa présence insolite dans une eau de boisson, et sur les conséquences médicales possibles surtout dans une collectivité.

Car, dans le même temps où *E. tarda* était isolée de cette eau, elle l'était également, par le laboratoire de l'hôpital de Fort-Lamy, des selles diarrhéiques d'un militaire souffrant de l'abdomen depuis un mois. Par la suite, trois autres cas d'entérite diarrhéique avec présence d'*E. tarda* furent enregistrés chez d'autres militaires (5).

Edwardsiella tarda est très régulièrement rencontrée dans l'intestin des lézards et de serpents du Tchad. Il est très probable que ces animaux soient à l'origine de la contamination des sources d'eau de consommation par *Edwardsiella* comme ils le sont par les *Salmonella* dont ils sont également porteurs (8).

Sur le plan du pouvoir pathogène pour l'homme, *E. tarda* a déjà fait ses preuves (3, 4, 6). Rien qu'à Farcha (5) il a été possible de l'isoler à plusieurs reprises de fèces diarrhéiques d'adultes ou d'enfants souffrant de l'abdomen. Chez l'adulte elle est, certes, rarement en culture pure, et elle suit ou accompagne une affection parasitaire, amibes le plus souvent. Mais quelquefois elle peut être tenue pour seule responsable des troubles car la flore microbienne saprophyte qui l'accompagne est insignifiante en nombre. Chez l'enfant, par contre, elle agit volontiers seule (5).

Des constatations du même genre ont été faites chez les animaux domestiques. Les animaux adultes, volailles le plus souvent, « sortent » *E. tarda* au cours de leur colibacillose septicémique ou d'une salmonellose mineure. Par contre les poussins font aisément des syndromes digestifs ou septicémiques par *Edwardsiella* seule, la gravité des troubles variant bien entendu avec les souches. Nous avons déjà relaté en son temps un cas de septicémie mortelle du pigeon (2).

L'exemple rapporté présente le double intérêt : de fournir des indications supplémentaires sur le rôle d'*E. tarda* en pathologie, avec ses modalités particulières, chez l'homme et l'animal domestique; de suggérer, surtout, l'utilité éventuelle de nuancer sur le plan technique le point du diagnostic des indologènes de l'eau au cours d'une colimétrie.

Quoique l'on rencontre rarement des *E. coli* atypiques ou des *Edwardsiella*, il y a intérêt sur le plan médical à dépister dans l'eau un germe qui semble de plus en plus s'affirmer en pathologie humaine dans les pays tropicaux.

Dans ce but, la variante que, depuis notre observation, nous avons portée au temps de confirmation d'*E. coli* selon la technique de BUTTIAUX peut faciliter ce dépistage.

Nous avons procédé en effet de la façon suivante : tout tube indole positif en Vincent phéniqué est centrifugé. Le culot microbien est ensemencé sur milieu S.S. En 24 heures on obtient selon le cas les colonies rouges ou claires d'*E. coli* ou celles claires centrées de noir d'*Edwardsiella*. Les colonies sont repiquées sur milieu de Hajna dont l'aspect variera de la façon suivante :

E. coli : pente jaune, culot jaune, gaz (lactose +); pente rose, culot jaune, gaz (lactose —).

Edwardsiella : pente caramel, culot noir, gaz.

Cette pente caramel du Hajna est à notre avis pathognomonique d'*Edwardsiella*. Nous avons observé cette particularité sur un milieu avec une peptone trypsique de caséine. Elle ne se voit pas quand on utilise une polypeptone, mélange de peptone trypsique de caséine et de peptone pepsique de viande. Dans ce dernier cas, la pente du milieu est rose ou rouge comme pour une *Salmonella* ou un *Proteus*. Nous avons vérifié le fait pour toutes les souches — et elles

sont nombreuses — que nous avons isolées en différentes circonstances à Farcha. Et le diagnostic d'*Edwardsiella* a été régulièrement confirmé par le professeur LE MINOR de l'Institut Pasteur de Paris et par le Dr Georges J. HERMANN du Centre National des maladies contagieuses d'Atlanta en Georgie (U.S.A.). Ce dernier laboratoire a même effectué le sérotypage de la plupart de nos souches et en particulier de celles dont il est question dans ce texte :

— Souche de l'eau du camp militaire :

E. tarda : O-3143 : H 27,7.

— Souches isolées des fèces des militaires :

E. tarda : O-1456 : H 2, 31; O-négatif :

H 11; O-2012 : H 19; O-3975 : H 11.

CONCLUSIONS

Au cours d'une colimétrie, un indologène en milieu de Vincent phéniqué, peut être soit *E. coli*, soit *Edwardsiella*. Les tests réglementaires de la confirmation d'*E. coli* selon la technique de BUTTIAUX risquent de faire méconnaître *E. tarda*. Or sur le plan bactériologique et épidémiologique, il y a intérêt à préciser l'identification. Il est possible de le faire de façon simple, rapide et sûre.

SUMMARY

Edwardsiella tarda and coliform count. A point of practical bacteriology of epidemiological interest

In a coliform count for bacteriological examination of water, a indole-producing germ in Vincent phenolized medium may be considered as *E. coli* or *Edwardsiella*. In routine tests for *E. coli* characterization according Buttiaux's method, there is a risk of failing to recognize *E. tarda*.

From an epidemiological and bacteriological point of view, it is necessary to complete this identification. A sure and rapid test exists.

RESUMEN

Edwardsiella tarda y colimetria. Un punto de bacteriología práctica de interés epidemiológico

Durante una colimetria, un indologeno en medio de Vincent fénicico puede ser sea *E. coli* ya sea *Edwardsiella*.

Las pruebas reglamentarias de la confirmación de *E. coli* según la técnica de Buttiaux exponen de hacer desconocer *E. tarda*. Pues, desde el punto de vista bacteriológico y epidemiológico, se necesita precisar la identificación. Es posible hacerlo de modo simple, rápido y seguro.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUTTIAUX (R.), « L'analyse bactériologique des eaux de consommation », Paris, Ed. Médicales Flammarion, 1951.
2. CHAMOISEAU (G.), « Note sur le pouvoir pathogène d'*Edwardsiella tarda*. Un cas de septicémie mortelle du pigeon », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** (3): 493-95.
3. EWING (W. H.), Mac WHORTER (A. C.), ESCOBAR (M. R.) et LUBIN (A. H.), « *Edwardsiella* a new genus of *Enterobacteriaceae* based on a new species: *E. tarda* », *Int. Bull. Bact. nomencl. Taxon.*, 1965, **15**: 33-38.
4. GONZALEZ (A. B.), RUFFODO (E. H.), « *Edwardsiella tarda*: aetiologic agent in a post traumatic subgaleal abscess », *South. Med. J.*, U.S.A., 1966, **59** (3): 340-46.
5. I.E.M.V.T. - Région de recherches vétérinaires et zootechniques d'Afrique Centrale. Laboratoire de Farcha, Fort-Lamy (Tchad), « Rapports annuels 1966, 1967, 1968, 1969, 1970 » (à paraître).
6. RAKOVSKY (J.) et ALDOVA (E.), « Isolation of strains of the new enterobacteriaceae group "Bartholomew" in Cuba », *J. Hyg. Epidem. Microbiol. Immun. Czechosl.*, 1965, **9**: 112-14.
7. SOJKA (W. J.), « *Escherichia coli* in domestic animals and poultry », Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1965. (C.B.A.H. Review. Series n° 7).
8. VIGIER (M.) et CHAMOISEAU (G.), « Rôle possible d'animaux à sang froid dans l'infestation de l'homme et de l'animal domestique par quelques entérobactéries. Communication présentée au 18^e Congrès Mondial Vétérinaire de Paris en juillet 1967. Vol. I p. 217.

Traitement de la péripneumonie contagieuse du bœuf par les antibiotiques

Etude clinique

par A. CAMARA

RESUME

Après avoir fait ressortir les aléas et les contre-indications qui s'attachent au traitement médical des bovins péripneumoniques, l'auteur estime que dans les pays d'élevage extensif il peut être parfois économiquement nécessaire d'y recourir en tant que complément de la vaccination.

A l'occasion de diverses séries d'expériences menées sur des animaux cliniquement malades, l'auteur a utilisé divers antibiotiques.

Avec la Bronchocilline, l'Auréomycine, ou la Sanclomycine, il a obtenu des pourcentages très élevés de guérisons, même lorsqu'il s'est agi d'animaux sévèrement atteints.

Avec la Tifomycine il a observé des réactions d'allergie interdisant l'usage de ce produit.

Enfin, des essais comparatifs de traitement au Novarsenobenzol ont confirmé que ce corps n'est vraiment actif que sur les formes débutantes de la maladie.

Toute entreprise, visant à éliminer la péripneumonie d'un pays où sévit la maladie, doit s'appuyer sur la prophylaxie réalisée chez les animaux indemnes, grâce au vaccin, et en même temps résoudre le problème posé par le sort à réserver aux malades, chez lesquels on doit, par priorité, rechercher la stérilisation du virus, — qui peut être obtenue de diverses façons — et, accessoirement, la guérison, si c'est possible.

C'est à juste titre que les épidémiologistes vétérinaires ont préconisé le stamping out, afin de supprimer sûrement la source du virus. Si la méthode donne les résultats escomptés dans les pays développés, elle peut exposer à des mécomptes si elle est employée sans discerne-

ment dans les pays sous-développés et sous-équipés de l'Afrique, où il est souvent difficile d'appliquer rationnellement les prescriptions de la police sanitaire des animaux.

Par ailleurs les interventions contre la péripneumonie comportent, en Afrique surtout, des difficultés propres déjà soulignées par RECEVEUR (18), et qui sont imputables au milieu physique, à l'évolution sociale et à la mentalité des éleveurs, à la nature de la maladie et aux imperfections de la lutte contre l'infection.

Ce n'est qu'après expérience acquise sur le terrain, dans la pratique africaine, et, après avoir constaté que la plupart du temps le stamping out, utilisé seul, ne peut juguler la maladie, à moins d'être étendu à l'ensemble du bétail de la zone concernée, qu'on a été amené à réviser la doctrine sanitaire et à instituer le traitement des malades. Du reste l'action menée

(*) Service de l'Elevage du Sénégal, 2^e Circonscription, Thiès, 1955-1958. Adresse actuelle : 9, rue Woro (Fann-Hock), DAKAR-Sénégal.

en milieu pastoral par certaines populations qui vaccinent au chanfrein, milite encore en faveur du traitement des malades.

Nous nous proposons, dans la présente note, de rappeler brièvement, sous le titre de considérations générales, les indications du traitement et l'historique de l'antibiothérapie dirigée contre la maladie, après quoi nous exposerons les observations cliniques que nous n'avons pas eu le loisir de publier plus tôt.

I. CONSIDERATIONS GENERALES

A. Le traitement

En 1954, MORNET (17) a codifié les indications respectives du traitement et du stamping out, indications qui méritent d'être rappelées, parce qu'elles sont toujours d'actualité :

« *Le traitement est indiqué*, souligne MORNET, dans les pays profondément infectés, tels l'A.O.F. et certains territoires tropicaux dont l'armature sanitaire et l'évolution de l'élevage et sociale ne permettent pas de pouvoir entreprendre l'éradication de la maladie. Force est donc de limiter l'expansion du contagé par la vaccination, par le virus de culture atténué et de diminuer les pertes économiques par le traitement des malades et contaminés. Il est bien entendu que la cure par les médicaments chimiothérapeutiques ne stérilise pas l'organisme atteint, sauf exception, et que l'animal guéri conserve pendant de longs mois le virus au niveau des lésions chroniques (séquestres), (IVANOFF F.M. et TARANJK J. B.).

» Il est recommandé d'isoler les animaux après le traitement qui sera appliqué sur les sujets destinés à la boucherie. Théoriquement applicables, ces mesures resteront lettre morte pour les éleveurs africains peu évolués et obligés par les circonstances à des déplacements plus ou moins importants.

» *Le traitement est contre-indiqué*, souligne encore MORNET, dans les pays accidentellement infectés, que des mesures sanitaires radicales (stamping out) peuvent débarrasser de la maladie, pour les territoires antérieurement infectés (l'Australie par exemple), pourvus d'un service sanitaire étoffé, d'éleveurs ouverts et d'un niveau social élevé, capables de comprendre et d'appliquer rigoureusement les mesures édictées qui, par la combinaison des diverses méthodes (abattage des malades avec indemni-

sation, test de fixation du complément et élimination des réagissants) permettent d'éliminer le micro-organisme infectant et les porteurs chroniques ... »

L'usage du néosalvarsan de PITT ou Novarsénobenzol, dont l'action avait été confirmée et précisée par CURASSON (5), avait permis de prendre l'offensive dans la lutte contre la maladie; mais l'expérience a fini par révéler les inconvénients de ce médicament actif seulement au premier stade de la maladie, pendant la période inflammatoire. On aura plus loin l'occasion de fixer les limites d'emploi du Novarsénobenzol et la valeur réelle du produit.

B. L'antibiothérapie

Face aux défaillances du Novarsénobenzol, l'antibiothérapie pourrait prendre la relève si elle avait une action à la fois bactéricide et bactériostatique vis-à-vis du micro-organisme de la péripneumonie.

En 1949, MORNET, BALIS et S. BACHIROU (15) ont mis en évidence l'action inhibitrice et abiotique de la streptomycine, et simplement bactériostatique de la tyrothrycine à la concentration de 0,02 mg par cm³ ainsi que l'inactivité de la pénicilline, même à la dose de 50.000 UI; mettant à profit l'action négative de la pénicilline, les auteurs s'en servent comme adjuvant, pour purifier la culture du micro-organisme, même si le prélèvement était souillé au départ.

Les expériences *in vivo* ont été entreprises en 1951 par MORNET, ORUE et MARTY (16), qui ont injecté de la streptomycine à huit malades à la dose journalière de 7 g chez l'adulte et 2 g chez le veau, répartie en deux injections dans la journée, pendant quatre jours consécutifs. Sept malades sur les huit traités ont guéri.

Les auteurs ont essayé la pénicilline injectée à la dose de 1.500.000 à 3.000.000 UI en trois fois dans la journée. Une action fugace a été notée, qui doit être complétée par le Novarsénobenzol.

La même année WHITE (21) ajoute de la pénicilline dans les milieux de culture du micro-organisme (*Asterococcus bovis*), servant à la préparation du vaccin. Il confirme les résultats annoncés par MORNET et collab. en 1949, en constatant que l'addition de pénicilline non seulement ne gêne pas la croissance du micro-

organisme, mais encore qu'elle s'oppose aux contaminations microbiennes banales, qu'on observe pendant la préparation du vaccin.

En 1955, MENDES (14), travaillant en Angola, a noté, contrairement aux résultats antérieurs, que la pénicilline est active sur *A. mycoides*, à la concentration de 50.000 UO, alors que 1.000 UO suffisent à arrêter le développement des microbes banaux.

La même année BISHOP (2) essaye le chloramphénicol sur trois animaux récemment infectés et obtient un résultat thérapeutique.

Nous-mêmes (4), en 1956, apprenant l'intéressante propriété de la bronchocilline, qui se concentre électivement dans le poumon, l'avons essayée, en Haute Guinée, sur quatre malades dont trois ont guéri; quant au quatrième, traité avec une association de bronchocilline et de pénicilline, il a succombé, n'ayant reçu en fait qu'une demi dose de bronchocilline, la pénicilline étant inactive. Enfin un quatrième malade, traité à l'auroéomycine, a guéri, contre toute attente.

Reprenant en 1957 la première expérience de 1955, HYSLOP et FORD (2) montrent que la chloromycétine et l'auroéomycine inhibent la culture d'une souche pathogène de virus. Ils essayent ensuite le chloramphénicol sur trois malades infectés expérimentalement, cinq autres servant de témoins. Les auteurs observent la mort de quatre témoins en trois à quatre semaines et la guérison des trois animaux traités en deux à trois semaines.

Dans un second groupe de dix animaux infectés, par aérosol, et traités au chloramphénicol, la guérison est rapide et entraîne la chute du titre de la réaction de fixation du complément, ce titre demeurant élevé chez les témoins.

Enfin tous les quatorze animaux restants des deux séries d'expérience, sont sacrifiés aux fins de contrôle. Les animaux traités présentent des lésions exemptes de germe, tandis que chez le témoin, on a observé les lésions évolutives normales de la maladie, à partir desquelles le germe a été isolé.

Pour terminer, les auteurs, dans une dernière série d'expériences, infectent des bovins de 225 à 275 kg, par inoculation sous-cutanée de 1 cm³ de lympho virulente. Le même jour, ils injectent 2,5 g d'auroéomycine par voie intramusculaire. L'injection est répétée le lendemain et les

deux jours suivants : l'évolution de la maladie n'a pas été arrêtée.

En 1958, HALL et LAWS (7) ont fait des tests d'inhibition avec *M. mycoides* qu'ils ont trouvé très sensible à l'achromycine, moins sensible à la terramycine et à la chloromycétine, quelque peu résistant à l'auroéomycine et plus résistant encore à la streptomycine.

Les auteurs ont combattu la réaction consécutive à la vaccination à la queue, par des injections intramusculaires d'achromycine (tétracycline) à la dose de 2 g le premier jour, 1 g cinq heures après la première et 2 g le lendemain. Tous les animaux traités ont guéri.

KONATE (9) rapporte, dans sa thèse de doctorat, les résultats de deux séries d'expériences qu'il a effectuées à Bamako en septembre et octobre 1958. Dans la première série, l'auteur administre la rovamycine *per os*, à la dose de 100 mg/kg à cinq malades et a observé trois guérisons, un mort, et le cinquième, abattu, présentait des lésions du poumon droit.

Dans la seconde série d'expériences, l'auteur injecte à douze malades, de la sanclomycine, par voie intramusculaire, à la dose journalière variant suivant la taille de 500 à 1.000 mg, répétée deux jours de suite. L'observation ayant porté sur des animaux présentés à la clinique du Service de l'Élevage de Bamako, tous les malades n'ont pu être suivis jusqu'au bout, les propriétaires s'abstenant de les présenter dès qu'ils constataient une amélioration de l'état général. Malgré l'observation écourtée de ce fait, l'auteur mentionne le retour à la santé, concomitant avec la persistance des lésions.

TURNER (20) entreprend en 1960 des tests d'inhibition de culture de *M. mycoides* et obtient les résultats suivants :

1. Sont inhibiteurs :

- a) les antibiotiques : chlorotétracycline, oxytétracycline, streptomycine et chloramphénicol;
- b) un oxydo-réducteur : le bleu de méthylène;
- c) des mercuriels arsenicaux : le méta-arsénite de sodium.

2. Sont inefficaces :

- a) un antibiotique : la pénicilline;
- b) les sulfonamides et les sulfones;
- c) un arsenical : le Novarsénobenzol.

MENDES et COELHO (10) ont essayé la terramycine en 1961 et ont noté un effet bactéricide et bactériostatique à la concentration de 0,0005 g par ml de culture de *M. mycoides*.

En 1964, MAURICE et PROVOST (11) ont recherché l'action de la colistine sur *M. mycoides*. La colistine est un antibiotique isolé en 1950 par KOYAMA et collab. de *Bacillus colistinus*. Cet antibiotique, comme la pénicilline, ne gêne en rien la croissance de *M. mycoides*, de *M. laidlawii hominis* et *gallinarum*. En application pratique, la colistine est employée associée à la pénicilline, pour faciliter l'isolement des souches et assurer la protection du vaccin antipéripneumonique.

En 1965, HUDSON et ETHERIDGE (8) ont expérimenté avec la tylosine. Un test d'inhibition de culture a montré qu'à la concentration de 0,07 μ g cet antibiotique est doué de pouvoir bactériostatique. Des essais sur l'animal ayant reçu deux jours auparavant une injection sous-cutanée de virus, ont révélé que le processus infectieux est arrêté par une série de sept injections intramusculaires de tylosine, faites à douze heures d'intervalle, à la dose de 7,5 mg/kg à 15 mg/kg. L'antibiotique, n'ayant pas le pouvoir bactéricide, ne stérilise pas l'organisme et *M. mycoides* est retrouvé dans les lésions, même si la dose élevée a été employée.

Des recherches similaires ont été menées avec les microbes du groupe PPLO, avec un succès constant. En partant de souches d'origine humaine, MELEN (12) a réussi des essais d'inhibition de culture avec la pénicilline, l'auromycine, la dihydrostreptomycine, la terramycine et la streptomycine. En 1956, ADLER, YAMAMOTO et CORDY (1) ont montré la sensibilité des PPLO de la chèvre à l'oxytétracycline et à la tétracycline, moins fortement à la chlorotétracycline, à l'érythromycine, à la streptomycine et à la dihydrostreptomycine. Enfin en 1962 SHARMA et BHALLA (19) ont inhibé la culture de *M. caprae* avec la terramycine. Sur des chèvres inoculées avec une culture de 24 heures de *M. caprae*, ces auteurs ont obtenu la guérison par la terramycine.

En étudiant une maladie dénommée « Abunini », qui atteint les chèvres au Soudan, OTTE (6) la rapporte à un microbe du groupe PPLO et démontre l'efficacité de la terramycine; le chloramphénicol est encore plus efficace et le Novarsénobenzol donne des résultats satisfaisants.

DEUXIEME PARTIE

II. ETUDE CLINIQUE

Les essais peu nombreux que nous avons réalisés avec la bronchocilline sur le petit bétail de racc Ndama en Haute-Guinée, nous avaient néanmoins permis d'aboutir à des conclusions préliminaires.

1. La péripneumonie, bien que maladie contagieuse n'est, au point de vue du traitement, qu'une affection du poumon. En conséquence, tout antibiotique pneumotrope peut être actif contre la maladie.

2. Les nombreuses incertitudes qui planaient sur l'étiopathogénie de la maladie et sur la virulence du microbe, ont rendu difficile et déconcertante l'étude de la péripneumonie contagieuse du bœuf, comme le signalait déjà CURASSON (5). La même obscurité, qui recouvrait en partie le déroulement des symptômes et des lésions, a pu être levée dès qu'on a pu reproduire la maladie expérimentalement.

3. Pour pouvoir utilement apprécier l'activité comparée des différents médicaments, il est nécessaire de les essayer sur des malades parvenus au même stade clinique.

Ce sont ces conclusions que nous avons cherché à vérifier à l'occasion du foyer de Bargny, au Sénégal.

Etude du foyer de Bargny

Le village de Bargny est situé dans la baie de Rufisque, à 35 km au S.-E. de Dakar. En 1957, année des expériences, le foyer de Bargny a connu un réveil en janvier, son évolution est encore constatée en avril et juin, puis d'octobre à la fin de l'année.

I. Rythme de la morbidité

Nous donnons ci-après le tableau de la morbidité dans le foyer, car elle a constitué l'un des deux facteurs ayant conditionné nos expériences :

La morbidité mensuelle suit une ascension marquée entre octobre et novembre et réalise presque un plateau en décembre. La chute, amorcée en janvier est aussitôt suivie d'une montée en février qui marque l'acmé, ensuite la morbidité tombe brutalement à zéro, pour

TABLEAU N° I

D a t e s	Effectif visité	Nombre de malades	Taux de morbidité p. 100
1957			
Octobre	386	67	17,35
Novembre	676	98	14,49
Décembre	1.534	100	6,51
1958			
Janvier	2.205	87	3,90
Février	908	114	12,55
Mars	478	0	
Avril	1.690	4	0,23
Mai	566	2	0,35
Juin	560	0	
Fin de l'Enzootie			

ne plus se relever : 4 en avril, 2 en mai et zéro de nouveau en juin, qui indique la fin de l'enzootie.

Le taux de morbidité, de son côté, décroît régulièrement d'octobre à janvier, atteint zéro pour cent en mars et juin et est inférieur à un pour cent en avril et mai.

A l'occasion du traitement des malades au Novarsénobenzol, qui demeure à ce jour le traitement classique, nous avons essayé divers antibiotiques. Nos expériences ont été conditionnées par deux facteurs, comme nous l'avons déjà souligné : d'une part la présence des malades et d'autre part la mise à notre disposition des médicaments voulus, que nous ne détenions qu'en faibles quantités à la fois, ce qui explique l'ampleur limitée de nos essais et leur étalement d'octobre 1957 à avril 1958 (*).

(*) Nous rendons un pieux hommage à la mémoire de notre Maître M. le Professeur VERGE, qui nous avait guidé lors de nos premières expériences d'antibiographie.

Nous remercions également notre Maître M. le Professeur GORET, qui nous a aidé à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont aussi au Vétérinaire principal Bécaye FALL, qui était chargé des observations cliniques sur le terrain et des relevés quotidiens.

Nous sommes heureux de remercier les Laboratoires VET-ORGA et SPECIA (Agence de Dakar), qui ont bien voulu nous fournir certains produits employés dans nos expériences.

Nous remercions enfin M. ORUE, Directeur du Laboratoire de Recherches Vétérinaires de DAKAR-HANN, qui a très aimablement mis à notre disposition, les ressources de l'estimable bibliographie de son établissement.

Du côté des malades les difficultés n'étaient pas moindres, car si nous avons pu isoler une trentaine de malades dès le premier examen clinique, nous ne les découvrons plus qu'en petit nombre. Or si on veut tenir compte du stade clinique auquel sont parvenus les malades, afin de pouvoir comparer l'activité réelle des médicaments placés dans des conditions comparables, cela peut être une source de difficulté : si on est maître du médicament à administrer, on n'est pas maître de l'état clinique chez des malades naturels.

II. Examen clinique des malades

La nécessité de déterminer l'état clinique des malades avant toute expérimentation impose l'examen clinique qui, de ce fait, revêt une importance considérable. Les malades sont visités individuellement, afin de pouvoir être catégorisés. S'il s'agit d'effectifs nombreux ou d'animaux difficiles, il n'est pas possible de mettre en œuvre, dans un court laps de temps, différents procédés d'exploration clinique. Nous nous sommes arrêtés à deux méthodes qui, pour être expéditives, ont néanmoins donné des résultats valables : ce sont l'épreuve de la course et la percussion de la poitrine.

a) Epreuve de la course ou Test de LARRAT

Ce procédé diagnostic dynamique, parfaitement normal chez le cheval ne semble, à notre connaissance, pas classique chez le bœuf. Il a été mis en œuvre par LARRAT dès 1942,

qui a utilisé, à cette fin la piste du talus d'accès du Centre séruminigène de Makhana situé dans les environs de Saint-Louis (Sénégal), pour faire courir les animaux suspects. Depuis, nous avons répété le procédé avec le même bonheur tant au Sénégal qu'en Guinée.

En présence d'effectifs d'animaux suspects, comprenant des malades et des contaminés mélangés, — comme c'est toujours le cas dans nos pays d'enzootie — il suffit de faire courir tout le troupeau, soit sur une route si elle est disponible, soit en rond dans un parc, en forçant un peu les animaux. Dès qu'on arrête la course, les malades se signalent d'eux-mêmes par leur dyspnée plus ou moins prononcée et, pour les plus avancés, par leur toux.

b) La percussion

On percute chaque malade sur les deux côtés de la poitrine, avec le poing fermé; l'opération n'est pas exempte de fatigue et le même opérateur ne peut examiner que quelques malades. Quand il y a beaucoup de malades à percuter, les opérateurs se relayent.

Le procédé est sans doute sommaire, mais on doit y recourir en raison des résultats très valables, qu'il a fournis.

c) Résultats et catégorisation

Les résultats dus en majeure partie à la percussion, ont permis de dresser le tableau ci-dessous, où on a mis en concordance les symptômes observés et les lésions qui les conditionnent. Grâce à ce tableau, les malades ont pu être classés en catégories et on y fera référence pour indiquer l'état clinique des malades avant l'expérience: la lettre majuscule donne la classe de lésions et le chiffre romain, le type de symptôme.

CLASSE A :

Phase d'invasion

Type I : légère sensibilité des espaces intercostaux. Exagération du murmure respiratoire.

CLASSE B :

Lésions débutantes

Type II : sensibilité intercostale.

CLASSE C :

Lésions unilatérales inorganisées

Type III : submatité à gauche;

Type IV : submatité.

CLASSE D :

Lésions bilatérales inorganisées

Type V : Submatité et sensibilité des deux côtés.

CLASSE E :

Lésions unilatérales organisées

Type VI : matité et sensibilité à droite;

Type VII : matité à droite, niveau horizontal;

Type VIII : matité à droite;

Type IX : matité à gauche.

CLASSE F :

Lésions bilatérales, organisées unilatéralement

Type X : matité à droite, submatité à gauche, sensibilité bilatérale, plus accusée à gauche;

Type XI : matité à droite, sensibilité bilatérale;

Type XII : matité à gauche, sensibilité bilatérale.

CLASSE G :

Lésions bilatérales organisées

Type XIII : matité bilatérale + à droite;

Type XIV : matité bilatérale + à gauche;

Type XV : matité bilatérale.

Protocole expérimental

1^{er} train :

Série bronchocilline . . .	10 malades	
Série auréomycine . . .	10 »	
Série sanclomycine . . .	10 »	
Série témoins Novarsénob. .	9 »	39

2^e train :

Série sanclomycine		12
--------------------	--	----

3^e train :

Série sanclomycine . . .	8 »	
Série auréomycine . . .	8 »	
Série tifomycine . . .	12 »	
Série terramycine . . .	4 »	32

Total animaux d'expérience :		83
------------------------------	--	----

On rappellera, pour mémoire, les dérivés de

la tétracycline (ou achromycine) : l'auréomycine est la chlorotétracycline, la terramycine est l'oxytétracycline, la sanclomycine dérive de l'auréomycine qui a été additionnée de vitamine C, sous la forme d'ascorbate de magnésium.

On rappellera, par la même occasion, que la tifomycine est encore connue sous les appellations de chloramphénicol et de chloromycétine.

La bronchocilline est une pénicilline.

PREMIERE SERIE D'EXPERIENCES

I. Série bronchocilline

Dix malades ont reçu les 8, 9 et 10 octobre 1957, une injection intramusculaire le matin et le soir de 1.500.000 U de bronchocilline. La dose totale injectée en trois jours a donc été de 9.000.000 U.

a) Etat clinique des malades avant expérimentation

Classe de lésions	Type de sympt.	Nombre de malades	Résultats de l'expérimentation	
			Guéris	Morts
B	II	1	0	1
E	VI	1	1	0
	VII	1	1	0
	IX	1	1	0
F	X	1	0	1
	XII	3	2	1
G	XIII	1	1	0
	XV	1	1	0
Totaux :		10	7	3

b) Observation clinique

Au départ, les températures matinales sont presque normales, en contraste avec les températures vespérales plus élevées (entre 40,5° et 41,4°) le premier jour des injections. Le lendemain, les températures matinales s'élèvent anormalement et sont comprises entre 39° et 41° et la différence d'avec les températures du soir devient moins sensible que la veille. La situation se prolonge jusqu'au 10 octobre et semble imputable à une réaction à l'antibiotique. A partir du troisième jour, les températures mati-

nales baissent alors que les températures vespérales sont toujours élevées : deux fois 42°, cinq fois 41°, deux fois 40° et 39,6°.

Le 5^e jour, on note une petite baisse dans les températures vespérales, suivie, le lendemain, d'une nouvelle offensive. On observe ensuite une baisse très lente, qui continue jusqu'à la fin des expériences et qui est marquée par de nombreux retours offensifs.

La durée de l'observation a été de 52 jours (maximums) et de 33 jours (minimums).

c) Mortalité

Il y a eu trois morts : le premier est mort de péripneumonie et de distomatose associées, après 19 jours d'observation; le second est mort, après 9 jours d'observation, à la suite d'un accident mécanique (entravement), qui a provoqué l'asphyxie; le troisième est mort après 6 jours d'observation, à la suite de péripneumonie combinée à des causes inconnues, la mort étant survenue en brousse.

II. Série auréomycine

Les 10 malades de cette série ont reçu chacun 1 g d'auréomycine par jour, par voie intraveineuse, en deux doses de 500 mg matin et soir pendant 3 jours consécutifs, les 8, 9 et 10 octobre 1957. Parmi les malades, un veau a reçu une demi-dose, soit 0,50 g par jour en deux injections quotidiennes de 0,25 g matin et soir.

a) Etat clinique des malades avant expérimentation

Classe de lésions	Type de sympt.	Nombre de malades	Résultats de l'expérimentation	
			Guéris	Morts
B	II	3	2	1
D	V	1	1	0
E	VII	1	1	0
	VIII	1	1	0
F	XI	2	2	0
G	XIII	1	1	0
	XIV	1	1	0
Totaux :		10	9	1

b) Observation clinique

L'évolution débute par une hyperthermie modérée, qui continue avec des va-et-vient. A partir du 9^e jour, les hyperthermies ont diminué, puis elles ont disparu au 11^e jour, pendant trois jours consécutifs pour réparaître plus tard, mais en moins grand nombre.

Au 30^e jour, il ne reste plus en observation que 4 animaux, les plus gravement atteints, les autres ayant déjà guéri. Les mêmes éclipses et retour d'hyperthermie s'observent jusqu'au 42^e jour, où on observe le retour à la normale. L'observation a été arrêtée le 28 novembre, après 52 jours, la durée minimale ayant été de 33 jours, comme dans la série précédente.

c) Mortalité

Le veau est mort après 8 jours de traitement, de péripneumonie typique, dont les lésions ont été retrouvées à l'autopsie. La mort est également imputable à la manipulation (contention), en vue d'une injection, et ce risque est grave chez les malades avancés.

III. Série sanclomycine

Les 10 animaux formant cette série ont reçu la sanclomycine en injection intramusculaire, dans la cuisse, à la dose quotidienne de 1 g répartie en deux injections de 500 mg, chacune, matin et soir, pendant trois jours consécutifs. Les premières injections, conditionnées par le rythme d'apparition des malades, ont eu lieu respectivement les 15, 19, 20, 21 et 22 octobre 1957.

a) Etat clinique des malades avant expérimentation

Classe de lésions	Type de sympt.	Nombre de malades	Résultats de l'expérimentation	
			Guéris	Morts
A	I	1	1	0
C	IV	1	1	0
D	V	1	1	0
F	X	2	1	1
	XI	4	4	0
	XIII	1	1	0
Totaux :		10	9	1

b) Observation clinique

Par suite de la différence de date des injec-

tions, les malades se divisent en deux groupes, l'un ayant terminé l'hyperthermie de réaction à l'antibiotique quand l'autre la commence. Mais des retours offensifs ne tardent pas à élever les températures déjà en baisse, de manière à rendre les deux groupes plus homogènes.

Au début de la 3^e semaine, les hyperthermies disparaissent; malgré de légers retours offensifs au 25^e jour, on observe la guérison de quatre malades. Sept jours après, deux autres animaux sont guéris et les derniers ne sont considérés comme guéris que le 28 novembre. L'observation a duré au maximum 45 jours et au minimum 19 jours.

c) Mortalité

Un veau, qui avait reçu une demi-dose de médicament, est mort en brousse, le septième jour dans des conditions qui ne peuvent être imputées uniquement à la maladie.

IV. Série Novarsénobenzol (Témoins)

Afin de pouvoir comparer l'action des médicaments essayés avec celle du Novarsénobenzol, nous avons considéré comme témoins les 9 premiers malades traités avec ce produit et dont l'examen clinique avait été fait avant tout traitement.

Le Novarsénobenzol est injecté à la dose de 3 g pour les adultes, 2 g pour les animaux moyens et 1 g pour les veaux. Les injections sont répétées deux fois après la première et à 48 heures d'intervalle.

Comme pour la série précédente, la date d'apparition des malades a conditionné les premières injections, qui ont eu lieu les 2, 3 et 6 octobre 1957.

a) Etat clinique des malades avant expérimentation

Classe de lésions	Type de sympt.	Nombre de malades	Résultats de l'expérimentation	
			Guéris	Morts
A	I	1	1	0
C	IV	2	2	0
D	V	2	2	0
E	VI	1	1	0
G	VII	2	2	0
	XIII	1	1	0
Totaux :		9	9	0

b) Observation clinique

Par suite de la mise en train des expériences, les températures n'ont été prises régulièrement qu'à partir du 11 octobre. Les animaux de cette série sont pour la plupart indociles, plusieurs sont souvent en fuite en brousse, à la suite des premières manipulations.

Dès le début de l'observation, l'hyperthermie s'installe, une amélioration de courte durée est notée le 16 octobre, suivie dès le lendemain d'une nouvelle offensive, arrêtée le jour suivant, puis la situation se stabilise. A partir du 23 octobre on observe une amélioration persistante quoique marquée par de légers retours offensifs. Trois animaux sont considérés comme guéris le 9 novembre, un le 13 novembre, deux les 16 et 17 novembre. L'observation est close le 28 décembre avec la guérison des trois derniers malades. La durée maximale a été de 59 jours et la durée minimale de 38 jours.

Dans les formes graves (matité), on constate que l'hyperthermie est très difficilement vaincue par le Novarsénobenzol et qu'il y a de nombreux retours offensifs; c'est le signe que le médicament n'a pas complètement stérilisé le poumon et que les animaux, apparemment guéris, sont simplement blanchis.

c) Mortalité

Aucune mortalité n'a été observée sur les animaux de ce groupe (témoins), bien que les malades traités soient répartis presque par moitié, à 4 contre 5, dans les lésions graves. Apparemment le succès est de 100 pour 100, mais nous savons maintenant que le Novarsénobenzol n'est actif que dans les formes débutantes de la maladie, lorsque aucune lésion définitive ou irréversible ne s'est installée. Le médicament est également actif dans la maladie artificielle consécutive à l'inoculation sous-cutanée de virus, ainsi que dans les formes naturelles entraînant une flambée inflammatoire, comme les manifestations allergiques, en particulier.

Ces considérations sur l'action du Novarsénobenzol fixent les limites d'emploi du médicament dans la péripneumonie. C'est avec du Novarsénobenzol que nous avons arrêté la réaction allergique provoquée par le traitement des malades à la tifomycine (voir *ubi infra*) et nous sommes persuadé qu'entre les mains de HYSLOP et FORD, il aurait donné à ces auteurs de meilleurs résultats, pour combattre l'inoculation de virus, que l'auroéomycine, qui s'est révélé inefficace. De même si HALL et LAWS

avaient employé le Novarsénobenzol pour combattre la réaction vaccinale à la queue, ils auraient certainement des résultats aussi probants qu'avec l'achromycine.

Grâce au Novarsénobenzol, il est possible d'essayer impunément sur l'animal n'importe quel vaccin antipéripneumonique, quelle qu'en soit la virulence. En cas de forte réaction, il suffit, en général, de faire une injection de Novarsénobenzol, pour rétablir l'ordre rapidement.

Mais lorsque la péripneumonie a évolué pendant longtemps et a créé des lésions organisées, le Novarsénobenzol ne peut plus apporter la guérison. Du reste ORUE et MEMERY (13) ont récemment apporté la démonstration expérimentale de la présence, dans les lésions d'animaux blanchis par le traitement au Novarsénobenzol, de microbes pleinement virulents.

V. Résultats comparés des quatre essais

Dans le but de comparer l'activité des quatre médicaments essayés, nous avons pris comme test, outre le retour à la santé, la durée de l'observation clinique depuis la date de la première injection jusqu'au moment où l'animal a été considéré comme guéri.

Dans le tableau II sont compris les animaux morts pour que l'effectif de chaque série soit mis en évidence, mais lorsqu'on a calculé la durée des observations, on n'a tenu compte que de celles qui ont pu être menées jusqu'à leur terme, c'est-à-dire jusqu'à la guérison.

La comparaison entre les différents médicaments classe la sanclomycine en tête, au point de vue de l'activité thérapeutique, puis vient en second lieu l'auroéomycine, et, la suivant d'assez près, la bronchocilline. A la suite de cette observation, on peut dresser le tableau récapitulatif suivant :

Médicaments	Nbre de malades	Durée de l'obser.	Durée moy.	Nbre de morts
Sanclomycine	10	268	29	1
Auroéomycine	10	380	42	1
Bronchocilline	10	312	44	3
Novarsénobenz.	9	422	47	0

TABLEAU N°II

Classes de lésions	Bronchocilline			Auréomycine			Sanclomycine			Novarsenobenzol		
	N.M.	D.O.	D.M.	N.M.	D.O.	D.M.	N.M.	D.O.	D.M.	N.M.	D.O.	D.M.
A.Phase d'invasion							1	19	19			
B.Lésions bilatérales débutantes	1	0	0	3	85	42				1	39	39
C.Lésions unilatérales inorganisées							1	45	45	2	96	48
D.Lésions bilatérales inorganisées				1	40	40	1	26	26	2	95	47
E.Lésions unilatérales organisées	5	155	51	2	85	42				3	153	50
F.Lésions bilatérales organisées unilatéralement	4	72	34	2	85	42	7	173	24			
G.Lésions bilatérales organisées	2	85	42	2	85	42				1	39	39
T o t a u x	12	312	44	10	380	42	10	263	29	9	422	47

N.M. = Nombre malades; D.O. = Durée d'observation; D.M. = Durée moyenne.

Il faut noter, en ce qui concerne la sanclomycine, que l'essai a été fait en dernier lieu, après tous les autres médicaments. Ce facteur a pu jouer, car il semble que la résistance du micro-organisme va en diminuant avec le déroulement de l'enzootie, comme cela sera souligné plus loin.

Par ailleurs l'étude de la posologie utilisée sur les bovins de la presqu'île du Cap Vert pesant entre 200 et 250 kg, semble expliquer les résultats favorables de la sanclomycine. Ce médicament a été injecté à raison de 1 g par jour, soit une dose de 4 à 5 mg/kg, un peu supérieure à la dose prescrite qui est de 2 à 4 mg/kg.

L'auréomycine a été employée dans les mêmes conditions, à la dose de 4 à 5 mg/kg, qui est la dose prescrite. Donc pour une même posologie, la sanclomycine est utilisée à une dose légèrement supérieure à la normale, ce qui semble justifier le surcroît d'activité noté.

Les chiffres retenus pour la durée de l'observation et les durées moyennes se passent de commentaires, la moyenne de la sanclomycine se détachant nettement de celle des autres médicaments, qui se suivent d'assez près. La sanclomycine possède, en outre, des avantages pra-

tiques indiscutables: très soluble dans l'eau, elle s'injecte par voie intramusculaire.

Malgré ces avantages évidents, notre préférence va à l'auréomycine, plus difficilement miscible à l'eau, et qui s'administre par voie intraveineuse. Cette voie, moins facile à utiliser, constitue un avantage thérapeutique, en ce sens que le médicament agit extemporanément, comme s'il était injecté *in situ*, ayant un court chemin à parcourir pour arriver au poumon.

Bien que nos expériences nous aient permis d'enregistrer les résultats déjà annoncés, il nous a semblé, compte tenu de la longueur excessive de la durée et des nombreux retours offensifs de la maladie, que l'antibiotique n'établissait avec le micro-organisme qu'un équilibre d'abord précaire, toujours rompu et rétabli, mais finalement stabilisé. De plus fortes doses de médicaments auraient eu certainement raison du virus plus facilement et plus rapidement.

DEUXIEME SERIE D'EXPERIENCES

Série unique : sanclomycine

Les 12 malades de la série ont reçu les premières injections de sanclomycine les 1^{er} et 3 décembre 1957.

a) *Etat clinique des malades avant experimentation*

Classe de lésions	Types de sympt.	Nombre de malades	Résultats de l'expérimentation	
			Guéris	Morts
B	II	3	3	0
E	VIII	2	2	0
	IX	2	2	0
F	XI	1	1	0
	XII	2	2	0
G	XV	2	2	0
Totaux :		12	12	0

Il ressort du tableau que l'état pathologique des malades est grave pour la plupart, avec des lésions organisées en général unilatérales.

b) *Observation clinique*

Au point de vue de la température, les animaux se divisent en deux groupes, ceux qui ont été traités le 1^{er} décembre ayant terminé leur phase d'hyperthermie réactionnelle, quand les animaux traités le 3 décembre ont commencé la leur. Le 5 décembre, seul un animal du premier groupe avait encore de l'hyperthermie, ainsi que le lendemain, alors qu'elle est de règle dans le second groupe. Le 7 décembre, les hyperthermies disparaissent, sauf chez trois animaux du second groupe, et la même situation se maintient les deux jours suivants. Le 10 décembre, il n'y a plus que deux hyperthermies, toutes dans le second groupe, elles se sont réduites à une le lendemain et la situation dure jusqu'au 14 décembre, date à laquelle les hyperthermies disparaissent. L'état des malades s'améliore lentement jusqu'au 23 décembre, fin de l'observation, qui a duré 23 jours.

c) *Mortalité*

Malgré la gravité des signes relevés à l'examen clinique chez la plupart des malades, aucune mortalité n'a été notée.

Il y a lieu de faire ici une remarque générale sur l'activité des médicaments par rapport à l'évolution de l'enzootie. Les premiers malades isolés sont plus difficiles à guérir, mais il semble que plus la maladie progresse et qu'on retire des malades pour les traiter, moins résistants sont les derniers cas, bien que ces malades puissent présenter des symptômes graves. En

effet les premiers malades isolés ont pu, à coup sûr, subir la maladie pendant longtemps et sous une contagion presque fatale; certains de ces malades, dans un foyer naturel en pleine évolution, ont pu, en particulier faire une très longue incubation, condition préalable d'une profonde pénétration du microbe dans l'organisme. Au fur et à mesure qu'on retire les malades, le risque de contagion devient moindre et les derniers cas sont plus faciles à traiter.

On pourrait, de la sorte, expliquer l'activité exceptionnelle de la sanclomycine dans le premier train d'expériences et l'activité comparée du même médicament dans les deux successifs : la durée de l'observation, qui était de 29 jours dans le premier train est ramenée à 23 jours dans le second, en relation avec le vieillissement du foyer.

TROISIEME SERIE D'EXPERIENCES

Cette série d'expériences a duré de janvier à avril 1958. En raison de la longueur des expériences, de la fatigue du personnel et de la monotonie des relevés, les règles édictées pour les deux premières séries n'ont pu être suivies dans la troisième, de sorte que nos dernières expériences n'ont pas présenté la même précision que les premières.

I. Série sanclomycine

Huit animaux ont reçu 500 mg de sanclomycine, matin et soir les 9, 10 et 11 janvier 1958.

a) *Etat clinique avant experimentation*

Le résultat de la visite au moment de la prise en charge n'a pas été retrouvé, de sorte qu'il n'est pas possible de catégoriser les malades de cette série.

b) *Observation clinique*

L'observation très sommaire a duré du 9 au 22 janvier 1958. On a noté de la tristesse, de la somnolence, du larmolement, du jetage, de la dyspnée et de la toux, dans les trois premiers jours. L'amélioration, amorcée dès le 4^e jour, a été freinée par un léger retour offensif du 14 au 17 janvier. Le 18 janvier, la température est normale chez tous les malades, l'appétit est revenu et la guérison est notée le 19; le 20 janvier, les animaux commencent à reprendre de l'embonpoint et l'observation est arrêtée le 22 janvier, après 16 jours.

c) *Mortalité*

Aucune mortalité n'a été enregistrée.

II. Série auréomycine

Les huit animaux de la série ont reçu à chaque injection, 400 mg d'auréomycine, matin et soir les 13, 14 et 15 janvier 1958.

a) *Etat clinique avant expérimentation*

Les renseignements cliniques n'ont pu être retrouvés.

b) *Observation clinique*

On a noté les signes généraux : tristesse, lar-moiement, jetage, polypnée et toux, qui se sont maintenus jusqu'au 18 janvier. Le 19, l'appétit est revenu, la défervescence thermique est intervenue. Les 20 et 21 janvier les animaux sont entrés en convalescence. L'observation a été arrêtée le 22 janvier, ayant duré 10 jours.

c) *Mortalité*

On n'a eu à déplorer aucune mortalité.

III. Série tifomycine

Les 12 animaux de cette série ont reçu chacun une dose totale de 3 g de tifomycine injectée en deux jours, les 24 et 25 février 1958, à raison d'une dose journalière de 1.500 mg répartie en deux injections de 750 mg chacune, matin et soir.

L'état clinique avant traitement, les relevés de températures et l'observation clinique n'ont pu être retrouvés. Mais un fait saillant est survenu : l'injection de tifomycine à des malades

naturels a eu pour effet de provoquer, aux doses indiquées une réaction allergique. On a observé l'inappétence, la tristesse, la dyspno-polypnée, l'attitude d'orthopnée respiratoire et de l'hyperthermie. Au bout de quatre jours, quatre malades sont morts; on décida alors d'intervenir chez les huit restants : une injection de 3 g de Novarsénobenzol a tout fait rentrer dans l'ordre.

IV. Série terramycine

Quatre veaux ont reçu les 24 et 25 avril 1958 une dose journalière de 0,50 g de terramycine en deux injections de 0,25 g chacune. L'état clinique avant traitement a été retrouvé pour deux veaux : il s'agissait de sensibilité côté gauche (A I) et matité à gauche (E IX). On ne connaît rien de la suite de l'observation sinon la guérison des quatre malades.

**Etude comparée de la durée
de l'observation clinique
dans les trois séries d'expériences**

Les données tirées des différentes observations peuvent se schématiser dans le tableau suivant, en ce qui concerne la durée des observations :

Le tableau III met en évidence la réduction progressive de la durée de l'observation au fur et à mesure que l'enzootie et les interventions se déroulent.

Si nous reprenons la comparaison entre la sanclomycine et l'auréomycine, nous constatons que l'écart déjà enregistré entre les durées

TABLEAU N°III

Médicaments	1ère Série			2ème Série			3ème Série		
	N.M.	D.O.	D.M.	N.M.	D.O.	D.M.	N.M.	D.O.	D.M.
Bronchocilline	7	312	44						
Auréomycine	9	380	42				8	80	10
Sanclomycine	9	263	29	12	276	23	8	128	16
Novarsénobenzol	9	422	47						
Tifomycine							12		
Terramycine							4		

N.M. = Nombre malades; D.O. = Durée observation; D.M. = Durée moyenne.

respectives des observations, pour chaque médicament, s'amenuise considérablement :

	Sanclomycine	Auréomycine
Nombre total de malades traités	29	17
Durée totale des observations	667 j.	460 j.
Durée moyenne par médicament	23 j.	27 j.

CONCLUSIONS

Si le traitement des malades, en cas de péri-pneumonie, est une entreprise hasardeuse pour un pays moderne, — car il postule l'abandon des mesures sanitaires d'éradication (stamping out) — il devient une nécessité pour les pays *insuffisamment développés et dont la couverture sanitaire est incomplète*. Dans de telles régions, le traitement des malades, outre son aspect économique, devient un complément de la vaccination et de la prophylaxie, en s'adressant précisément à ceux-là qui ne sont pas soumis à la vaccination.

Il va sans dire que le traitement doit être mené sous le couvert de rigoureuses mesures d'isolement des malades et des foyers : arrêté déclaratif d'infection, fixant le périmètre infecté et la zone franche, qui l'entoure, ne devant être parcourus, par aucun bétail et, dans l'intérieur du périmètre infecté, délimitation des zones de parcours, fixation de points d'abreuvement, en séparant les malades des contaminés etc.

Le traitement des malades, pour être valable, doit pouvoir répondre à un double critère, celui de guérir les malades et de les stériliser en même temps. Les espérances qu'avait fait naître la médication arsenicale à ses débuts, n'ont pas été confirmées par l'expérience.

L'avènement de l'antibiothérapie ouvre des perspectives nouvelles par les possibilités d'action qu'elle apporte, dans la mesure où les antibiotiques parviendront à supplanter les médicaments chimiques grâce à leur pouvoir bactéricide et bactérioscopique à la fois.

Ce pouvoir, vis-à-vis du micro-organisme de la péri-pneumonie, a été reconnu à plusieurs antibiotiques, la pénicilline et la colistine exceptées : *in vitro*, la streptomycine (MORNET et collab.), la terramycine (MENDES et COELHO). Si l'action *in vitro* peut donner des indications, c'est l'action *in vivo* qui doit primer. Dans ce domaine, on a déjà signalé les expériences significatives menées par HISLOP et FORD avec le chloramphénicol et les remarquables résultats qu'ils ont exposés, vérifiés par la nécropsie de tous les animaux d'expérience, malades traités comme témoins et par la recherche systématique du micro-organisme de la péri-pneumonie chez tous.

Ces considérations permettent de préciser le cadre de nouvelles expériences à tenter, pour préciser l'action des antibiotiques dans la péri-pneumonie. Dans une telle éventualité, nous ne saurions souligner suffisamment la nécessité de soumettre les malades à un examen clinique préalable afin de connaître leur stade clinique et de pouvoir comparer l'action des médicaments administrés dans des conditions comparables. Il y aurait lieu également, dans le cas où nos expériences seraient reprises, d'augmenter les doses employées en vue d'obtenir des résultats plus rapides et plus probants.

Lorsque la maladie sera dominée par l'antibiothérapie, elle perdra sinon de sa virulence, du moins de sa contagiosité et se traitera comme une maladie sporadique.

Au terme de notre carrière médicale, il nous est agréable d'espérer comme prochaine la victoire sur une maladie qui a causé tant de soucis et de déceptions aux vétérinaires.

SUMMARY

Antibiotherapy of bovine contagious pleuropneumonia

After pointing out the contra-indications attached to the medical treatment of infected cattle, the author is thinking that, in extensive stock breeding, it may be necessary, from an economical point of view to use this treatment as a complement of the control by vaccination.

Various antibiotics were used for treating clinically infected cattle and a high rate of recovery was obtained with Bronchocilline, Aureomycine and Sanclomycine, even in severe cases.

Allergic reactions were observed with the use of Tifomycine, which prohibits that means.

Comparative treatment assays with Novarsenobenzol confirmed that this product is effective only in recent infections.

RESUMEN

Tratamiento de la perineumonía contagiosa bovina por los antibióticos. Estudio clínico

Después de haber demostrado los suertes y las contraindicaciones del tratamiento médico de los bovinos perineumónicos, el autor estima que, en las regiones de ganadería extensiva, a veces su utilización puede ser necesaria económicamente como complemento de la vacunación. Durante diferentes series de experiencias efectuadas con animales clínicamente enfermos, el autor utilizó varios antibióticos: Broncocolina, Aureomicina, Sanclomicina. Obtuvo porcentajes muy elevados de curación, aun cuando se trataba de animales muy atacados. Observó con la Tifomicina reacciones de alergia prohibiendo el uso de dicho producto.

Por fin, ensayos comparativos de tratamiento con el Novarsenobenzol confirmaron que este producto no es verdaderamente activo más que sobre las fases principiantes de la enfermedad.

BIBLIOGRAPHIE

- ADLER (H. E.), YAMAMOTO (R.) et COR-DY (D. R.), « The effect of certain antibiotics and arsenicals in inhibiting growth of pleuropneumonia like organisms isolated from goats and sheep », *Cornell Vet.*, 1956, **46** (2): 206-16.
- HYSLOP (N. St. G.) et FORD (J.), « Therapy of contagious bovine pleuropneumonia. Part. I. Preliminary observations on the treatment of early cases by Chloramphenicol », *Vet. Rec.*, 1957, **69** (20): 521-26.
- HYSLOP (N. St. G.), « Therapy of contagious bovine pleuro-pneumonia. Part. II: Preliminary observations on the treatment of early cases by Chlorotetracycline », *Vet. Rec.*, 1957, **69** (21): 541-43.
- CAMARA (H. A.), « Essai de traitement de la péripneumonie contagieuse du bœuf par la Bronchocilline », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1956, **9** (4): 351-57.
- CURASSON (G.), « Traité de pathologie exotique », 3^e T, Paris, Vigot frères, 1942.
- OTTE (E.), « Clinical studies on « Abu nini » in the Sudan: a contagious disease of goats and sheep, possibly caused by pleuropneumonia-like-organisms », *Vet. Rec.*, 1960, **72** (8): 140-45.
- HALL (W. T. K.) et LAWS (L.), « Treatment of a severe reaction in a bull, resulting from vaccination for contagious bovine pleuropneumonia », *Aust. vet. J.*, 1958, **34** (1): 189-90.
- HUDSON (J. R.) et ETHERIDGE (J. R.), « Contagious bovine pleuropneumonia: experiments with the antibiotic Tylosin », *Aust. vet. J.*, 1965, **41** (5): 130-35.
- KONATE (I.), « Contribution à l'étude de la péripneumonie contagieuse des bovidés. Essai de traitement par la Rovamycine et la Sanclomycine - vitamine C », Paris, R. Foulon, 1960. Thèse. Méd. vét. Maisons-Alfort, 1960, n° 83.
- MENDES (A. M.) et COELHO (M. A. T.), « The action of Terramycin against *Mycoplasma mycoides*. I. Effect *in vitro* », *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1961, **9** (3): 209-13.
- MAURICE (Y.) et PROVOST (A.), « Action de la Colistine sur *Mycoplasma mycoides*. Sanctions pratiques », *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1964, **12**: 219-27.
- MELÉN (B.), *Acta path. microb. scand.*, 1952: 31-35.
- ORUE (J.) et MEMERY (G.), « La péripneumonie bovine. Traitement par le Novarsénobenzol. Conséquences épidémiologiques et prophylactiques », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, **14** (4): 405-11.
- MENDES (A. M.), « Quelques études sur la péripneumonie contagieuse des bovidés en Angola », *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1955, **3** (3): 288-92.
- MORNET (P.), BALIS (J.) et BACHIROU (S. M.), « Action de quelques antibiotiques sur le virus péripneumonique bovin », *Bull. Acad. vét. fr.*, 1949, **22**: 225-27.
- MORNET (P.), ORUE (J.) et MARTY (J. P.), « Note sur le traitement de la péripneumonie bovine par la pénicilline, la streptomycine et certains dérivés sulfamidés. Action comparée avec le Novarsénobenzol », *Bull. Acad. vét. fr.*, 1951, **24**: 213-18.
- MORNET (P.), « Traitement de la péripneumonie bovine », *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1954, **2** (1): 27-41.
- RECEVEUR (M. P.), « Péripneumonie contagieuse des bovidés en Afrique Centrale française. Epizootiologie - Mesures de protection sanitaire et médicale », *Bull. O.I.E.*, 1949, **32**, 17^e session: 122-47.
- SHARMA (G. L.) et BHALLA (N. P.), « *In vivo* effect of Terramycin and Dihydrostreptomycin on the organism of contagious caprine pleuropneumonia », *Indian J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1962, **32** (2): 119-24.
- TURNER (A. W.), « Growth-inhibition tests with *Mycoplasma mycoides* as a basis for chemotherapy and selective culture media », *Aust. vet. J.*, 1960, **36** (5): 221-24.
- WHITE (R. W.), « The use of penicillin in vaccine cultures of the causal organisms of contagious bovine pleuropneumonia (*Asterococcus bovis*) », *Vet. Rec.*, 1954, **66** (21): 293-95.

Note sur la contamination bactérienne des crevettes pêchées à Madagascar

par J. BLANCOU et F. BLANC

(avec la collaboration technique de D. RAKOTOSON)

RESUME

Les techniques de pêche, stockage, commercialisation des crevettes à Madagascar sont décrites. Les résultats des analyses bactériologiques et biochimiques de leur contamination sont exposés et des normes sont proposées en fonction de l'examen organoleptique de certains échantillons.

INTRODUCTION

Depuis 1966 se développe sur la Côte Ouest de Madagascar une pêche industrielle de la crevette. La production annuelle atteint 1.500 tonnes, dont la majeure partie est exportée à l'état congelé au Japon. Il s'agit de « *Penaeides* » dont le cycle biologique se déroule tout près des côtes, de la mangrove aux fonds vaseux ou sablonneux. Elles se rencontrent surtout à l'embouchure des cours d'eaux chargés de matières organiques.

Méthode de pêche

Pêche artisanale et pêche industrielle sont également pratiquées sur la Côte Ouest. Seule cette dernière sera envisagée dans la présente étude. Dans la méthode de pêche par chalutage chaque bateau traîne sur le fond marin deux chaluts, relevés, vidés et remis périodiquement à l'eau.

Méthode de conditionnement des crevettes pêchées

Les crevettes déchargées sur le pont préalablement lavé au jet d'eau sont séparées des autres prises : crabes, poissons, éponges. Elles sont ensuite jetées dans des bacs métalliques grillagés et lavées au jet d'eau, puis disposées dans des plateaux d'aluminium, mélangées avec

de la glace (1 kg de crevettes pour 2,5 kg de glace). Ces plateaux sont placés en cale isotherme jusqu'au débarquement.

Celui-ci s'effectue à quai, à Majunga. Les bacs sortis de la cale sont aussitôt entreposés dans des chambres de stockage (à + 4°) où ils séjournent de 1 à 48 heures. Les crevettes sont ensuite lavées, triées par taille, calibrées et placées en cartons paraffinés. L'opération se déroule dans un hangar clos, non isolé au point de vue thermique (température intérieure : 20 à 30°). Les cartons paraffinés sont aussitôt refroidis à — 40° durant 25 minutes puis conservés à — 25° durant 30 à 45 jours au plus.

Méthode d'étude

Nous nous sommes limités dans cette étude aux crevettes de pêche industrielle puisqu'il s'agit de la pêche la plus importante d'un point de vue économique, dont le contrôle à l'exportation doit être régulièrement effectué. Nous nous sommes également limités à l'étude de l'évolution quantitative de la flore bactérienne, et à ses conséquences.

L'identification des bactéries hôtes normaux du crustacé a fait l'objet d'une étude séparée, sur crevettes vivantes.

L'appréciation de la dégradation du crustacé depuis sa pêche jusqu'à sa consommation peut être faite selon deux méthodes (4, 5, 6) :

- étude de la modification qualitative et quantitative de sa population bactérienne;
- étude indirecte des modifications biochimiques entraînées par cette variation bactérienne.

Nous avons simultanément utilisé ces deux méthodes.

MATERIEL

Les crevettes ont été étudiées à tous les stades de la pêche et de la conservation. Un total de 272 prélèvements a été analysé. Afin de simplifier l'exposé des résultats, nous avons distingué quatre catégories de prélèvements :

1. Crevettes vivantes.
2. Crevettes à la sortie des cales du chalutier. (où elles ont déjà effectué un séjour de 1 à 6 jours).
3. Crevettes après triage et conservation au surgélateur (où elles ont effectué un séjour de 30 à 45 jours).
4. Crevettes décongelées et conservées soit à + 4° soit à la température ambiante.

METHODES

Les crevettes destinées aux analyses subissent le traitement suivant :

- Prélèvement de 50 grammes de crevettes.
- Broyage 5 minutes dans un appareil type « Mixer » refroidi, stérilisé, en présence de 150 ml de « diluant universel » (1) de formule suivante :

Tryptone DIFCO	1 g
Chlorure de Sodium	8,5 g
Eau distillée	1.000 ml
(pH 7 stérilisé 20 minutes à 120°).	

On admet que un millilitre de la suspension résultante représente 0,25 grammes de crevettes : c'est à partir d'elle que sont effectuées les dilutions en progression décimale du produit. Egalement à partir de cette suspension sont réalisées les mesures du pH et le dosage de l'azote basique volatil total. Un autre prélèvement doit être effectué à part pour la mise en évidence de l'indol et de la cadavérine.

I. METHODES BACTERIOLOGIQUES

Ces méthodes visent à dénombrer ou définir la population bactérienne de la crevette au cours des différentes étapes de sa conservation (2, 3).

1. Numération des bactéries aérobies et aéro-anaérobies

La numération se fait à partir des dilutions, en progression logarithmique, de la suspension initiale. Elles sont ensemencées sous le volume de 1 ml dans la masse d'une gélose nutritive ordinaire. La couche de gélose une fois refroidie est recouverte d'une mince pellicule de gélose pour éviter l'invasion en nappe par les bactéries. On admet que une colonie représente une bactérie.

2. Numération des bactéries anaérobies strictes

Les différentes dilutions sont ensemencées en gélose « Viande-Foie » en tubes de 8/180 mm. Les colonies d'anaérobies strictes sont dénombrées dans la zone située à 2 cm au-dessous de la surface.

3. Numération des bactéries protéolytiques

Bactéries productrices d'hydrogène sulfureux : ensemencement sur gélose au sous-acétate de plomb, la présence de ces bactéries se traduit par un précipité noir de sulfure de plomb.

Bactéries productrices d'Indol : ensemencement en eau peptonée, l'indol y est recherché après 48 heures par addition de 0,5 ml de réactif d'EHRlich KOVACS.

Bactéries gélatinolytiques : ensemencement en eau peptonée. La présence de bactéries protéolytiques y est recherchée après 48 heures par immersion d'une pellicule de film noir de 5 × 10 mm, selon la technique de LE MINOR et PIECHAUD (1).

4. Numération des bactéries de contamination entérique

Les différentes dilutions sont ensemencées sur les milieux suivants, les résultats étant lus après 48 heures d'incubation à 37° :

Escherichia coli : sur le milieu de TEAGUE-LEVINE. Les bactéries fermentant le lactose,

dont les colonies sont violettes, sont assimilées à des *E. coli*. Cette approximation a été contrôlée sur 100 colonies dont l'identification complète a été poursuivie : elle est vérifiée dans 85 p. 100 des cas.

Streptocoques fécaux : sur le milieu de SLA-NETZ et BARTLEY-DIFCO. Ce milieu n'est pas totalement inhibiteur pour les autres bactéries, en particulier les microcoques. Cependant dans plus de 80 p. 100 des cas, les petites colonies rouges ou marrons, possédant une catalase, isolées sur ce milieu ont été identifiées par leurs caractères biochimiques comme des Streptocoques fécaux : *Streptococcus faecium* et *faecalis* dans la majorité des cas. (7)

Clostridies sulfito-réductrices : sur le milieu de WILSON et BLAIR (gélose viande foie additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer ammoniacal).

La gélose est chauffée 10 minutes à 80° afin de sélectionner les *Clostridium* thermo-résistants dont les colonies sont entourées d'un dépôt noir de sulfure de fer. Nous avons poursuivi l'identification de 37 colonies de ce type : il s'agissait dans 22 cas de *Welchia perfringens*.

5. Numération des staphylocoques

Les différentes dilutions sont ensemencées sur le milieu de CHAPMANN. Sur ce milieu 95 p. 100 des colonies possédant une catalase sont bien des staphylocoques. Les colonies contrôlées sont ensemencées sur bouillon spécial pour la recherche de la staphylo-coagulase. Les souches étudiées possédaient une coagulase dans 65 p. 100 des cas (étude sur 64 souches).

II. METHODES BIOCHIMIQUES

Nous avons utilisé exactement les méthodes décrites par J. PANTALEON et R. ROSSET pour le contrôle de la salubrité des poissons et coquillages (4). On trouvera une description détaillée des techniques employées dans leur publication.

1. *Mesure du pH* : elle est effectuée sur la suspension initiale, au papier indicateur ou au pHmètre électrique.
2. *Recherche de la cadavérine* : le prélèvement est broyé, alcalinisé, puis subit une extrac-

tion chloroformique. La cadavérine est caractérisée par la ninhydrine.

3. *Recherche de l'indol* : l'indol est caractérisé, dans l'extrait chloroformique précédent, par le réactif d'EHRlich.
4. *Dosage de l'ammoniac et des amines volatiles totales* : l'opération est effectuée dans un ballon relié à un réfrigérant descendant, selon la technique décrite par les auteurs. Le résultat est exprimé en milligrammes d'ammoniac.

RESULTATS

Les résultats sont exposés dans le tableau n° I. Nous n'y faisons figurer ni les résultats de la recherche de la cadavérine (qui ont toujours été négatifs) ni ceux de la recherche de l'indol (trop rarement positifs pour être significatifs).

Pour l'étude bactériologique le nombre de colonies bactériennes est indiqué par l'exposant logarithmique moyen des dilutions ayant donné naissance à des colonies en gélose.

Ces résultats nous ont paru plus clairement exprimés par des graphiques correspondants. Nous n'en avons, volontairement fait figurer que quatre. Ce sont ceux qui, par leur progression régulière, sont le plus indiqués comme critère d'appréciation de l'état de dégradation des crustacés.

CONCLUSION - DISCUSSION

Le but de ce travail était de distinguer les épreuves qui reflètent le plus fidèlement possible la dégradation progressive des crevettes. D'après le tableau n° I et les graphiques, il semble que les techniques les mieux adaptées à cet effet soient les suivantes, par ordre d'efficacité.

1. Mesure de l'A.B.V.T.
2. Numération des streptocoques fécaux.
3. Mesure du pH.
4. Numération des staphylocoques.
5. Autres méthodes.

Nous ne retenons, pour des raisons pratiques, que les épreuves qui ont l'avantage de

TABLEAU N° I

Prélèvement	pH	ABVT *	Bactéries					<i>Escherichia coli</i>	Streptocoques fécaux	Staphylocoques	<i>Clostridium réducteurs des sulfites</i>	
			Aéro-Anaerobies	Anaerobies	Productrices de SH ₂	Productrices d'Indole	Liquéfiant la gélatine					
Crevettes vivantes	7,2	-	4,1	0,8	0,1	1,1	0,1	0	0,2	0,2	0,1	
Crevettes à la sortie de la cale	7,2	30	4,5	0,8	0,1	1,2	0,1	0	0,6	0,3	0,1	
Crevettes triées et congelées	7,3	32	4,5	0,7	0,4	1,4	0	0	0,8	0,7	0	
Crevettes précédentes conservées à + 4°	après 24 h.	7,4	35,5	4,8	3,1	0,5	1,1	1,3	0	1,0	2,0	0,4
	après 48 h.	8,2	42,4	5,1	3,4	0,8	1,3	1,7	0	1,1	2,1	0,6
	après 72 h.	8,5	53,6	5,5	3,7	1,1	1,4	2,4	0	1,5	3,3	0,8
	après plus de 72h	9,0	88,8	6,1	4,2	1,2	1,9	2,7	0	1,7	3,4	1,0
Crevettes précédentes conservées température ambiante (+16 à +28°)	après 24 h.	7,8	58,5	6,07	3,9	3,0	2,7	2,6	0,6	1,2	3,7	0,6
	après 48 h.	8,9	125,6	7,2	5,4	3,4	3,3	4	1,0	1,7	4,3	0,7
	après 72 h.	9,1	196,5	7,6	6,1	4,5	4,4	4,3	1,1	3,1	5,0	1,1

* Azote basique volatil total.

pouvoir se pratiquer dans des conditions de stérilité très relatives, les seules épreuves bactériologiques utilisant un milieu sélectif, dont la contamination au cours des manipulations est très malaisée.

Restait à déterminer, en fonction des épreuves choisies, les seuils au-delà desquels la consommation des crevettes est désagréable, voire impossible. Pour cela nous avons cons-

titué des « jurys de dégustation » de 4 personnes. Après dégustation des différents lots soumis à leur appréciation les lots ont été classés, et les résultats des 4 épreuves choisies (déterminés d'après un échantillonnage effectué sur le lot) indiquées pour chaque classement.

D'après le tableau n° 2, il est aisé de déterminer les seuils qui pourraient être choisis pour définir les qualités d'un lot de crevettes.

LEGENDE DES GRAPHIQUES

1. Evolution de la quantité d'A.B.V.T. (en mg) par gramme de crevettes à + 25° ou à 4°.
2. Evolution du pH à + 25° ou à + 4°.
3. Evolution du nombre de streptocoques fécaux par gramme de crevettes à + 25° ou à + 4°.
4. Evolution du nombre de staphylocoques par gramme de crevettes à + 25° ou à + 4°.

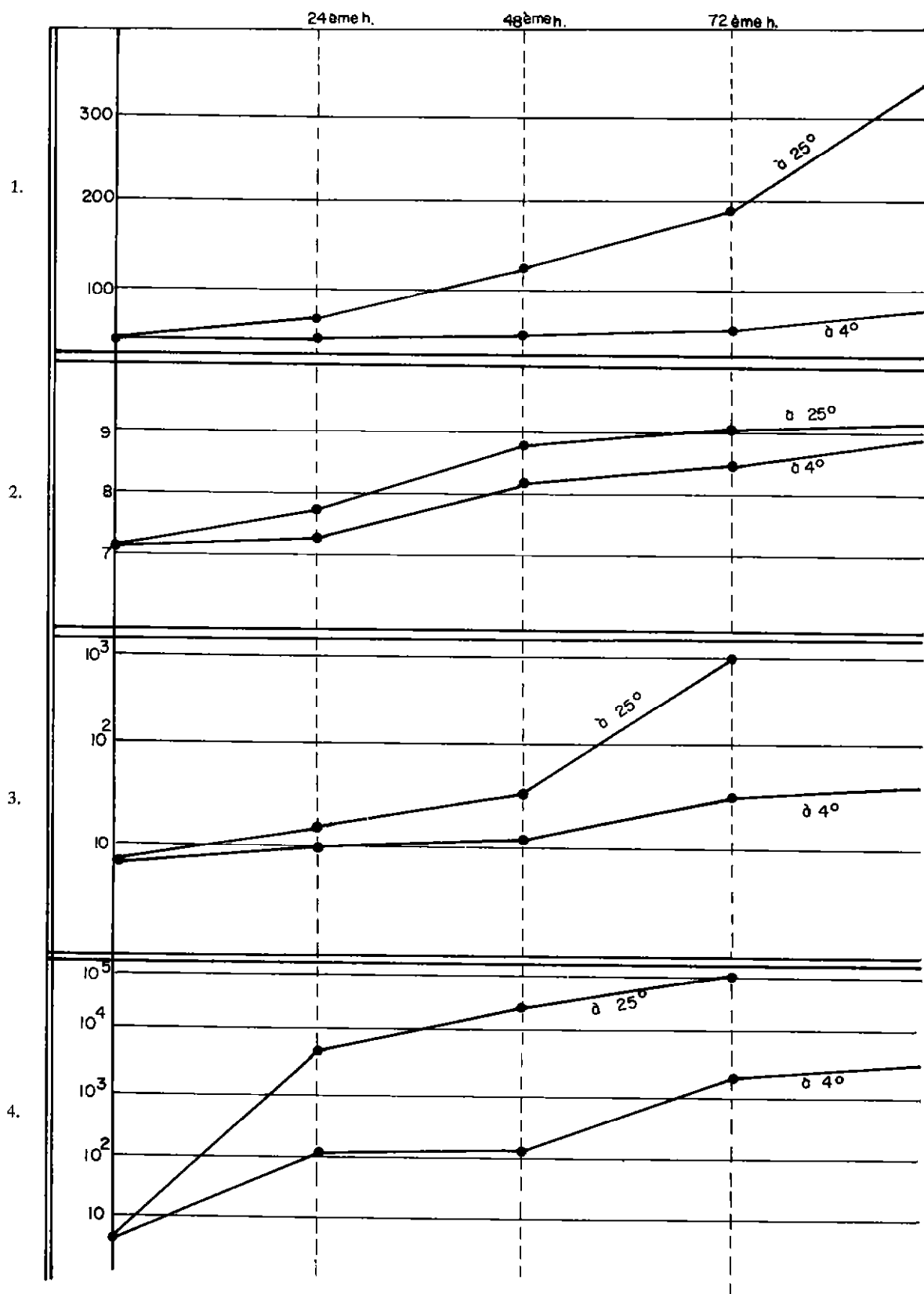


TABLEAU N°II

Classement	E p r e u v e			
	A.B.V.T. *	Quantité de Streptocoques-fécaux	pH	Quantité de Staphylocoques
Très bon	30 à 35	0,5 à 1	7 à 7,5	0,5 à 0,8
Bon	35 à 45	0,8 à 1	7,5 à 8	0,8 à 2
Désagréable mais consommable	45 à 60	1 à 1,5	8 à 8,5	2 à 3
Inconsommable	au-delà de 60	au-delà de 1,5	au-delà de 8,5	au-delà de 3

*Azote basique volatil total.

SUMMARY

Note about bacterial contamination of shrimps fished in Madagascar

Processes of capture, stockage, and trade of shrimps in Madagascar are described. Results of bacteriological and biochemical analysis of their contamination are given, and standards are suggested according to sensory evaluation of some samples.

RESUMEN

Nota sobre la contaminación bacteriana de las gambas pescadas en Madagascar

Se describen las técnicas de pesca, almacenamiento, comercialización de las gambas en Madagascar. Se exponen los resultados de las análisis bacteriológicas y bioquímicas de su contaminación y se proponen normas según el examen organoléptico de ciertas muestras.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUTTIAUX (R.), BEERENS (H.) et TACQUET (A.), « Manuel des techniques bactériologiques », Paris, Ed. Médicales Flammarion, 1969.
2. F.A.O., « The Technology of fish utilisation », FAO international Symposium, May 1964.
3. LEBERT (F.), « Chronique de bactériologie alimentaire. Normes et techniques pour le contrôle bactériologique des produits alimentaires destinés aux armées », *Rev. Serv. biol. vét. Armées*, 1962, (2): 11.
4. PANTALEON (J.) et ROSSET (R.), « Contrôle de la qualité et de la salubrité du poisson et des coquillages - Epreuves de laboratoire simples et rapides », *Rev. Conserve*, 1963, 7: 331-62.
5. PENSO (G.), « Les produits de la pêche », Paris, Vigot Frères, 1953.
6. SOUDAN (F.), « La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques », Paris, J. Baillière et Fils, 1965. (Encyclopédie du Froid.)
7. SUREAU (P.) et SERRES (H.), « Note préliminaire sur l'utilisation du milieu de SLANETZ et BARTLEY pour la recherche et la numération des streptocoques fécaux dans les laits, *Arch. Inst. Pasteur Maroc*, 1959, 27: 23-31.

Études sur la cowdriose à Madagascar

Première partie

par G. UILENBERG (*)

RESUME

La transmission de la cowdriose a été réussie avec des nymphes de la tique *Amblyomma variegatum*, infectées au stade larvaire. Il est confirmé que l'injection de sang infectieux par voie intraveineuse, à l'opposé de la voie sous-cutanée, transmet la maladie avec une grande fidélité, aussi bien aux bovins qu'aux petits ruminants. Le diagnostic est régulièrement positif sur frottis de cortex cérébral d'animaux morts de la maladie, à l'opposé de frottis de l'intima des vaisseaux. *Borrelia theileri*, *Anaplasma ovis* et *Eperythrozoon ovis* peuvent perturber les expériences chez les moutons; différents hématozoaires peuvent fausser les réactions thermiques chez les bovins; l'examen de frottis de sang est nécessaire lors d'une réaction thermique au laboratoire. Les mérinos sont beaucoup plus sensibles à la cowdriose que les moutons de race locale. Les agneaux de moins d'une semaine sont moins sensibles que les moutons plus âgés; l'influence de l'âge semble moins nette chez les bovins. La majorité des bovins exposés à une population relativement importante du vecteur *A. variegatum* n'a pas encore acquis une immunité à l'âge de 2 ans; une proportion des animaux est encore sensible à 5 ans; l'épizootologie de la maladie est examinée.

INTRODUCTION

La cowdriose, également appelée « heart-water », maladie des ruminants, est causée par un micro-organisme, *Cowdria ruminantium* (COWDRY, 1925), de l'ordre des Rickettsiales. La taxonomie de ce germe est discutée. Il est en général considéré comme une rickettsie, mais ses particularités le mettent à part des rickettsies typiques. MOHAN (1968) le place dans le genre *Chlamydia* et le considère donc comme membre à part entière du groupe psittacose-lymphogranulomatose-trachome; RAKE et al. (1945) et TUOMI (1966) pensent qu'il est

intermédiaire entre les rickettsies typiques et le groupe P.L.T., opinion qui nous semble mieux fondée.

DURIEUX (1930) a fait l'histoire de la maladie à Madagascar. Elle fut soupçonnée en 1924 à la suite de pertes après importation d'un troupeau de moutons à laine d'Afrique du Sud; la confirmation fut apportée par l'examen de prélèvements envoyés en Afrique du Sud (ALEXANDER, 1931).

La maladie n'a pratiquement pas été étudiée à Madagascar. Nous donnerons ci-dessous les résultats de nos expériences.

METHODES GENERALES DE TRAVAIL

Les expériences sur les ruminants au laboratoire ont principalement porté sur des moutons

(*) Service d'Entomologie et Protozoologie du Laboratoire Central de l'Elevage, Tananarive; Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. (Adresse actuelle: I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94 Maisons-Alfort, France.)

de race mérinos d'Arles, dont un troupeau fut importé de France en 1966. Les chèvres et les moutons de race locale utilisés sont en partie nés au laboratoire, tandis que d'autres ont été achetés dans la région tananarivienne. Les bovins utilisés ont également des origines diverses. Tous ces animaux sont logés au laboratoire à Tananarive. Le vecteur de la cowdriose, la tique *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) (voir « Transmission »), n'existe pas à l'état normal autour de Tananarive, le climat en hiver étant apparemment trop froid sur les Hauts Plateaux pour qu'elle puisse s'y maintenir (BUCK, 1948, 1949 - RAYNAUD, 1962 - RAYNAUD et UILENBERG, 1962 - UILENBERG, 1964); cette tique n'est pas rare le long des routes suivies par les troupeaux de bœufs en provenance de régions infestées et en marche vers l'abattoir de la capitale. Au laboratoire, on ne trouve normalement pas d'*A. variegatum*, les bâtiments étant éloignés des routes infestées. Moutons et chèvres sont traités deux par mois avec une émulsion de lindane à 0,02 p. 100, principalement pour éviter l'apparition de la gale psoroptique. Leur foin est traité au bromure de méthyle, pour tuer des tiques qui pourraient s'y trouver. Sur les parois intérieures de la bergerie, on pulvérise une fois par mois une suspension de bromophos à 1,25 p. 100 pour lutter contre les insectes piqueurs. Quant aux bovins, ils sont protégés contre les tiques et insectes de la manière précédemment indiquée (UILENBERG, 1968), à la différence près que le douchage au DDT a été récemment supprimé et que le fenthion a été remplacé par le bromophos pour la pulvérisation dans l'étable.

Il semble donc certain que les animaux importés ou nés sur place n'ont pas été exposés à la cowdriose, tandis que ceux en provenance de l'extérieur ont eu des chances variables de contracter la maladie auparavant (chance très faible pour les animaux provenant des Hauts Plateaux). Nous indiquerons donc l'origine des animaux entrant dans une expérience.

La température rectale des animaux en expérience est prise vers 8 h. du matin. Dans les conditions climatologiques de Tananarive, leur température normale varie alors, en moyenne, entre 37,5° et 39° pour les bovins (UILENBERG, 1968), entre 38,5° et 39,5° pour les moutons mérinos et les chèvres, et entre 38,2° et 39° pour les moutons de race locale.

Après chaque essai d'infection, la température est prise sur les petits ruminants pendant un minimum de 3 semaines, sur les bovins pendant au moins un mois.

La température des bovins dans les conditions de la pratique (au Centre de Recherches Zootechniques de Kianjasoa) a été prise tôt le matin (entre 5 h. 30 et 8 h. environ), avant que la chaleur ambiante ne l'ait fait monter. Ici également nous avons pris 39° comme limite supérieure de la température normale et les résultats ont confirmé cette limite comme valable pour les animaux de tous âges attachés la nuit à l'étable et pour les adultes vivant en élevage extensif, tandis que les veaux en extensif ont parfois une température plus élevée causée par les manipulations.

Les injections de sang et autre matériel infectieux ont toujours été faites par la voie intraveineuse, sauf indication contraire. Le sang, prélevé sur anticoagulant, a été injecté le plus vite possible; s'il a dû être transporté d'une bergerie ou d'une étable à l'autre, il a été mis sous glace (à 0° C); l'intervalle entre le prélèvement et l'inoculation du sang infectieux n'a jamais dépassé 15 minutes au laboratoire.

En ce qui concerne les réactions positives obtenues au laboratoire, il a pratiquement toujours été vérifié, en particulier pour les moutons, qu'il s'agissait bien de réactions à la cowdriose, soit par passage de sang à d'autres ruminants, soit par examen du cortex cérébral après la mort, soit par l'épreuve d'une seconde inoculation en cas de guérison. Nous examinons actuellement aussi le plus souvent des frottis de sang (colorés au Giemsa), après certaines difficultés avec d'autres infections (parasites sanguins) causant des réactions thermiques (voir « Infections perturbatrices »).

Les souches utilisées dans les expériences ont trois origines différentes :

Souche K1

Isolée d'un cas de cowdriose naturelle à Kianjasoa en 1965, par inoculation d'un broyat de cortex cérébral à un bovin au laboratoire. La souche a été perdue en 1966.

Souche K2

Isolée en 1967 par l'inoculation de sang d'un veau de Kianjasoa, pris au hasard, à un mouton et un bovin au laboratoire. La plupart des

expériences ont été faites avec cette souche. Elle est actuellement conservée à l'état congelé et par passages sur ruminants.

Souche Mara

Souche sud-africaine, reçue en 1965 sous forme de nymphes infectées de la tique *Amblyomma hebraeum*, Koch, 1844, grâce à l'amabilité du Dr. W.O. NEITZ à Onderstepoort. Elle a été perdue en 1966.

TRANSMISSION

a) Transmission naturelle

La maladie est transmise par des tiques du genre *Amblyomma*; seule la transmission de stade à stade a été démontrée, non par l'œuf. LOUNSBURY (1900, cité par ALEXANDER, 1931) a prouvé le rôle d'*A. Hebraeum*. DAUBNEY (1930) a démontré qu'*A. variegatum* peut transmettre la maladie, tandis que NEITZ (1947, cité par HENNING, 1956, p. 1163) prouve le rôle d'*A. pomposum* Dönitz, 1909; LEWIS (in : (7), 1949) établit la transmission par *A. gemma* Dönitz, 1909. Récemment KARRAR (1966) a prouvé qu'*A. lepidum* Dönitz, 1909, est vecteur.

La seule tique du genre *Amblyomma* infestant les ruminants à Madagascar est *A. variegatum*, et son rôle de vecteur est admis depuis longtemps, toutefois sans preuve expérimentale dans le pays. Nous avons récemment pu réussir la transmission expérimentale, du stade larvaire au stade nymphal (DAUBNEY l'avait réussi avec des adultes).

Un mouton (n° 1562), acheté plus d'un an auparavant, en provenance des Hauts Plateaux, est inoculé avec du sang infectieux (souche K2) d'un mouton en réaction thermique. Sept jours après l'injection, il est infesté sur le scrotum avec quelques centaines de larves d'*A. variegatum*, écloses au laboratoire 3 semaines plus tôt; les larves sont placées dans un sac en toile enveloppant le scrotum et adhérent à sa base. Le mouton 1562 commence une réaction thermique 3 jours après l'application des larves. Les larves gorgées sont récoltées de 6 à 10 jours après l'infestation et muent au laboratoire (à une température de 27° C et une humidité relative de 90 p. 100 environ) au bout de 3 semaines en moyenne. Quatre semaines après le début de la mue, 40 nymphes à jeun

(lot récolté comme larves gorgées au 6^e jour de la réaction thermique de 1562) sont mises sur le scrotum d'un autre mouton, n° Y 2, né au laboratoire. Celui-ci commence une hyperthermie 14 jours plus tard; il est tué au 6^e jour de la réaction thermique, et nous observons des groupes typiques de *Cowdria ruminantium* dans les capillaires de son cortex cérébral.

La transmission de la souche Mara a également été réussie avec les nymphes d'*A. hebraeum*, reçues d'Afrique du Sud. Une dizaine de nymphes à jeun, récoltées à Onderstepoort 12 mois auparavant comme larves gorgées sur un mouton en réaction, sont placées sur l'oreille d'une chèvre (n° C 10), achetée quelques mois avant à Tananarive (vraisemblablement originaire du Sud de Madagascar). Les tiques sont mises dans un sac sur l'oreille, fermé autour de sa base. La réaction thermique commence 12 jours plus tard et dure 9 jours; l'animal est sacrifié 2 jours après la fin de l'hyperthermie et des groupes typiques de *C. ruminantium* sont encore trouvés dans les capillaires du cortex cérébral.

b) Transmission artificielle

DU TOIT (in ALEXANDER, 1931) trouve que l'inoculation de sang infectieux par la voie sous-cutanée ne transmet le plus souvent pas la maladie tandis que la voie intraveineuse réussit le plus souvent. ALEXANDER estime que moins de 2 p. 100 des moutons et chèvres ne réagissent pas à l'inoculation en intraveineuse d'une quantité suffisante de sang infectieux, tandis que le pourcentage de non réagissants serait plus grand chez les bovins.

Nos propres essais faits au laboratoire sur des animaux présumés réceptifs (d'après leur provenance ou leur âge), nous ont donné les résultats exposés ci-dessous. Le sang infectieux a été inoculé à la dose de 5 à 10 ml tout de suite après le prélèvement.

Dans ces conditions, ont réagi positivement à l'inoculation par voie intraveineuse :

1. 52 moutons sur 53. Un seul animal n'ayant pas réagi a été réinoculé 3 semaines plus tard avec la même souche K2 pour vérifier sa réceptivité. La deuxième inoculation a été positive. Pourtant, le sang qui lui avait été inoculé la première fois s'était révélé infectieux pour un autre mouton et un bovin inoculés en même temps.

2. 38 bovins sur 38.

3. 7 chèvres sur 7.

10 ml de sang infectieux inoculés par la voie sous-cutanée à un bovin ne lui ont pas donné la maladie; 10 ml de sang du même donneur inoculés en même temps à un autre bovin par la voie intraveineuse ont donné un résultat positif. Il a été prouvé par une autre inoculation, deux mois et demi plus tard, cette fois en intraveineuse, que le premier animal était bien sensible à la maladie.

De même, un mouton ayant reçu 10 ml de sang infectieux par voie sous-cutanée, n'a pas réagi, tandis qu'un autre mouton, inoculé par voie intraveineuse avec 10 ml du même sang, a réagi positivement; une autre inoculation en intraveineuse, 3 mois plus tard, a prouvé que le premier mouton était bien sensible à la maladie.

Dans un troupeau de bovins exposés aux infections naturelles (présence de la tique *A. variegatum*) et dont un nombre inconnu possédait donc une immunité acquise, 14 animaux ont été inoculés par voie intraveineuse et 20 d'un âge comparable par voie sous-cutanée; le sang infectieux provenait d'un même lot, prélevé sur un mouton juste avant les injections. 5 du premier groupe ont réagi, aucun du groupe inoculé en sous-cutanée. Il s'agit dans le premier groupe de 7 animaux de 4 ans, dont 3 ont réagi et de 7 de 5 ans, dont 2 ont réagi; le groupe inoculé par voie sous-cutanée comprenait un animal de 3 ans, 12 de 4 ans et 7 de 5 ans.

Nos résultats confirment donc la grande fidélité de la voie intraveineuse pour les petits ruminants, et le fait que la voie sous-cutanée ne semble pas utilisable (bien qu'aucun chiffre ne puisse être donné après les quelques essais négatifs); par contre, l'injection par la voie intraveineuse nous a donné des résultats aussi réguliers sur les bovins que sur les petits ruminants, à l'opposé de ce qu'écrivent ALEXANDER (1931) et WEISS et al. (1952).

DIAGNOSTIC AU LABORATOIRE

Nous avons comparé la méthode de JACKSON (1931), qui préconise l'examen de frottis de l'intima des vaisseaux sanguins, à celle de PURCHASE (1945), qui trouve facilement les

rickettsies sur frottis de cortex cérébral. A plusieurs reprises, le diagnostic a été tenté avec les deux méthodes sur les mêmes cadavres (infections naturelles ou expérimentales); la méthode de Purchase nous a donné des résultats très supérieurs à celle de Jackson, et dans quelques cas où le cortex cérébral était riche en groupes de rickettsies, les frottis de l'intima (de la veine jugulaire ou de l'endocarde) n'ont pas permis de les mettre en évidence, bien qu'il y eut un grand nombre de cellules endothéliales.

Nous avons également comparé les résultats obtenus sur frottis de cortex cérébral à ceux sur coupes histologiques du même matériel. Ici encore les frottis donnaient les meilleurs résultats, la recherche étant beaucoup plus longue sur coupe, étant donné que les capillaires sont entièrement étalés sur frottis, mais non dans la coupe; dans les cas où les groupes de rickettsies sont rares, ils peuvent donc facilement être invisibles sur coupe. La méthode de Purchase a donc été adoptée pour le diagnostic, avec fixation à l'alcool méthylique et coloration au Giemsa (que nous avons trouvée la meilleure parmi plusieurs essayées).

Lorsque les frottis de cortex cérébral sont faits au laboratoire, la recherche des rickettsies ne pose pas de problème. 26 animaux morts de la maladie ont tous donné un résultat positif. Lorsqu'il s'agit de prélèvements envoyés pour le diagnostic de diverses régions de l'île, qui ne parviennent souvent au laboratoire qu'après un long délai, il peut y avoir des difficultés.

Nous avons d'abord vérifié que les rickettsies ne perdent pas leur affinité pour le colorant après un long séjour à la température du réfrigérateur ordinaire : la moitié d'un cerveau d'un bovin (cas naturel), riche en groupe de rickettsies, a été placée à une température de + 3° C, l'autre est laissée à la température ambiante du laboratoire (variant entre 20° et 25° environ); des frottis du cortex cérébral sont faits quotidiennement. Le diagnostic est, pour la moitié gardée à la température ambiante, encore aisé après 2 jours; la putréfaction a progressé le 3^e jour au point que les rickettsies sont presque méconnaissables, et le diagnostic est tout à fait impossible le 4^e jour. Par contre, les rickettsies gardent dans la moitié conservée au réfrigérateur, à + 3° C, une bonne affinité pour le colorant pendant trois semaines, bien

que de nombreux éléments mycosiques et bactériens commencent à se développer à partir du 18^e jour; le diagnostic devient impossible à partir du 24^e jour. Il est donc possible de conserver, si nécessaire, le cerveau au réfrigérateur pendant 2 semaines au moins, pour attendre l'occasion de l'envoyer rapidement sous glace au laboratoire. Rappelons que NEITZ (1939) trouve que le diagnostic par examen des cellules endothéliales de la veine jugulaire, conservée au réfrigérateur, reste possible pendant au moins 10 jours.

KARRAR (1959) a montré la persistance, pendant un mois, des rickettsies dans le cortex cérébral conservé à l'abri des contaminations dans un réfrigérateur ordinaire.

Néanmoins, dans beaucoup de cas, la glace dans la boîte isotherme a fondu à l'arrivée au laboratoire, et le cerveau est putréfié. Il est alors préférable que les frottis du cortex cérébral soient faits sur place et adressés au laboratoire, fixés ou non à l'alcool méthylique. Des essais nous ont montré que les rickettsies gardent leur affinité pour le colorant sur frottis non fixés ou fixés pendant au moins un mois. Dans certains cas, principalement en saison des pluies, les frottis non fixés arrivent parfois envahis par des champignons. La fixation préalable à l'envoi est donc préférable, mais non indispensable.

Une expérience a également été faite pour voir si le cerveau pouvait être conservé et envoyé dans du glycérol à 50 p. 100, comme pour le diagnostic de la rage, au cas où un réfrigérateur n'est pas disponible. Une partie d'un cerveau de mouton, riche en rickettsies, a été mise dans un bocal contenant du glycérol à 50 p. 100, à la température du laboratoire. La coloration de frottis faits 2 jours plus tard montre que la plupart des rickettsies sont mal colorées, le lendemain elles sont tout à fait méconnaissables, bien que les capillaires et autres structures du cortex soient assez bien colorés. Cette méthode n'est donc pas applicable.

Ajoutons que les rickettsies sont encore reconnaissables après conservation du cerveau au congélateur (6 jours à -15° C et 7 mois à -30° C).

INFECTIONS PERTURBATRICES

NEITZ (1939) attire déjà l'attention sur le fait que d'autres infections peuvent fausser les résultats des expériences sur la cowdriose, si l'on se fie uniquement à la réaction fébrile, et il mentionne dans ce contexte un virus « Virus A » et *Eperythrozoon ovis* Neitz, Alexander et Du Toit, 1934.

Chez les moutons nous avons eu des difficultés avec 3 infections : *Borrelia theileri* (Laveran, 1903), *Anaplasma ovis* Lestoquard, 1924, et *Eperythrozoon ovis*. La présence de *B. theileri* et d'*E. ovis* à Madagascar était déjà connue, tandis qu'*A. ovis* n'a jamais été trouvé dans le pays en dehors du troupeau de mérinos importé en 1966 du midi de la France.

Borrelia theileri : Pour isoler une souche de *C. ruminantium*, nous avons inoculé à des moutons au laboratoire du sang provenant de 10 veaux de Kianjasoa, pris au hasard. Un mouton sur 5, inoculés chacun avec le sang d'un veau, a sorti la souche K 2; le sang des 5 autres veaux a été groupé et inoculé en mélange à 2 moutons, qui réagirent thermiquement après 8 jours, réaction simulant une cowdriose bénigne, sans symptômes et sans mortalité. Par des subinoculations à des bovins et moutons il a été prouvé qu'il s'agissait de la borreliose. Elle ne nous cause actuellement plus de difficultés.

Anaplasma ovis : L'existence de cette infection parmi les mérinos importés avait déjà été mise en évidence par l'injection de leur sang à un mouton local splénectomisé, indemne de l'infection auparavant. Plus tard, l'infection est ressortie pendant nos expériences, simulant une réaction à la cowdriose bénigne, sans mortalité, sans symptômes précis, rarement avec des températures aussi élevées que celles causées par la cowdriose (une fois pourtant $41,5^{\circ}$), et avec une période d'incubation plus longue que celle qui est normale pour la cowdriose. En repérant l'origine de l'infection, et en n'utilisant plus que des mérinos nés sur place et non les adultes importés, nous avons apparemment réussi à résoudre le problème.

Eperythrozoon ovis : Cette infection s'est manifestée récemment sur 2 moutons en expérience, avec une hyperthermie de $40,3^{\circ}$ dans un cas, de $41,3^{\circ}$ dans l'autre, sans symptômes spécifiques, sans mortalité. Elle est particu-

lièrement difficile à combattre, le mode de transmission naturelle restant obscur, et elle peut causer une réaction thermique indépendamment des inoculations expérimentales. La meilleure méthode pour l'élimination des fausses réactions par ce parasite nous semble le traitement à la Néoarsphénamine, dès que l'infection a été diagnostiquée sur frottis de sang (produit actif d'après NEITZ (1937) et un essai fait sur un des moutons infectés). Il est probable que cette infection a auparavant causé quelques réactions thermiques inexplicables sur nos moutons, avec hyperthermie moins élevée que celle causée par la cowdriose, les animaux ne présentant aucun symptôme de cette maladie, et se montrant ensuite entièrement sensibles à la cowdriose.

En conclusion, il est nécessaire de faire des frottis de sang des animaux en expérience, lorsqu'une réaction thermique se déclare, de manière à identifier les infections intercurrentes.

En ce qui concerne les bovins, différents hématozoaires peuvent fausser les réactions à la cowdriose (*Babesia*, *Anaplasma*, *Eperythrozoon*, etc...). Cela ne constitue aucun problème au laboratoire, où des frottis de sang sont toujours faits en cas d'hyperthermie, mais lors d'essais de vaccination dans des circonstances pratiques, les réactions thermiques peuvent être faussées par des primo-infections à hématozoaires, surtout chez les jeunes veaux; nous en avons observé des exemples lors d'expériences sur le terrain, où le sang a été examiné dès que la température montait.

CONSERVATION DE *C. RUMINANTIUM*

Le nombre d'animaux d'expérience étant limité, il serait rapidement épuisé s'il fallait conserver la souche uniquement par passages sur ruminants sensibles.

Il est possible de conserver une souche par la tique vectrice, *A. variegatum*: infecter des larves sur un animal réagissant et mettre à

gorger les nymphes infectieuses plus tard sur un autre animal quand on en a besoin. Conservées dans notre étuve à tiques (température 27° C, humidité relative environ 90 p. 100), les nymphes à jeun ont une mortalité d'environ 50 p. 100 après 8 à 9 mois, presque toutes sont mortes après un an, tandis que la majorité est vivante après 6 mois. (A la température et l'humidité ambiante du laboratoire, toutes les nymphes sont mortes après 6 mois (températures maximales d'environ 20° C à 26° C, minimales d'environ 18° à 22°, humidité relative entre 55 et 75 p. 100). Ces observations portent sur plus de 1.000 nymphes. Il est donc en principe possible de ne faire qu'un passage tous les 6 mois par exemple, en conservant les nymphes à l'étuve. (Les adultes ont une longévité plus élevée, mais nous n'avons pas réussi à les faire fixer sur un hôte).

Par ailleurs la conservation est possible à l'état congelé, méthode plus commode que celle utilisant les tiques. Après de nombreux échecs, utilisant différentes méthodes, la congélation avec du diméthyle-sulfoxyde à 10 p. 100 comme excipient de congélation, donne enfin des résultats régulièrement positifs; la méthode est décrite en détail ailleurs (RAMISSE et UILENBERG, 1970).

DIFFERENCES DE SENSIBILITE SUIVANT L'ESPECE, LA RACE ET L'AGE

De telles différences ont été observées par plusieurs auteurs dès le début des études sur la cowdriose. Voici nos quelques observations dans ce domaine, sur animaux non traités, faisant tous une réaction nette à l'inoculation :

a) Moutons

Mérinos (tous inoculés avec la souche K 2 au laboratoire). 11 sur 26 sont morts de cowdriose, 15 ont guéri spontanément. La répartition selon l'âge (au moment de l'inoculation) est la suivante :

Age	Nombre	Morts	Guérison	Remarques
3 à 7 jours	5	0	5	2 âgés de 8 à 9 jours ont guéri, celui ayant 10 jours est mort.
8 à 10 jours	3	1	2	
16 jours	1	1	0	
6 mois et plus	17	9	8	

Il ne semble pas y avoir d'influence de l'âge après 6 mois : 10 des 17 moutons avaient entre 6 et 12 mois, 7 en sont morts; 7 des 17 animaux avaient entre 13 et 30 mois, 2 en sont morts; l'animal le plus âgé, de 30 mois, est guéri.

Moutons de race locale (tous inoculés avec la souche K 2, au laboratoire). 9 animaux, tous nés au laboratoire ou provenant de la région tananarivienne. Aucun animal n'est mort. Un seul a eu des symptômes nerveux très nets, mais a néanmoins guéri spontanément. Tous ces animaux étaient adultes (plus d'un an), à l'exception d'un seul, âgé de 6 mois (le seul ayant présenté des symptômes nerveux).

b) Chèvres

3 chèvres adultes, achetées dans la région tananarivienne mais vraisemblablement originaires du Sud de l'île, inoculées au laboratoire avec la souche K 2. Toutes les 3 en sont mortes. La race des animaux est incertaine, il s'agit probablement de mélanges de races importées et de la race locale.

2 chèvres adultes (une née au laboratoire, l'autre ayant vraisemblablement son origine dans le Sud), inoculées avec la souche K 1, sont également mortes. Ces 2 animaux étaient de race mohair pure ou métissée.

Une chèvre mohair adulte, inoculée avec la souche « Mara », a guéri spontanément.

c) Bovins

Souche K 1 : 7 animaux, âgés d'environ 2 ans, ont été inoculés au laboratoire. Tous ont guéri spontanément. Il s'agit de 2 taurins nés au laboratoire et de 5 animaux ayant au moins 50 p. 100 de sang zébu (Brahman, zébu local ou afrikander), originaires de Kianjasoa. Tous ont fait une réaction nette à l'inoculation.

Souche K 2 : Taurins : 6 animaux, nés au laboratoire ou achetés dans la région tananarivienne, trop jeunes pour avoir fait la cowdriose naturelle. 3 sur 6 sont morts, 3 ont guéri spontanément. La répartition selon l'âge se présente ainsi :

9 jours	Guéri
17 jours	Mort
33 jours	Mort
17 mois	Guéri
19 mois et demi	Guéri
25 mois	Mort

Métis taurin-zébu (frison-zébu) : 13 animaux, inoculés au laboratoire, tous en provenance de Kianjasoa. Tous ont fait une réaction nette à l'inoculation. 3 sur 13 sont morts. Voici la répartition selon l'âge :

Age	Nombre	Morts	Guéris	Remarques
18 à 20 jours	4	1	3	Cerveau positif, mais mort compliquée par une pneumonie.
32 jours	1	1	0	
38 à 57 jours	3	0	3	
73 à 88 jours	2	0	2	
5 mois à 5 mois ½	3	1	2	

Diverses races : 3 animaux inoculés au laboratoire, en provenance de Kianjasoa. Un veau âgé de 24 jours, ayant 3/4 de sang frison et 1/4 de zébu local, est guéri, mais après avoir présenté des symptômes nerveux très importants. Un animal de 12 mois, 1/2 brahman 1/2 zébu local, est également guéri. Un bovin de 2 ans, 3/4 Brahman 1/4 zébu local, est mort.

Souche « Mara » : Un animal de race Renitelo (afrikander × limousin × zébu local), âgé de 15 mois et demi, est mort.

Nos chiffres ne sont pas assez élevés pour

permettre des conclusions fermes. Il s'en dégage néanmoins pour les moutons une nette influence de l'âge, qui confirme les résultats obtenus par NEITZ et ALEXANDER (1941), les très jeunes agneaux étant moins sensibles. Une très nette influence de la race s'en dégage également, les moutons de race locale sont peu sensibles.

Le nombre limité de bovins ne permet pas de conclure fermement sur l'influence de la race et de l'âge; il semble tout au moins que l'âge n'a pas beaucoup d'influence à partir

de 17 jours. Les résultats de diagnostic sur des cerveaux de bovins du Centre de Recherches Zootechniques de Kianjasoa permettent de conclure à une plus grande résistance des zébus de race locale par rapport à d'autres races à la ferme. En effet, le centre élève un peu plus de 1.000 bovins en tout, dont presque 25 p. 100 sont des zébus locaux; or, en 1968 et début 1969, nous avons pu diagnostiquer au laboratoire 18 cas de cowdriose sur des cerveaux envoyés de Kianjasoa; un seul cas concernait un zébu de race locale, les autres cas se rapportaient à des Renitelo, des Brahmans, des Frisons, et des métis à degrés différents avec le zébu local. D'ailleurs, en général le laboratoire reçoit très peu de prélèvements positifs pour la cowdriose de zébus de race locale, par rapport à ceux d'autres races. Par contre, les zébus de races importées (Brahman, Sahiwal) paraissent aussi sensibles que les taurins.

DIFFERENCES ENTRE SOUCHES DE *C. RUMINANTIUM*

Il est bien connu en Afrique du Sud que la virulence peut être différente d'une souche à l'autre (NEITZ et al., 1947). Une comparaison de la mortalité parmi les 22 bovins inoculés avec notre souche K 2 à celle des 7 sujets ayant reçu la souche K 1 semble indiquer une plus grande virulence de la première (voir ci-dessus).

ALEXANDER (1931) pense qu'il existe des différences immunologiques partielles entre différentes souches, mais NEITZ (1939) et ALEXANDER et al. (1946) expriment une opinion contraire, les souches sud-africaines immuniseraient solidement l'une contre l'autre.

KARRAR (1960) observe au Soudan une différence immunologique partielle entre deux souches. L'une protège aussi bien contre l'autre que contre elle-même, mais l'expérience inverse ne donne pas le même résultat : la deuxième souche ne protège pas contre une réaction thermique causée par la première, bien qu'il n'y ait pas de mortalité ni même de symptômes cliniques. Nous n'avons pas pu comparer la souche sud-africaine « Mara » à une des souches malgaches, et la question n'a pas encore pu être étudiée entre différentes souches à Madagascar; la question est d'une grande importance, en particulier pour l'efficacité d'une vaccination avec une seule souche.

EPIZOOTOLOGIE

Les bovins à Kianjasoa sont exposés à des infestations relativement importantes de la tique *A. variegatum*. Nous avons pu inoculer au laboratoire ou dans le Centre de Kianjasoa des bovins de divers âges et suivre la réaction éventuelle. Nous ne donnons que les résultats nets, soit réaction thermique positive, soit absence de réaction. Quelques animaux ayant donné une réaction douteuse ne sont pas mentionnés.

Les animaux ont été inoculés par voie intra-veineuse avec 5 ou 10 ml de sang citraté d'un mouton en réaction thermique; dans tous les cas, il a été prouvé que la réaction du mouton était bien due à la cowdriose, et que son sang était bien infectieux. Aucun traitement des bovins inoculés n'a été fait avant la réaction et il a toujours été vérifié que l'hyperthermie n'était pas due à des hématozoaires. Voici les résultats sous forme de tableau.

Age	Nombre d'animaux	Réaction positive	Négative	Remarques
18 à 38 jours	8	7	1	L'animal non réagissant (âgé de 19 jours) a été inoculé plus tard une 2 ^e fois avec le même résultat négatif.
2 mois ½ à 3 mois	4	3	1	Un des animaux non réagissants n'a pas non plus réagi à une 2 ^e inoculation plus tard.
4 à 11 mois	22	16	6	
1 à 2 ans	24	22	2	
4 ans	8	4	4	
5 ans	7	2	5	
6 ans	9	0	9	
8 à 11 ans	15	0	15	

CONCLUSIONS

La majorité des bovins exposés à des nombres relativement importants de la tique vectrice, *A. variegatum*, n'ont pas encore été infectés par la cowdriose à l'âge de 2 ans, et même parmi les sujets de 4 et 5 ans, 6 sur 15 ont accusé l'inoculation par une maladie sévère (2 sur 6 sont morts, avec diagnostic microscopique positif, les 4 autres sont guéris après traitement à l'oxytétracycline). Les animaux de 6 ans ou plus avaient apparemment tous contracté l'infection naturelle (24 sur 24).

La grande majorité des tiques n'est donc pas infectieuse, étant donné que chaque animal en avait porté pendant sa vie des dizaines (jeunes veaux), voir des milliers (adultes). Chaque tique a apparemment une très faible chance de s'infecter. Ceci est d'ailleurs expliqué par la conception de l'épizootologie qui ressort des recherches d'ALEXANDER (1931), NEITZ (1939), NEITZ et al. (1947) et d'autres, qui trouvent que les rickettsies ne persistent dans le sang que pendant une période limitée; à chaque nouvelle infection, il y a de nouveau une période où le sang est infectieux; en dehors de ces périodes les tiques ne peuvent pas s'infecter. Nous avons fait 3 essais sur la période pendant laquelle le sang pourrait être infectieux après le début de la réaction : le sang d'un mouton, traité lors de sa réaction, n'était pas infectieux 156 jours après le début de sa réaction (inoculation par voie intraveineuse à un mouton sensible). Le sang de 2 autres moutons, non traités lors de leur réaction, donnait également des résultats négatifs, 37 et 126 jours après le début de leurs réactions. Par ailleurs, des résultats positifs ont régulièrement été obtenus avec le sang prélevé du 1^{er} au 4^e jour de la réaction.

L'épizootologie est donc essentiellement dif-

férente de celle des babésioses et de l'anaplasmose des bovins, où une population relativement faible de la tique vectrice (*Boophilus microplus* à Madagascar) assure l'infection de tous les veaux en bas âge, quand ils sont peu sensibles (UILENBERG, 1970). Chaque tique a une forte chance de s'infecter sur un animal pris au hasard, étant donné que les *Babesiae* et les anaplasmes persistent pendant longtemps dans le sang, et qu'en plus l'infection chez la tique est héréditaire, à l'opposé de l'infection par *C. ruminantium* chez la tique. On ne peut absolument pas compter sur l'infection naturelle par la cowdriose des jeunes veaux à un âge où ils seraient peu sensibles (une faible sensibilité des jeunes veaux n'est d'ailleurs pas confirmée par nos expériences, voir plus haut). La majorité ne contracte la maladie que plus tard et on peut s'attendre à des mortalités parmi des animaux de tous âges, même adultes, également là où le détiquage est peu efficace, s'il s'agit d'une race sensible. En effet, des cas mortels, confirmés par examen du cortex cérébral, ne sont pas rares chez des adultes, et un cas a pu être diagnostiqué à Kianjasa chez une vache de 8 ans.

L'importance de la population d'*A. variegatum* a néanmoins une grande influence sur le nombre de cas de la maladie, et par conséquent sur la proportion immunisée à chaque âge. Ainsi, parmi le groupe de veaux âgés de 4 à 11 mois (16 sensibles sur 22), il en y avait 12 appartenant à un troupeau d'expérience qui n'était pas passé au bain détiqueur et qui portait des nombres beaucoup plus importants d'*A. variegatum* que les autres sujets; or, parmi ces 12 animaux, 6 seulement ont réagi à l'inoculation (et 10 sur 10 parmi les autres du même âge). Nous avons également vu (UILENBERG, 1970), qu'une diminution du nombre de bains provoque une augmentation du nombre de cas de cowdriose.

SUMMARY

Studies on cowdriosis in Madagascar. Part I

Transmission of cowdriosis has succeeded with nymphs of the tick *Amblyomma variegatum*, infected at the larval stage. It is confirmed that intravenous injection of infective blood, contrary to subcutaneous injection, transmits the disease with great regularity, to cattle as well as to small ruminants. A positive diagnosis is regularly obtained on smears of cerebral cortex of animals that have died of the disease, contrary to smears of the intima of blood-vessels. *Borrelia theileri*, *Anaplasma ovis* and *Eperythrozoon ovis* may perturb experiments with sheep, while different blood parasites may do so in cattle; it is necessary to examine blood smears

during a fever reaction in the laboratory. Merinos are much more sensitive to cowdriosis than sheep of the local breed. Lambs of less than a week are less sensitive than older sheep; the influence of age seems less pronounced in cattle. The majority of cattle exposed to a relatively important population of the vector *A. variegatum* has not yet acquired immunity at the age of 2 years; a proportion of the animals is still receptive at 5 years; the epizootology of the disease is discussed.

RESUMEN

Estudios sobre la « heartwater » en Madagascar. Primera parte

Tuvo éxito la transmisión de la « heartwater » con ninfas de la garrapata *Amblyomma variegatum*, infectadas durante el estado larvario. Se confirma que la inyección de sangre infecciosa por vía intravenosa al contrario de la vía subcutánea, transmite la enfermedad con fidelidad a los bovinos como a los pequeños rumiantes. El diagnóstico es regularmente positivo sobre frotis de corteza cerebral de animales muertos de la enfermedad, lo que no ocurre sobre frotis del íntimo de los vasos. *Borrelia theileri*, *Anaplasma ovis* y *Eperythrozoon ovis* pueden perturbar las experiencias en la oveja; diferentes hematozoarios pueden falsear las reacciones térmicas en los bovinos. Se necesita el examen de frotis de sangre en el momento de una reacción térmica en el laboratorio. Los merinos son mucho más sensibles para con la « heartwater » que las ovejas de raza del país. Los corderos de menos de una semana de edad son menos sensibles que las ovejas más viejas. La influencia de la edad parece menos precisa en los bovinos. No ha adquirido todavía una inmunidad a 2 años de edad la mayoría de los bovinos expuestos a una población relativamente importante del vector *A. variegatum*; Un cierto número de los animales son todavía sensibles a los 5 años de edad; Se examina la epizootología de la enfermedad.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDER (R. A.), « Heartwater ». The present state of our knowledge of the disease. 17th Rept Dir. Vet. Serv. Anim. Ind., S. Afr., 1931, Part I, pp. 89-150.
- ALEXANDER (R.), NEITZ (W. O.) et ADELAAR (T. F.), « Heartwater », *Fmg S. Afr.*, 1946, **21**: 548-52.
- BUCK (G.), « Tiques des animaux domestiques à Madagascar », *Bull. agric. Madagascar*, 1948, **1** (4): 3-11.
- BUCK (G.), « Tiques des animaux domestiques à Madagascar », *Arch. Inst. Pasteur, Tananarive*, 1949: 60-63. (Extrait du Rapport Annuel, 1948.)
- DAUBNEY (R.), « Natural transmission of heartwater of sheep by *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) », *Parasitology*, 1930, **22**: 260-67.
- DURIEUX (V. M.), « L'amélioration de la race bovine malgache », Thèse, Lyon. Chambéry, Imprimeries Réunies, 1930, 110 p.
- « Heartwater », Annual Rept, 1947, Dept vet. Serv., Kenya; Nairobi, Govt Printer, 1949, p. 51.
- HENNING (M. W.), « Animal diseases in South Africa », South Africa, Central News Agency Ltd, 1956, p. 1163.
- JACKSON (C.), « The microscopic diagnosis of heartwater: A preliminary note on the value of intima smears », 17th Rept Dir. Vet. Serv. Anim. Ind., S. Afr., 1931. Part I: 161-73.
- KARRAR (G.), « Rickettsial infection (heartwater) in Eastern Sudan », Minute n° 373, 44th Ordinary General Meeting, Sudan Veterinary Association, 16 août 1959: 4 pages ronéotypées.
- KARRAR (G.), « Rickettsial infection (heartwater) in sheep and goats in the Sudan », *Brit. vet. J.*, 1960, **116**: 105-14.
- KARRAR (G.), « Further studies on the epizootology of heartwater in the Sudan », *Sudan J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1966, **6** (1): 83-85.
- MOHAN (R. N.), « Diseases and parasites of buffaloes. Part I. Viral, mycoplasmal and rickettsial diseases », *Vet. Bull.*, 1968, **38** (9): 567-76.
- NEITZ (W. O.), « Eperythrozoonosis in sheep », *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1937, **9**: 9-30.
- NEITZ (W. O.), « The immunity in heartwater », *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1939, **13**: 245-83.
- NEITZ (W. O.) et ALEXANDER (R. A.), « The immunisation of calves against heartwater », *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1941, **12**: 103-11.
- NEITZ (W. O.), ALEXANDER (R. A.) et ADELAAR (T. F.), « Studies on immunity in heartwater », *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1947, **21**: 243-52.
- PURCHASE (H. S.), « A simple and rapid method for demonstrating *Rickettsia ruminantium* (Cowdry, 1925) in heartwater brains », *Vet. Rec.*, 1945, **57**: 413-14.
- RAKE (G.), ALEXANDER (R.) et HAMRE (D. M.), « The relationship of the agent of heartwater fever - *Rickettsia ruminantium* », *Science*, 1945, **102**: 424-25.
- RAMISSE (J.) et UILENBERG (G.), « Conservation d'une souche de *Cowdria ruminantium* par congélation », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** (3): 313-16.
- RAYNAUD (J. P.), « Prospection des hématozoaires et tiques de bovins à Madagascar. I. - Recherches dans la province de Tananarive », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1962, **15** (2): 137-45.
- RAYNAUD (J. P.) et UILENBERG (G.), « Prospection des hématozoaires et tiques de bovins à

- Madagascar II. - Recherches complémentaires et conclusions », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1962, **15** (2) : 147-53.
23. TUOMI (J.), « Punkin levittämien patogeenisten riketsian kaltaisten organismien asema mikrobien joukossa. (Taxonomic position of pathogenic, tick-borne *Rickettsia*-like organisms) », *Suomen Eläinlääkäri-lehti*, 1966, **72** : 414-22.
24. UILENBERG (G.), « Notes sur les hématozoaires et tiques des animaux domestiques à Madagascar », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17** (3) : 337-59.
25. UILENBERG (G.), « Notes sur les babésioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. I. - Introduction. Transmission », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (4) : 467-74.
26. UILENBERG (G.), « Notes sur les babéioses et l'anaplasmose des bovins à Madagascar. V. - Immunité et prémunition. Epizootologie », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** (4) : 439-54.
27. WEISS (K. E.), HAIG (D. A.) et ALEXANDER (R. A.), « Aureomycin in the treatment of heartwater », *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1952, **25** : 41-50.

Clinical signs, daily rate of infection, physical changes of the blood and pathomorphological changes in cattle artificially infected by *Trypanosoma vivax*

Signes cliniques, taux d'infestation journaliers, modifications hématologiques et pathomorphologiques sur du bétail infesté artificiellement par *Trypanosoma vivax*

par F. VOHRADSKY

RESUME (*)

L'auteur décrit l'évolution, les symptômes, les modifications hématologiques et les lésions de l'infection expérimentale du bétail par *T. vivax*.

La maladie suit une évolution subaiguë aboutissant à la mort de 6 des 8 animaux infestés.

Les modifications hématologiques montrent une anémie qui se développe dans les deux semaines précédant la mort.

Les lésions sont caractérisées par des signes de septicémie hémorragique, particulièrement sur le cœur, la rate, les ganglions lymphatiques et le foie.

INTRODUCTION

Animal trypanosomiasis is a notifiable disease in Ghana. During the period 1960 - 1965, 943 outbreaks were reported to the Ministry of Agriculture (NYARKO, 15). The peak of the reported cases was in July and August (103 and 102 outbreaks). In the other months the frequency of the disease varies from 67 to 79 cases. NYARKO (15) considers *Trypanosoma vivax* as the most important cattle trypanosoma in Nigeria and possibly in West Africa as a whole. Differences in the pathogenicity with location are quite considerable. It is generally quite virulent in West Africa but mild in East Africa. The same conclusions were arrived at by HENNING (8), JOWETT (12), HORN-

BY (9), CURSON (2) and PARKIN (16). PARKIN (16) stated that in South Africa if animals suffering from infection with the Zululand strain of *T. vivax* were kept under good conditions and fed well the disease rarely proved fatal. On the other hand, HUDSON (10) studied in bovines an unduly severe and rapidly fatal form of *T. vivax* infection resembling the peracute disease in pigs caused by *T. simiae*. Trypanosomes were usually found in great concentrations in the blood, particularly in smears taken just before and after death. METTAM (13, 14) and STEWART (18, 19) found out that *T. vivax* was responsible for many severe outbreaks of trypanosomiasis in West Africa, and appeared to be at least as serious as *T. congolense*. The clinical and pathological picture described corresponds to the lesions during haemorrhagic septicaemia. NYARKO (15) described three forms of try-

(*) Un résumé approfondi en français figure en conclusion de l'article.

panosomiasis in cattle in Ghana : acute, chronic and cryptic form. The severity of the disease in West Africa is described by JONES-DAVIES (11) in Nigeria when he found the strains of *T. vivax* resistant against Berenil. FIENNES (6) published the results of autopsies on cattle infected by *T. vivax* at Kiboko in Kenya, and a wide review of the literature on course and pathology of trypanosomiasis was published by FIENNES, JONES and LAWS (4).

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Nungua, Faculty of Agriculture, University of Ghana, Legon. The Station is located 20 miles east of Accra in a gently rolling country of low elevation typical of the western Accra Plains. The average annual rainfall is 32 ins. with recorded extremes of 17 to and 53 ins., of a double-peaked monsoon regime. The major rains extend from March to July with a peak in June, the minor rains from September to November with the peak in October. The atmosphere is humid and temperatures high but both are offset by cooling off-sea-breezes. The Station does not belong to the typical tse-tse infested area and only very few cases of animals infected by trypanosomes are found. The experiment started on 26th of June, 1967.

A group of 8 cows including 3 West African Shorthorns, 4 N'Damas and 1 Sokoto Gudale were selected. All of them were culled animals over 8 years of age. They were examined four times during the week before the start of the experiment for blood parasites, and none were found. The blood picture was in normal range and the clinical examination did not reveal any pathological changes.

The animals were infected subcutaneously with 2 ml of virulent blood collected from Sokoto Gudale bullock, who was transferred to A.R.S. Nungua from Agricultural Irrigation Research Station, Kpong, Volta Region, a typical tse-tse area. The number of trypanosomes in 100 fields in the Sokoto Gudale bullock on 26th June was 67 parasites. The blood smears were sent to the Institute of Parasitology, Academy of Sciences, Praha, for classification. The trypanosomes were typified as *Trypanosoma vivax* (length 14.7 - 20.5 μ , maximum width

1.4 - 2.9 μ , nucleus 1.4 - 2.2 μ , distance of the nucleus from the anterior end 4.4 - 8.8 μ , blepharoplast located terminally or sub-terminally).

Clinical examination was daily for temperature, pulse, respiration and general clinical stage. Blood examination was performed every other day (RBC and WBC improved Neubauer counting chamber, PVC microhaematocrit, HB p. 100 MRC grey wedge photometer, ESR Wintrobe tubes, haematological indices, white cells differential counts; anticoagulant used, double exalate mixture. The number of parasites in 100 fields in thick drop was counted daily.

RESULTS

Clinical signs

The alteration of trias in artificially infected cattle started the 6th day after inoculation and remained altered for 1 or 4 days. The body temperature was mostly affected while the pulse rate and respiration did not always show acceleration above average (Gr. n° 1). During the following course of infection the trias varied within normal range. On day of death, temperature dropped deeply below normal. In two animals that survived the infection, the trias became normal one or two days after initial rise in temperature. The rise in temperature co-incided with the appearance of parasites in the blood (N'D 10, N'D 12) or appeared 1 day before (WAS 133), 2 days before (WAS 45), 4 days before (N'D 11, N'D 5, SG.62), or 1 day after the parasites could be revealed in the blood (see Tab. n° 1). The number of parasites varied considerably and did not seem to be correlated with clinical changes.

The other clinical signs of animals that died within 9 weeks after infection (WAS 45, WAS 108, WAS 133, N'D 11, N'D 5, N'D 10) : (Tab. p. 256).

The two animals (N'D 12, SG.62) that survived developed the following clinical picture : N'D 12 :

On 7th to 8th day after infection, lacrimation from both eyes, listlessness.

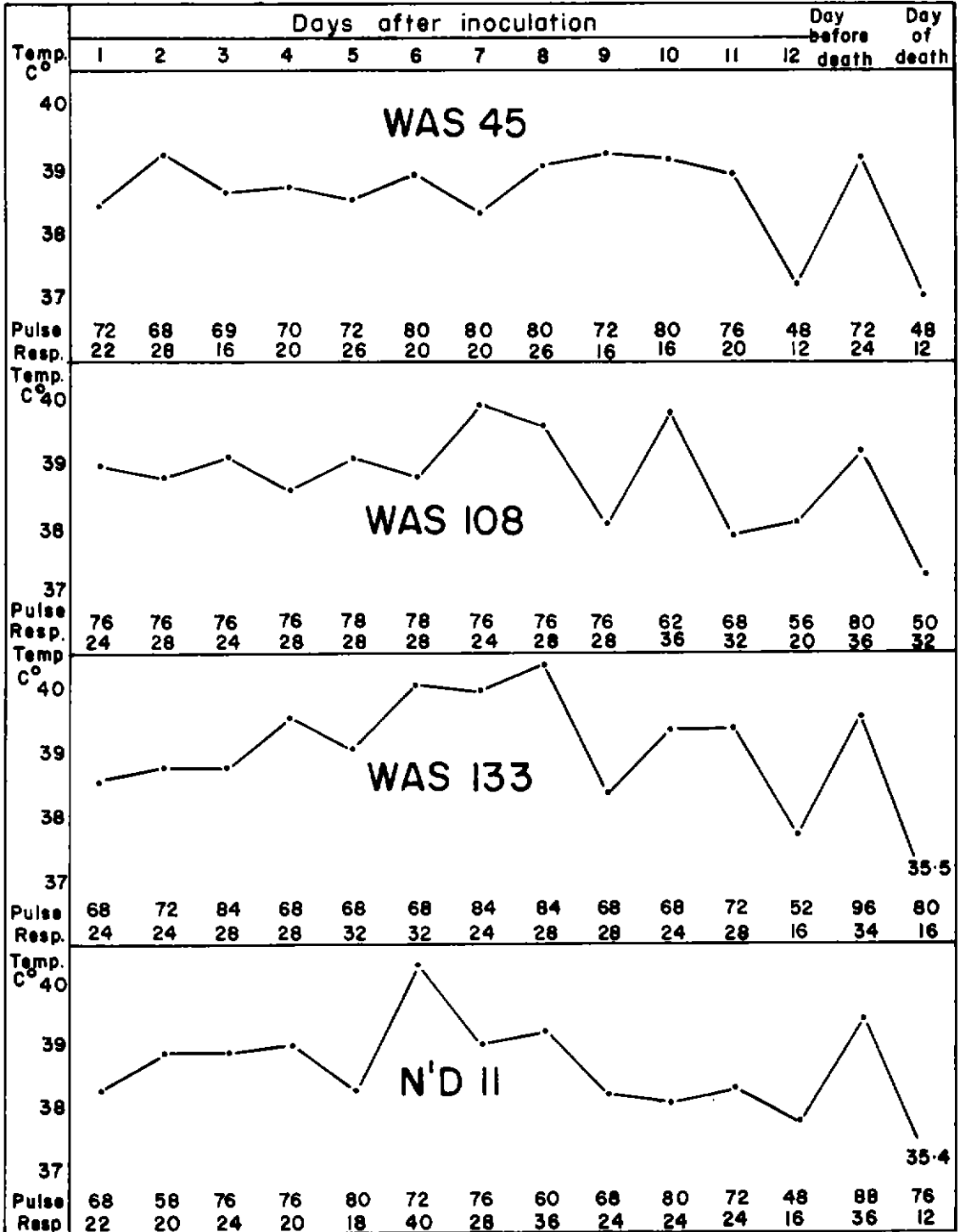
On 29th day bottle jaw started.

On 32nd day the head got swollen, scouring.

On 49th day the bottle dissolved and scouring stopped.

Temperature, pulse rate and respiration of
artificially infected cattle

Gr. No.1.



Gr. No I. contd.

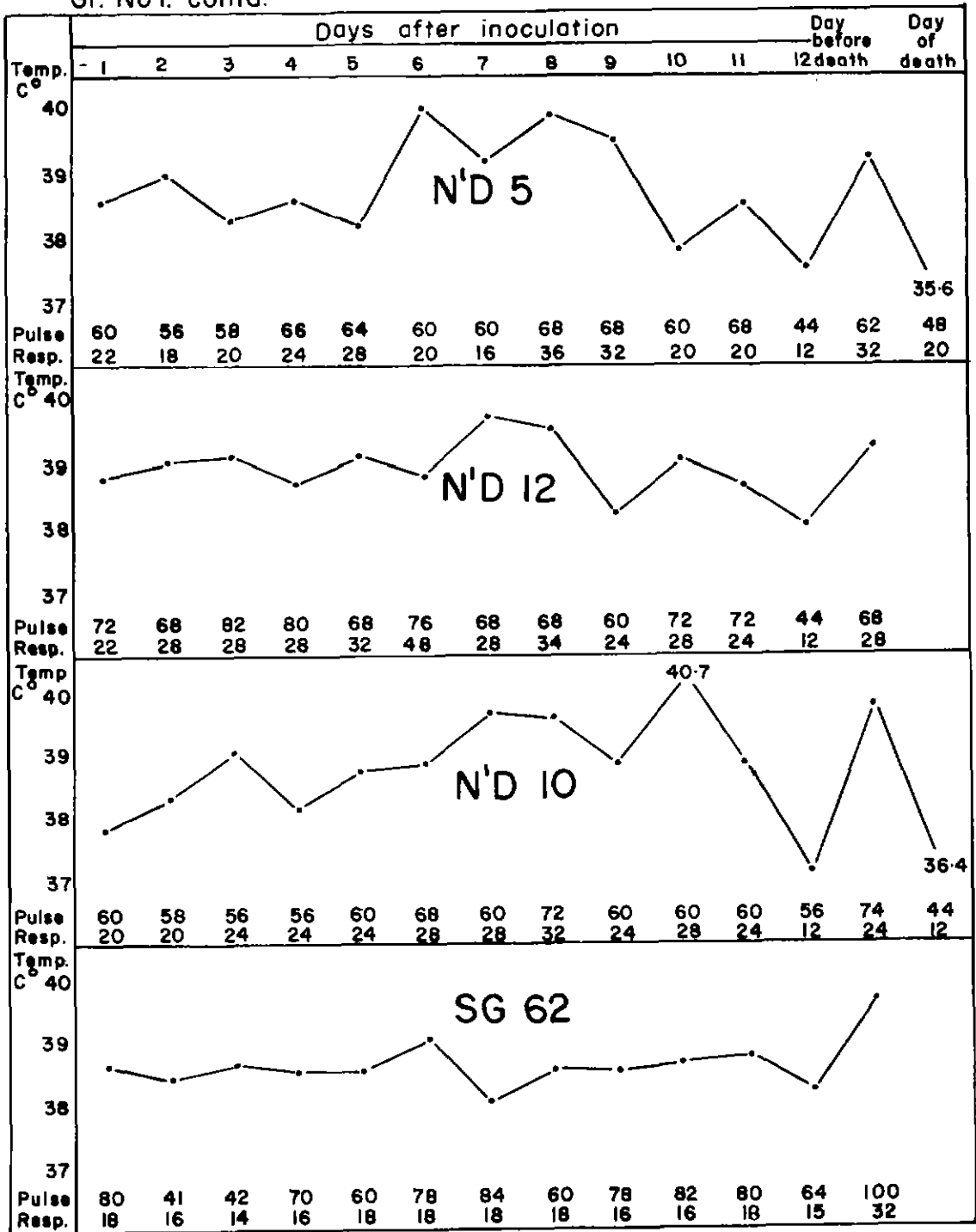


Table N° I
The daily and weekly index of infection in 100 fields
Nombre journalier puis hebdomadaire des trypanosomes pour 100 champs microscopiques.

N° of animal	Day after inoculation																	Weeks after inoculation					
	1-5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	4	5	6	7	8	9
WAS 45	-	-	-	-	-	749	163	90	-	-	4	173	119	43	81	10	6	1	5	-			
WAS 108	-	36	302	486	71	41	-	9	260	-	3	43	2	4	2	23	67	4	10	15	10	18	
WAS 133	-	-	133	32	24	36	169	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-			
N'D 11	-	-	-	-	-	141	30	18	8	2	4	4	15	-	4	1	13	3	33	1	86	397	208
N'D 5	-	-	-	-	-	26	2	-	-	4	7	102	286	-	21	2	1	6	6	29	51	85	
N'D 12	-	-	90	226	61	5	52	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
N'D 10	-	-	52	226	326	421	352	26	7	23	-	6	4	-	2	3	2	12	59	1	-	-	
SG 62	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	
N° animal	Jours après l'inoculation																	Semaines après l'inoculation					

WAS 45 - Died 37th day after inoculation

WAS 108 - " 57th " " "

WAS 133 - " 47th " " "

N'D 11 - " 58th " " "

N'D 5 - Died 53rd day after inoculation.

N'D 12 - Died after 15 months.

N'D 10 - Died 48th day after inoculation.

SG 62 - Still alive.

Clinical sign	No. of animal showing clinical sign	The day of onset of clinical sign after infection	Duration of clinical signs
Listlessness, loss of appetite, retarded rumination, bristled hair coat	6	4 — 8	3 — 13
Profuse lacrimation	4	16 — 39	Until death
Watery scouring	4	26 — 42	Until death
Bottle jaw	5	28 — 45	Until death
Blood stained faeces	1	40	7
Loss of hair on the back and tail	2	36 — 49	Until death
Bleeding from the mouth and nostrils	4	38 — 54	2 — 4
Swollen head	1	34	Until death
Sitting on hind legs unable to get up	5	34 — 57	1 — 13
Lying on one side with the legs stretched	6	36 — 56	Until death
Death	6	37 — 58	

From 50th day condition improving.

Died after 15 months.

SG. 62 :

On 6th day after infection listlessness, not grazing well.

On 15th day lacrimation from both eyes, stopped after 5 days.

From 6th week condition improving and no alteration of health could be noticed.

Still alive.

The first signs of alteration of general conditions appeared on 4th, 5th, 6th, 7th and 8th day after infection and were characterized by listlessness, retarded rumination, loss of appetite, lacrimation and bristled coat. This condition continued from 3-13 days in various extent. The most characteristic clinical signs during the course of the infection were profuse lacrimation, bottle jaw, bleeding from the nostrils and watery scouring with blood in the faeces. Two or three days before death the animals were unable to get up and died in coma. The loss of weight was from 35 to 133 lbs. (Tab. n° 2).

Table N°II
Body weight of experimental animals
Poids des animaux d'expérience

N° of animal	Weight in weeks (1 bs)										loss of weight in lbs
	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
WAS 45	562	560	530	515	501	480	450				112
WAS 108	536	530	522	506	475	470	462	450	435		101
WAS 133	554	550	499	461	448	440	432	421			133
N'D 11	495	490	468	452	438	429	418	409	401	395	100
N'D 5	502	498	470	450	439	422	405	398	370		132
N'D 12	586	580	552	531	519	533	533	538	535	540	46
N'D 10	430	468	443	433	406	401	400	395			35
SG 62	836	830	810	798	780	775	778	780	775	785	51
N° animal	Poids chaque semaine										Perte de poids

Values of blood picture (Tab. n° 3)

Number of erythrocytes before infection was above the average range published (SHALM, 17). Considerable drop began three weeks before death. During the course of infection the erythrocyte number dropped from 27 to 78 p. 100 in animals that died. In two animals that survived the decrease in number was only 3 to 5 p. 100.

Haematocrit values are below the normal range except one animal (N'D 12) and two animals that survived haemoglobin content dropped remarkably as from 5th week after infection.

Mean corpuscular haemoglobin is deeply below normal range and indicates microcytosis. Its values do not change remarkably throughout the course of the disease. It has to be pointed out that microcytosis was present in the experimental animals even before infection. Similarly hypochromia indicated by low values of mean corpuscular haemoglobin has no special trend during the course of the disease and varies dependently on the haemoglobin and erythrocytes number. Mean corpuscular haemoglobin concentration is on the lower limit of average range.

Number of leucocytes before infection ex-

ceeded highly the normal range (except WAS 108). The remarkable drop in number started in 2nd week after infection and remained on the lower range for 4-8 days. In the two week before death the number of leucocytes increased again.

Erythrocytes sedimentation rate in 1 hour did not show any changes, therefore the 24 hours interval was observed. It is generally known the ESR in cattle is of very limited value (SHALM, 17), but it was noticed that in 4 animals there was an increased fall in last two weeks before death.

The differential counts of leucocytes show that there was neutrophilia in all the animals before start of the experiment. From 12th day of infection lymphocytosis appeared. The second day after infection eosinophilia started and continued to 10th day. Monocytes number was on the bottom limit of normal range or were not found at all. No basophiles were found.

In the two animals that survived no remarkable alteration of blood picture developed apart from slight drop in RBC in SG. 62 on the 16th day after infection and lasted for 4 days. Within the same period the decrease of WBC in the same animal appeared.

RESULTS OF AUTOPSIES

(Figures in brackets mean number of animals affected.)

- General : Numerous decubiti part. on the hip joints, tuber coxae and on the head (6). Dehydration (6). Gelatinous infiltration of subcutaneous tissue (4).
- Lymphatic glands : All enlarged and oedematous (6). L. jujunales enlarged and oedematous with medullar and cortical haemorrhages (1).
- Lungs : Hypostatic pneumonia of the left lung (1), right lung (1), both lungs (2). Emphysema interstitialis of the left lung (1), right lung (1). Hydrothorax with serous exudate (3), gelatinous exudate (1), sanguineous exudate (1).
- Heart : Hydropericard with gelatinous exudate (2), sanguineous exudate (1). Degeneration and dilatation of heart muscle (4), subepicardial (5), myocardial (4), subendocardial (6) ecchymosae.
- Alimentary tract : Asites with straw coloured exudate (4), gelatinous infiltration of omental fat (3). Catarrhal (1), haemorrhagic (3) abomasitis, haemorrhagic omasitis (1), chronic duodenitis, jejunitis, ileitis (1), haemorrhagic jejunitis (3), Ulcerative jejunitis (1), haemorrhagic typhlitis with blood stained content (3), haemorrhagic colitis (1).

TABLE N° III

Mean values of blood picture of animals that died within 9 weeks after infection
 Valeur moyenne de l'image sanguine des animaux (morts moins de 9 semaines après l'infection)

Days/Weeks after inoculation	RBC (millions/mm ³)			PCV (p.100)			Hb (g/100 ml)			WBC (1000/mm ³)			ESR (mm/24h)			MCV (μμ)		
	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min
Days-2	11.17	13.21	7.73	31	36	26	10.36	11.10	8.88	16.26	19.90	8.40	6	15	3	30	34	25
2	11.05	12.88	8.70	30	35	25	10.06	11.10	8.58	16.89	20.15	10.10	6	12	3	27	31	25
4	10.90	13.46	7.78	31	36	26	9.57	11.54	8.14	16.98	20.30	11.05	5	8	3	29	33	22
6	9.57	11.61	7.94	29	34	22	9.76	11.84	7.40	12.25	16.00	7.55	6	10	4	31	35	28
8	9.87	12.18	7.50	28	30	21	9.20	11.10	7.40	11.19	20.15	5.55	6	9	4	29	35	25
10	9.60	11.47	6.27	27	30	19	8.63	9.77	7.40	10.42	12.20	7.80	8	16	5	29	35	27
12	9.01	12.45	6.94	27	30	21	8.76	10.36	7.40	9.81	12.45	5.45	7	10	4	29	35	27
14	9.33	11.81	6.16	27	34	21	9.27	11.10	7.25	8.57	12.30	6.95	7	15	4	30	37	24
16	9.39	10.61	7.23	27	32	19	8.63	10.51	6.81	8.77	12.35	4.30	8	20	4	28	32	26
18	9.66	11.58	6.89	28	36	22	8.76	11.40	6.96	7.77	9.00	5.95	6	10	3	30	32	26
20	9.59	10.91	6.88	27	37	20	8.51	11.10	6.22	9.02	11.35	7.40	7	12	5	28	35	23
Weeks- 4	9.62	12.69	6.90	26	34	18	8.38	9.18	6.81	11.31	13.95	7.40	8	13	5	28	32	24
5	9.03	12.35	5.58	25	33	15	7.26	9.47	5.18	12.52	18.50	7.15	9	19	5	28	33	26
6	7.39	11.63	4.82	19	25	15	6.27	8.14	5.33	11.24	18.00	6.50	11	15	6	27	31	21
7	5.56	9.35	3.80	14	23	8	5.47	7.70	3.26	12.97	16.50	12.00	13	20	6	28	34	24
8	6.25	9.54	3.00	17	24	8	5.36	6.81	3.20	14.27	14.90	13.90	12	20	7	26	29	25
9	5.87	5.87	5.87	15	15	15	5.18	5.18	5.18	13.80	13.80	13.80	14	14	14	26	26	26
	Nombre d'érythrocytes			pourcentage du culot de centrifugation par rapport au volume total.			Hémoglobine			Nombre de leucocytes			vitesse de sédimentation			volume moyen des hématies		

TABLE N°III (suite)

Mean values of blood picture of animals that died within 9 weeks after infection
 Valeur moyenne de l'image sanguine des animaux (morts moins de 9 semaines après l'infection)

(1) Days/Weeks after inoculation	(2) MCH (u u g)			(3) MCHC (p.100)			Neutrophiles (p.100)			Lymphocytes (p.100)			Monocytes (p.100)			Eosinophiles (p.100)			
	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	
Days- 2	9	11	8	34	36	31	51	70	43	44	54	25	-	-	-	5	7	1	
2	9	10	8	33	34	31	42	50	32	45	55	39	1.6	5	-	11.4	14	10	
4	9	10	7	31	33	28	39	55	30	43	54	31	1.0	2	-	17.0	23	15	
6	10	11	8	33	35	29	37	50	13	53	75	45	0.5	2	-	9.5	20	2	
8	9	11	8	32	37	29	41	55	16	46	76	29	0.20	1	-	12.8	21	8	
10	9	12	7	32	39	26	46	75	20	46	75	19	1.3	4	-	6.7	15	-	
12	9	11	8	32	35	30	27	43	10	71	85	55	0.3	2	-	1.7	5	-	
14	10	12	9	34	41	26	35	40	27	61	72	55	0.5	3	-	3.5	12	-	
16	9	11	7	32	37	28	31	43	22	66	78	55	0.5	3	-	2.5	6	-	
18	9	11	7	31	34	28	33	46	20	66	79	54	0.2	1	-	0.8	1	-	
20	9	10	8	29	35	20	41	58	30	57	70	42	0.2	1	-	1.8	3	-	
Weeks- 4	9	12	7	32	38	26	37	72	15	61	84	27	0.3	1	-	1.7	4	-	
5	8	10	7	29	36	28	42	70	30	56	66	30	0.5	2	-	1.5	7	-	
6	9	11	7	33	38	26	38	72	13	60	85	27	0.5	2	-	1.5	3	-	
7	11	13	8	37	41	33	33	53	20	65	78	59	0.4	1	-	1.6	3	-	
8	9	11	7	34	40	28	31	37	22	67	75	62	0.8	1	-	1.2	2	-	
9	9	9	9	34	34	34	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-	
(1).Jours et semaines après inoculation	(2) Quantité moyenne d'hémoglobine par g. d'hématies			(3) Concentration moyenne d'hémoglobine dans 1 g. d'hématies															

Liver	: Enlarged with rounded edges (4), fatty degeneration (4), distended gall bladder (2), thickened bile (4).
Kidneys	: Gelatinous infiltration of perirenal fat (2), Fatty degeneration (5), subcapsular and cortical haemorrhages (2), urinary bladder distended (2), petechial haemorrhages on mucous membrane of urinary bladder (2).
Reproductive system	: Endometritis of left uterine horn, cystic degeneration of ovaries (1).
Spleen	: Enlarged, soft consistency (6), congestion of superficial blood vessels (4), pinpoint haemorrhages along the edges (3).
Muscles	: Pale and oedematous (6), gelatinous infiltration of intermuscular connective tissue (3).

DISCUSSION

The investigation presented was to find out the clinic course and physical changes of the blood and post-mortem findings in artificially infected animals by *Trypanosoma vivax* under the conditions in Ghana. The author is aware of the fact, that the number of animals used is limited but it would hardly be possible to use more animals and leave them to die. The technical difficulties of examination of greater number of animals have to be taken into consideration as well.

Trypanosoma vivax seems to be one of the main causative organisms of trypanosomiasis in Ghana. The investigations made in Accra Plains by the author revealed that all cases of trypanosomiasis (120 animals with 26 positive findings in the blood) were caused by *Trypanosoma vivax*. Similar investigation was undertaken in Upper Region in animals stationed in Bolgatanga slaughterhouse. In 20 selected animals showing clinical signs, 18 of them showed *Trypanosoma vivax* in very high concentration in the blood samples (VOHRADSKY, 21). Other authors (NYARKO, 15), (METTAM, 13, 14), (STEWART, 18, 19), (EDWARDS et al. 3) came to the same conclusion that *T. vivax* is responsible for most of the cases in West Africa as a whole. FOLKERS and JONES-DAVIES (7) in Northern Nigeria found the incidence of *T. vivax* in blood smears to be 35 p. 100 in local herds and 48 p. 100 in nomadic herds of cattle. The number of animals used in our experiment did not permit any conclusions on breed tolerance to trypanosome infection, but results published by CHANDLER (1) and STEWARD (20) show that N'Dama and West African

Shorthorn cattle possess practical resistance against trypanosomiasis.

The course of the disease in artificially infected cattle can be characterized as subacute except two animals (N'D 12, SG 62), which developed the chronic form of the disease. SG 62 is still alive and does not show any alteration of clinical picture. N'D 12 collapsed after 15 months and died in spite of the treatment with ethidium.

Clinical findings in our experimental animals differ from those described by NYARKO (15), who states that there are no obvious signs of the disease apart from those associated with pyrexia. According to him no oedema is usually present. HENNING (8) described the symptoms as resembling those produced by *T. congolense* but milder. METTAM (13, 14), STEWART (18, 19) found pyrexia, weakness so that the animal was unable to rise and coma appeared before death. Bottle jaw, blood-stained faeces, bleeding from the nostrils and mouth as it appeared in some of our animals, were not usually observed.

Physical changes in the blood correspond to the reported values found by other authors during *T. congolense* infection (FIENNES et al. 4), (FIENNES 5). An interesting finding is that in all of the animals except one, the erythrocytes number before infection was higher than the results usually published (SHALM 17). This was the reason why blood examination of healthy animals of local breeds of cattle (N'Dama, West African Shorthorn, Sokoto Gudale, Sanga) was carried out and the average erythrocytes number obtained was over 10 millions in all breeds (VOHRADSKY, 22). These results need further study. The anaemia characterized by decrease of erythro-

cytes number and haemoglobin content started very early at the end of the third week, and two weeks before death both values fell below 50 p. 100 (except N'Dama 5 when only the haemoglobin content decreased considerably). The two animals surviving showed the decrease of erythrocytes number and haemoglobin content from 5th and 7th week after infection. These animals have been examined monthly for 15 months after infection. Their erythrocytes number varied from 6 to 8 millions. Last examination showed 5.88 millions in SG 62 and 3.50 millions in N'D 12. These animals developed the typical chronic type of the disease.

The increase of lymphocytes may indicate an attempt of the body for a defence reaction (FIENNES et al. 4). The first reaction to the infection occurred in increased number of eosinophiles shortly after infection.

Counts of parasites in peripheral blood showed such variation that it was impossible to determine any correlation between clinical findings or physical changes of the blood and trypanosome number. FIENNES et al. (4) considers these variations as a result of weather or other changes of environment.

General condition of dead animals showed dehydration, decubiti and gelatinous infiltration of subcutaneous tissue. Lesions of internal organs resembled haemorrhagic septicaemia (HENNING, 8). Lymphatic glands were enlarged and oedematous. In some of the animals haemorrhages appeared in cortex and medulla. Haemorrhages along the side of the tongue and in the larynx as described by NYARKO (15) could not be revealed. The skeletal muscles were œdematous with gelatinous infiltration of intermuscular connective tissue.

Constant lesions could be found in the heart muscle. Heart muscle was dilated, flabby, the quantity of pericardial fluid was increased and often of sanguineous colour. Subepicardial, myocardial and subendocardial haemorrhages of different size (petechiae and ecchymosae) were constantly present. These changes in the heart muscle point to circulatory failure due possibly to the partial blockage of the smaller blood vessels (FIENNES et al. 4). Hydrothorax with straw coloured or yellowish exudate was the common feature. Changes in the lungs

varied from interstitial emphysema to hypostatic pneumonia of one half or both lungs or oedema.

Alimentary canal was constantly affected. The most frequent finding was abomasitis either catarrhalis or haemorrhagica. The intestine changes were characterized by haemorrhagic jejunitis and colitis with tendency to ulceration. In one case omassus and caecum were affected by haemorrhagic inflammation of mucous membrane. Ascites of different extent and ecchymosae of peritoneum were present. Gelatinous infiltration of omental fat was noticed.

The liver lesions were of different character, most commonly the organ was enlarged with rounded edges, fatty degenerated with subcapsular haemorrhages. The gall bladder was distended with thick yellow-green bile.

The kidneys showed no signs of necrosis as published by FIENNES et al. (4). Fatty degeneration with subcapsular and cortical haemorrhages were found most often. There was retention of urine and haemorrhagic inflammation of mucous membrane of urinary bladder.

Spleen was always enlarged with pinpoint haemorrhages along the edges, marked injection of superficial blood vessels, and very soft pulp.

Generally it can be concluded that pathomorphological changes in *Trypanosoma vivax* infected animals resemble the picture of haemorrhagic septicaemia with more marked acute lesions in artificially infected animals.

**

RESUME APPROFONDI

Au Ghana, la trypanosomiase bovine à *T. vivax* est plus fréquente et aussi pathogène que celle à *T. congolense*. Les expériences relatées par VOHRADSKY, ont été réalisées à proximité d'Accra, dans une région apparemment dénuée de glossines où les trypanosomiasés sont très rares. Elles visaient à définir les symptômes, les modifications hématologiques et les lésions provoquées par l'infection expérimentale à *T. vivax*. Huit animaux (4 Ndamas, 3 Baoulés et 1 zébu Foulbé), infectés par injection sous-cutanée de 2 ml de sang

parasité ont été suivis pendant 9 semaines au moyen des examens suivants : examen clinique journalier, examen hématologique tous les deux jours, recherche journalière des parasites en goutte épaisse. Des autopsies soignées ont été pratiquées sur tous les animaux morts au cours de l'expérience.

Parasitologie

Les trypanosomes ont été examinés à l'Institut de Parasitologie de Prague et identifiés comme *T. vivax*. Le comptage des parasites dans le sang périphérique a donné des résultats si variables qu'il semble impossible de définir une corrélation entre le nombre des trypanosomes et les signes cliniques ou hématologiques.

Symptômes

La maladie eut une évolution subaiguë pour 6 animaux sur 8 et chronique pour les 2 autres dont l'un (un N'dama) mourut de causes indéterminées 15 mois après l'infection. L'autre (un zébu) était encore en vie à la fin de l'expérience.

Les premiers signes d'altération de l'état général apparurent entre 4 et 8 jours après l'infection : fièvre, inattention, rumination difficile, perte d'appétit, larmolement, poil piqué. Puis les symptômes fébriles disparurent.

Les principaux signes cliniques relevés pendant l'évolution de la maladie furent de l'amaigrissement, un larmolement profus, le signe de la bouteille, des hémorragies nasales, une diarrhée parfois hémorragique. Deux à trois jours avant la mort les animaux ne peuvent plus se lever, présentent de l'hypothermie et meurent dans le coma.

Hématologie

Les modifications hématologiques ressemblent à celles notées dans la trypanosomiase à *T. congolense*.

Erythrocytes : il est intéressant de noter qu'avant le début de l'expérience, chez tous les animaux, le nombre d'érythrocytes était notablement supérieur à la normale. Les signes de l'anémie furent intenses et apparurent dès la fin de la troisième semaine, la diminution du nombre des hématies dépassant 50 p. 100 deux semaines avant la mort. La vitesse de sédimen-

tation n'a, par contre, pas été sensiblement modifiée.

Leucocytes

Les modifications de la formule leucocytaire correspondent aux réactions de défenses de l'organisme, la première réaction étant une augmentation du nombre des éosinophiles, suivie d'une lymphocytose apparaissant à partir du 12^e jour.

Chez les deux animaux survivants, on n'a pas observé d'altération remarquable de la formule sanguine sauf, chez un animal, une légère diminution passagère du nombre des hématies.

Lésions

Les lésions n'ont rien eu de pathognomonique. Les plus fréquentes furent :

- Déshydratation et infiltration gélatineuse du tissu conjonctif sous-cutané avec plaies de décubitus.
- Muscles pâles et œdématisés.
- Ganglions hypertrophiés et œdémateux avec, chez certains animaux, des hémorragies du cortex ou de la moelle.
- Lésions du cœur constantes : muscle cardiaque dilaté et flasque, pétéchies ou ecchymoses sur le myocarde, le péricarde ou l'endocarde. Liquide péricardique augmenté et souvent hémorragique.
- Foie hypertrophié avec dégénérescence graisseuse — vésicule biliaire distendue.
- Rate toujours hypertrophiée, molle, congestionnée.
- Reins : dégénérescence graisseuse avec hémorragies subcapsulaires et corticales. Pétéchies sur la vessie — rétention urinaire.
- Poumons. Lésions variant de l'emphysème pulmonaire à la pneumonie hypostatique ou à l'œdème pulmonaire. Hydrothorax avec exsudat jaunâtre.
- Lésions constantes du tractus digestif : entérite hémorragique avec tendance à l'ulcération — Acite — ecchymoses du péritoine.

L'auteur conclut que, chez les animaux infectés par *T. vivax*, les modifications pathomorphologiques ressemblent à celles notées dans les septicémies hémorragiques avec des lésions aiguës plus marquées chez les animaux infestés expérimentalement.

SUMMARY

Course, clinical symptoms, physical changes of the blood and post-mortem findings of cattle artificially infected by *Trypanosoma vivax* are described

The disease ran a subacute course with fatal end in 6 of 8 artificially infected.

The physical changes of the blood anaemia which was progressive in the last two weeks before death.

The post-mortem picture was characterized by septic haemorrhagic changes, particularly in the heart spleen, lymphatic glands and liver.

RESUMEN

Signos clínicos, tasas diarias de infestación, modificaciones hematológicas y patomorfológicas en ganado artificialmente infestado por *Trypanosoma vivax*

El autor describe la evolución, los síntomas, las modificaciones hematológicas y las lesiones de la infestación experimental del ganado por *T. vivax*.

La enfermedad sigue una evolución subaguda terminando en 6 muertos entre 8 animales infestados.

Las modificaciones hematológicas demuestran una anemia que se desarrolla durante las dos semanas precediendo la muerte.

Se caracterizan las lesiones por signos de pasteurelisis, particularmente en el corazón, el bazo, los ganglios linfáticos y el hígado.

BIBLIOGRAPHIE

- CHANDLER (R. L.), « Comparative tolerance of West African N'Dama cattle to trypanosomiasis », *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1952, **46** (2): 127-34.
- CURSON (H. H.), « Nagana in Zululand », 13-14 Rep. D.V.E. and R., 1928, 1, 309.
- EDWARDS (E. E.), JUDD (J. M.) et SQUIRE (F. A.), « Observations on trypanosomiasis in domestic animals in West Africa. I - The daily index of infection and the weekly haematological values in goats and sheep infected with *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* », *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1956, **50** (3): 223-41.
- FIENNES (R. N. T. W.), JONES (E. R.) et LAWS (S. G.), « The course and pathology of *Trypanosoma congolense* (Brodén) disease of cattle », *J. comp. Path. Therap.*, 1946, **56** (1): 1-27.
- FIENNES (R. N. T. W.), « Haematological studies in trypanosomiasis of cattle », *Vet. Rec.*, 1954, **66** (30): 423-34.
- FIENNES (R. N. T. W.), « The results of autopsies in trypanosome infected cattle », *Brit. vet. J.*, 1953, **109**: 511.
- FOLKERS (C.) et JONES-DAVIES (W. J.), « The incidence of trypanosomes in blood smears of cattle presented for trypanosomiasis treatment in Northern Nigeria », *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, 1966, **14** (4): 409-421.
- HENNING (M. W.), « Animal disease in South Africa ». South Africa, Central News Agency Ltd, 1949: 545.
- HORNBY (H. E.), « Report of the Proceedings of the Fifth Pan-African Veterinary Conference », Nairobi, April, 1923.
- HUDSON (J. R.), « Acute and subacute trypanosomiasis in cattle caused by *T. vivax* », *J. comp. Path. Therap.*, 1944, **54** (2): 108-19.
- JONES-DAVIES (W. J.), « The discovery of Berenil-resistant *Trypanosoma vivax* in Northern Nigeria », *Vet. Rec.*, 1967, **80** (17): 531-32.
- JOWETT (W.), « Further note on a cattle trypanosomiasis of portuguese East Africa », *J. comp. Path. Therap.*, 1911, **24** (1): 21-40.
- METTAM (R. W. M.), « Ann. Rep. Vet. Dept. T. for 1934 », Uganda Protectorate.
- METTAM (R. W. M.), « Ann. Rep. Vet. Dept. for 1938 », Nigeria, 1939, pp. 23-25.
- NYARKO (D.), « Report on the WHO training course on trypanosomiasis in Africa », Animal Health Division, Min. Agric. Kumasi, 1966.
- PARKIN (B. S.), « Symptomatology of trypanosomiasis in domestic animals », *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1935, **4** (2): 251-67.
- SCHALM (O. W.), « Veterinary hematology », Philadelphia, Lea and Febiger, 1961.
- STEWART (J. L.), « Treatment of trypanosomiasis by tartar emetic, Antimosan and Surfen C in the Gold Coast », *J. comp. Path. Therap.*, 1935, **48** (1): 316-18.
- STEWART (J. L.), « Reports Dept. Animal Health for years 1936, 1937 and 1938 ».
- STEWART (J. L.), « The west african shorthorn cattle. Their value to Africa as trypanosomiasis resistant animals », *Vet. Rec.*, 1951, **63** (27): 454-57.
- VOHRADSKY (F.), « Probleme der Fleischhygiene in Ghana », *Fleischwirtschaft*, 1968, **48** (10): 1350-54.
- VOHRADSKY (F.), « Annual Report, Agric. Res. Stn Nungua University of Ghana 1966/67 [Research Proj. 1968 (10)].

Utilisation du froid pour la stérilisation des viandes ladres à l'abattoir frigorifique de Fort-Lamy

par M. GRABER, M. TROUETTE et A. CHAILLOUX
(avec la collaboration technique de M^{mes} BRUNET et BROK)

RESUME

Les auteurs opéraient sur des carcasses d'animaux atteints de cysticercose, originaires des régions sahélo-soudaniennes du Tchad, d'un poids moyen de 187 kg pour les zébus et de 60 kg pour les porcs. Ils ont obtenu leur complète stérilisation en les entreposant, après réfrigération à + 5° C, à une température de — 15° C, pendant une durée de 54 heures pour les zébus et 35 heures pour les porcs.

Ils fixent ainsi les normes de stérilisation des carcasses ladres applicables en général dans la plupart des régions d'Afrique à élevage extensif.

INTRODUCTION

Il existe plusieurs façons d'assainir les viandes ladres : la chaleur, le salage, la mise en saumure, l'irradiation par les rayons X (PAWEL et JANICEK, 1963). Chacune a ses avantages et ses inconvénients : la chaleur altère les qualités organoleptiques de la viande, le salage et la saumure n'ont que des applications limitées et l'irradiation n'est guère entrée dans les mœurs, car la législation sanitaire d'un grand nombre de pays interdit, pour l'instant, la commercialisation des carcasses ainsi traitées.

Le froid est utilisé depuis le début du siècle. Si la réfrigération simple (de 0° C à + 4° C) est à proscrire (EUZEBY, 1966), la congélation, par contre, présente de gros avantages et ses modalités ont fait l'objet de très longues discussions (VILJOEN, 1937). Finalement, de

nombreux pays, dont la France (C.M. du 16 janvier 1964), ont adopté les normes suivantes : maintien des carcasses en frigorifique 10 jours à — 10° C. En Allemagne, certains auteurs mettent la viande préalablement réfrigérée à 0° C, 144 heures (BRAND, 1961) ou 134 heures (BARTELS et TANDLER, 1961) à — 10° C. La température à cœur doit rester à — 3° C durant 24 heures au moins.

C'est là une opération qui exige du temps et de vastes locaux.

Depuis quelques années, on s'est efforcé de rechercher d'autres procédés plus rapides. La congélation est à l'ordre du jour (LACROUTS, 1964) et a fait l'objet de plusieurs études (MONZINI et LANDI, 1954; BARTELS et TANDLER, 1961 et 1963; BIAGI et collab., 1965; MALHEIRO et collab., 1966). L'une d'entre elles concerne l'abattoir de Bangui (R.C.A.) où la viande ladre est soumise à une température de — 15° C à cœur durant 24 heures (LAURENT et DAMARY, 1964), avec plein succès, semble-t-il.

Cependant, les résultats varient selon les espèces, les régimes et les expérimentateurs et

(*) Article publié in : *Bull. Inst. int. Froid*, 1970, 50 (3) : 559-70.

Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. Laboratoire de Farcha, Fort-Lamy (République du Tchad). Abattoir Frigorifique de Farcha.

il faut bien reconnaître qu'il n'y a pas actuellement de technique standard pour stériliser les viandes parasitées (LACROUTS, 1964).

Aussi nous a-t-il paru intéressant de rechercher et de mettre au point une méthode adaptée aux conditions propres à la République du Tchad : c'est l'objet du présent travail qui a été réalisé en collaboration étroite entre la section d'Helminthologie du Laboratoire de Farcha et l'abattoir frigorifique de Fort-Lamy. Il est probable que les résultats de cette étude pourront trouver leur application dans d'autres pays africains où l'élevage bovin est pratiqué de la même façon avec des taux de cysticerose peu différents.

LA CYSTICERCOSE A L'ABATTOIR DE FORT-LAMY

L'abattoir de Fort-Lamy sacrifie, selon les années, de 35 à 57.000 zébus et de 1.000 à 1.400 porcs. La viande ainsi produite est destinée à l'exportation avion et à la consommation locale.

La cysticerose bovine à *Cysticercus bovis* et la cysticerose porcine à *Cysticercus cellulosae* sont également répandues, comme l'indique le tableau n° 1 qui concerne les zébus adultes et les porcs.

TABLEAU N° I
Pourcentage d'animaux trouvés porteurs de Cysticerques
à l'abattoir de Fort-Lamy.

Années	Zébus adultes	Porcs
1952-1959	0,4-0,6 p. 100	-
1960-1963	1,2-1,67 p. 100 (1961)	-
1964-1969	1,46 p. 100 (sur 210.654 têtes)	6,94 p.100 (sur 6.106 têtes)

Ces derniers sont peu nombreux (environ 6.000) au Tchad et élevés surtout dans les Préfectures du Sud (Mayo-Kebbi, Logone, Tandjilé et Moyen-Chari). L'apparition des premiers cas de cysticerose porcine semble avoir pour origine des achats effectués dans certaines zones de Mayo-Kebbi. Dans cette espèce, la ladrerie est souvent généralisée et justifie la saisie totale.

Quant à la cysticerose, elle est enzootique au Tchad. Une enquête précise faite au Laboratoire de Farcha et portant sur 4.015 têtes donne une moyenne nationale de 8,56 p. 100, avec de sérieux écarts selon les régions. L'Ouest et le Nord-Ouest du pays sont beaucoup moins touchés. Or, la source d'approvisionnement principale de l'abattoir est le Kanem où le taux d'infestation ne semble pas dépasser 4,9 p. 100 (GRABER, 1968).

La distorsion observée entre la moyenne nationale et la moyenne de l'abattoir peut également être expliquée (GRABER et THOME, 1964) :

— par le fait que plus du tiers des animaux abattus appartenaient à de grands nomades, Bororos notamment, dont le cheptel héberge 4 fois moins de cysticerques que le bétail sédentaire (GRABER et TABO, 1968);

— par les techniques d'inspection. Le parasitologue, au cours de ses enquêtes, est obligé de mettre l'animal suspect en menus morceaux. Certaines localisations profondes (Anconés, muscles de la cuisse), fréquentes en Afrique centrale (GRABER, 1959), apparaissent alors nettement. A l'abattoir, il n'est pas possible d'opérer de cette manière : outre l'opposition des bouchers, les demi-carcasses réfrigérées qui sont destinées à voyager par avion sur de longues distances doivent subir le minimum de manipulations et demeurer entières, ce qui exclut la « levée de l'épaule » et les incisions au niveau des muscles adducteurs de la cuisse : en milieu tropical, on risque, en effet, de provoquer des contaminations bactériennes sévères et rapides par développement de germes dans le suc musculaire exsudé. Il faut l'éviter à tout

prix, sinon la viande sera saisie à l'aérodrome d'arrivée.

Le nombre de cysticerques rencontrés à l'inspection est variable. A la coupe, sont décelées, en général, une ou deux vésicules, souvent calcifiées ou en cours de calcification et localisées à la langue. Dans ce cas, s'il n'y a pas d'autres parasites dans les muscles, l'abat seul est saisi et la viande remise en circulation. La cysticercose généralisée (tableau n° 2) est rare et ne donne pas lieu à stérilisation : l'animal atteint est brûlé à l'incinérateur ou transformé en poudre. L'assainissement ne touche donc que

des zébus moyennement parasités (de 5 à 20 cysticerques), soit environ 0,19 p. 100 des 245.117 bêtes tuées de 1963 à 1969. Selon les années et les saisons, leur nombre est sujet à d'amples fluctuations (tableau n° 3). Le maximum atteint a été de 41 en octobre 1968.

Il est bon de préciser qu'avant l'emploi du froid, les carcasses ladres étaient traitées par la chaleur et soumises à une cuisson prolongée, ce qui diminuait la valeur de la viande et posait un problème d'écoulement sur les marchés locaux.

TABLEAU N°II

Cysticercose bovine. Nombre de bêtes saisies totalement et nombre de bêtes assainies

Années	Cysticercose généralisée (saisies totales)	Cysticercose moyenne (assainissement)	Nombre d'animaux abattus
1963	13	60	34.463
1964	8	86	37.056
1965	22	66	38.111
1966	24	74	36.143
1967	8	67	42.560
1968	11	116	56.784
Total	86, soit 0,03 p.100	469, soit 0,19 p. 100	245.117

TABLEAU N°III

Nombre de zébus adultes ladres assainis à l'abattoir de Fort-Lamy de 1963 à 1966.

M o i s	A n n é e s					
	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Janvier	5	6	9	4	6	6
Février	4	3	5	4	8	0
Mars	4	6	4	7	6	2
Avril	-	2	6	8	3	1
Mai	1	1	1	6	7	3
Juin	4	1	4	2	14	2
Juillet	7	12	3	12	1	7
Août	11	10	4	6	7	4
Septembre	8	6	6	2	8	20
Octobre	9	13	11	4	2	41
Novembre	7	16	7	12	3	16
Décembre	-	10	6	7	2	13
Total	60	86	66	74	67	116

MATERIEL ET METHODE

1. Les animaux

Au total, 45 porcs et 23 zébus Arabes ou Bororos ladres ont été utilisés, dont 17 porcs et 9 zébus pour les essais proprement dits.

Ils étaient tous atteints de cysticerose massive généralisée et normalement justiciables d'une saisie totale suivie d'une destruction à l'incinérateur.

Les poids variaient entre 48 et 75 kg pour les porcs (en moyenne 60,750 kg) et entre 117 et 250 kg pour les bœufs (en moyenne 186,5 kg).

Dans l'ensemble, il s'agissait de carcasses en excellent état et dont la graisse de couverture était très abondante.

2. L'installation

Compte tenu de ce qui a été dit plus haut, il était nécessaire d'avoir à sa disposition un tunnel ⁽¹⁾ de congélation adapté au volume moyen de viande à stériliser et permettant de faire face à toutes les situations, notamment à celle créée, certains mois, par l'existence d'un nombre anormalement élevé d'animaux ladres.

Il a été obtenu par transformation d'un local, servant précédemment à la réfrigération, dont le plafond a été abaissé : la hauteur est de 2,20 m. Un sas a été construit. L'isolement thermique est réalisé au moyen de Frigolit sous une épaisseur de 18 cm. Le volume total est de 15 m³ et permet d'entreposer :

- 15 porcs de 50 kg, soit 750 kg;
- 4 bœufs de 185 kg, soit 740 kg.

Le tunnel de congélation a reçu l'équipement suivant :

- Un groupe frigorifique Satam-Nevé de 7.900 frigories/heures à 600 tours-minutes.
- Un moteur électrique Drouard 5 CV triphasé 220/380.
- Un évaporateur.
- Deux ventilateurs.
- Un détendeur.
- Des appareils de contrôle H.P.B.P.

Les premiers essais ont été entrepris à partir de viandes chaudes, tout au moins pour les porcs. Techniquement, ce procédé est fortement déconseillé, sinon interdit, car la viande, après décongélation, est humide, mouillée et grise. Dans le cas présent, cette technique n'a été utilisée que dans un but purement expérimental (étude du comportement et de la survie des cysticerques *in situ*).

3. Technique

Les animaux ladres sont retirés de la circulation et numérotés. On prélève en différents points (en surface et en profondeur) le plus grand nombre possible de cysticerques et on s'assure de leur vitalité. De nombreuses méthodes ont été décrites (VILJOEN, 1937). La plus simple consiste à placer les vésicules, préalablement ouvertes, dans de la bile de bœuf ou de porc selon l'espèce en cause, bile maintenue à la température de 39° C dans une étuve adéquate. Le cysticerque vivant s'évagine au bout d'un temps variable et présente des mouvements facilement décelables à la loupe. Les observations, faites de 5 heures en 5 heures, durent 24 heures au minimum. Cette méthode, facile à mettre en œuvre, donne au Laboratoire de Farcha toute satisfaction depuis 15 ans.

Après congélation, la même opération est répétée sur les cysticerques de surface et de profondeur (surtout au niveau de la cuisse). Dans l'un et l'autre cas, le nombre de Cestodes larvaires testés est supérieur à 10.

L'appréciation de la température « à cœur » se fait à l'aide d'une sonde placée dans les masses musculaires les plus profondes (le globe) au contact de l'os — la courbe thermique est enregistrée automatiquement sur un tambour placé à l'extérieur du tunnel.

RESULTATS

1. Résultats expérimentaux

Les quartiers ⁽²⁾ sont pendus dans la pièce maintenue à — 14° C. La courbe obtenue a l'allure indiquée au graphique n° 1. Après un temps variable, selon qu'il s'agit de viandes réfrigérées ou de viandes chaudes, on atteint un palier qui, dans les conditions de l'expé-

(1) Il s'agit d'un procédé de congélation semi-rapide.

(2) Bœuf seulement, les porcs sont entiers.

Graphique n°1 : Courbes de congélation - ambiance -14° C

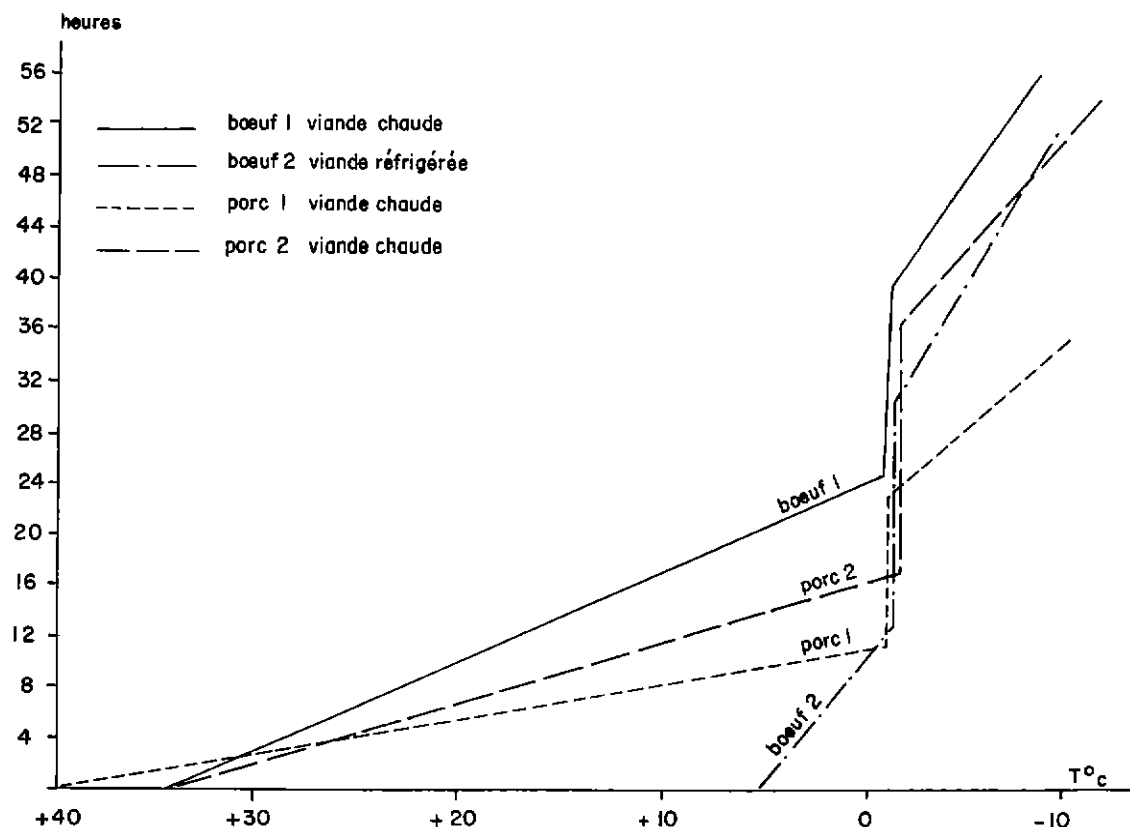


TABLEAU N° IV

Stérilisation de viandes ladres de zébus. Résultats expérimentaux.

Zébu n°	1	2	3	4	6	8	12	9	13
Température initiale*	+ 8°	+ 3°	+ 9°	+ 4°	+ 5°	+ 2°	+ 5°	+ 34°	+ 8°
Ambiance	- 18°	- 16°	- 14°	- 14°	- 14°	- 14°	- 14°	- 14°	- 14°
Temps mis pour atteindre - 1,5° C	14 h	35 h	24 h	22 h	12 h	12 h	12 h 30	24 h	
Durée du palier de congélation	19 h	19 h	13 h	15 h	18 h	19 h	15 h	15 h	
Température finale *	- 16°	- 14°	- 12°	- 12°	- 10°	- 8°	- 5°	- 8°	- 7°
Temps mis pour l'obtenir	35 h	17 h	21 h	19 h	22 h	17 h	17 h	15 h	
Durée totale de l'opération	68 h	71 h	58 h	56 h	52 h	48 h	44 h 30	54 h	50 h 30
Survie des cysticerques	tous morts	tous morts	tous morts	tous morts	tous morts	tous morts	vivants 4,6 p.100	tous morts	vivants 3,5 p.100
Poids (en kg)	220	150	205	130	148	196	188		158

* Température à coeur en degrés centigrades.

TABLEAU N° V
Stérilisation de porcs ladres. Résultats expérimentaux.

Porc n°	Ambiance -14°C							Ambiance -15°C					
	1-2-3	5	7	10	11-12-13	14	15	1	2	3	4	5	6
Température initiale *	36°	34°	39°	3°	36°	34°	34°	36°	34°	38°	36°	34°	35°
Temps mis pour atteindre -1,5°C	23 h	17 h	11 h	6 h	23 h	-	-	-	-	-	-	-	-
Durée du palier de congélation	12 h	20 h	11 h	10 h	12 h	-	-	-	-	-	-	-	-
Température finale *	-4°	-12°	-10°	-6°	-4°	-8°	-8°	-	-	-	-	-	-
Temps mis pour l'obtenir	14 h	17 h	12 h	12 h	14 h	-	-	-	-	-	-	-	-
Durée totale de l'opération	49 h	54 h	34 h	28 h	49 h	33 h 30	38 h	30 h	30 h	30 h	30 h	30 h	30 h
Survie des cysticerques	vivants 17p.100	tous morts	tous morts	tous morts	vivants 13p.100	vivants 26p.100	tous morts	tous morts	tous morts	tous morts	vivants 30p.100	tous morts	tous morts
Poids (en kg)	58 (moy.)	62	48	58	-	64	59	61	67	64	72	61	60

* Température à coeur en degrés centigrades

rience, est de $-1,5^{\circ}\text{C}$ à cœur. Durant quelques heures, cette température ne subit pas de modifications : c'est le palier de congélation qui est suivi d'un refroidissement accéléré. On arrête l'expérience quand la température à cœur atteint le degré voulu.

Après contrôle de la survie des cysticerques, on calcule la durée totale de l'expérience.

Les résultats figurent aux tableaux 5 et 6.

1.1. Chez le zébu, il reste encore des cysticerques vivants en petit nombre à -5° , -7°C à cœur. A partir de -8°C , la stérilisation est totale, ce qui correspond, dans les conditions propres à l'expérience et pour des carcasses réfrigérées, entre $+4^{\circ}$ -5°C à 54 heures d'entreposage dans une ambiance de -14°C .

Cependant, il faut tenir compte de plusieurs facteurs qui risquent de fausser les résultats :

— le poids des carcasses et leur conformation qui ne sont pas les mêmes, selon que l'on

s'adresse à des zébus arabes ou à des zébus bororos plus lourds et mieux conformés;

— l'état d'engraissement. La conductibilité de la graisse est inférieure d'environ 35 p. 100 à celle du muscle (KALLER, 1931). Comme nous avons en général opéré sur des carcasses dont la graisse de couverture était abondante, la durée d'entreposage dans le tunnel de congélation à -14°C (après réfrigération) pourra être diminuée de 3 p. 100 environ, lorsqu'il s'agira de traiter des carcasses maigres.

Pour plus de sécurité, pour un même temps d'exposition, la température a été abaissée de -1°C ; les normes retenues pour le zébu sont alors de 54 heures à -15°C .

1.2. Chez le porc, dont le poids moyen s'établit autour de 58 kg, les résultats sont irréguliers entre -4°C et -8°C à cœur. En viande chaude ⁽³⁾, il faut, entre -8°C et

⁽³⁾ En général, les carcasses de porc sont réfrigérées à $+1^{\circ}\text{C}$ et même à 0°C .

TABLEAU N°VI

Applications pratiques chez le porc.

Stérilisation après entreposage durant 35 heures dans une ambiance de -15°C .

P o r c n°	P o i d s (en kg)	Pourcentage de cysticerques vivants avant stérilisation	Pourcentage de cysticerques encore vivants après stérilisation	
			Profonds	Superficiels
1	50	100 p. 100	0	0
2	50	66 "	0	0
3	57	93 "	0	0
4	53	80 "	0	0
5	56	100 "	0	0
6	62	90 "	0	0
7	61	90 "	0	0
8	64	75 "	0	0
9	65	80 "	0	0
10	58	28 "	0	0
11	55	85 "	0	0
12	62	85 "	0	0
13	62	75 "	0	0
14	66	60 "	0	0
15	57	55 "	0	0
16	69	44 "	0	0
17	66	40 "	0	0
18	60	25 "	0	0
19	61	87 "	0	0
20	60	52 "	0	0
21	61	50 "	0	0
22	59	47 "	0	0
23	67	92 "	0	0
24	64	90 "	0	0
25	64	100 "	0	0
26	60	87 "	0	0
27	64	94 "	0	0
28	52	87 "	1 *	0
Moyennes	60,1	78 " (313 sur 397)	0,38p.100 (1 sur 257)	0 (0 sur 224)

* S'évagine, mais meurt quelques minutes plus tard.

TABLEAU N°VII

Applications pratiques chez le zébu.
Stérilisation après entreposage durant 54 heures dans une ambiance de -15°C.

Z é b u n°	P o i d s (en kg)	Pourcentage de cysticerques vivants avant stérilisation	Pourcentage de cysticerques encore vivants après stérilisation	
			Profonds	Superficiels
1	150	84 p. 100	0	-
2	170	88 "	0	0
3	214	100 "	0	0
4	228	93 "	0	0
5	117	100 "	0	-
6	-	60 "	0	-
7	195	80 "	-	-
8	190	66 "	0	-
9	250	88 "	0	0
10	-	100 "	0	0
11	215	100 "	0	-
12	150	100 "	0	-
13	180	86 "	0	-
14	188	100 "	0	-
Moyennes	187,2	87,9 (212 sur 241)	0 (0 sur 161)	0 (0 sur 51)

— 10° C, plus de 34 heures. Par ailleurs, d'autres essais, réalisés sur 6 animaux, ont montré qu'à — 15° C durant 30 heures, les porcs ne sont pas tous assainis (5 sur 6).

En définitive, il a été décidé de conserver l'ambiance de — 15° C et de laisser au moins 35 heures les porcs lades dans le tunnel de congélation.

2. Applications pratiques

Les résultats expérimentaux ont été vérifiés sur 28 porcs et 14 zébus massivement infestés (tableaux 6 et 7).

L'entreposage, dans une ambiance de — 15° C, des carcasses de zébus durant 54 heures et des carcasses de porcs durant 35 heures assure pratiquement la destruction de tous les cysticerques : un seul d'entre eux, prélevé en profondeur chez un porc, s'est évaginé dans la bile à 39° C, mais il n'a survécu que quelques minutes.

Ce système, en vigueur depuis 1966 à l'abattoir de Fort-Lamy, a donné jusqu'à présent toute satisfaction.

Dans les régions d'Afrique à élevage extensif, les avantages de la méthode sont évidents. La vitesse de rotation des carcasses à assainir se trouve accélérée et il n'est plus nécessaire de prévoir des installations importantes et oné-

reuses. Il suffit d'adapter le volume de la chambre de congélation au nombre d'animaux lades susceptibles d'être stérilisés dans l'année, en tenant compte du fait qu'il est théoriquement possible d'effectuer, chez le bœuf, de 9 à 10 opérations de congélation dans le mois, contre 3 à 5 par les procédés habituels.

Les différences observées, tant en ce qui concerne les températures que les délais nécessaires pour les obtenir, sont certainement imputables au fait que les carcasses de ces divers animaux étaient sensiblement différentes tant en matière de poids, de volume, que d'état d'engraissement.

LES COÛTS

Les coûts d'assainissement d'un kilogramme de viande ont été calculés en fonction du tonnage stérilisé, c'est-à-dire, pour l'année 1968 :

- 116 bœufs à 150 kilogrammes de moyenne, soit 17.400 kilogrammes.
- 109 porcs à 50 kilogrammes, soit 5.450 kilogrammes.

Trois postes de frais doivent être pris en considération :

1. Premier poste :

Entretien et amortissement

1.1. L'installation

Installation frigorifique	740.000 F CFA
Génie civil	240.000 F CFA
Matériel de manutention	92.000 F CFA
Total	1.072.000 F CFA

1.2. Frais annuels

Entretien 2 p. 100	21.440 F CFA
Frigorifique 10 p. 100	74.000 F CFA
Génie civil 5 p. 100	12.000 F CFA
Manutention 10 p. 100	5.200 F CFA
Total	116.640 F CFA

1.3. Par kilogramme de viande

Porcs :

$$\frac{116.640 \times 5.450}{22.950} = \frac{27.698}{5.450} = 5,08 \text{ F CFA}$$

Bœufs :

$$\frac{116.640 \times 17.400}{22.950} = \frac{88.942}{17.400} = 5,11 \text{ F CFA}$$

2. Deuxième poste : *Personnel*

2.1. Globalement

Deux manœuvres à 200 F CFA par jour durant 365 jours :

$$200 \times 2 \times 365 = 146.000 \text{ F CFA}$$

2.2. Par kilogramme de viande

Porcs :

$$\frac{146.000 \times 5.450}{22.950} = \frac{34.671}{5.450} = 6,36 \text{ F CFA}$$

Bœufs :

$$\frac{146.000 \times 17.400}{22.950} = \frac{111.329}{17.400} = 6,39 \text{ F CFA}$$

3. Troisième poste : *Energie*

3.1. Frais globaux

Puissance installée :

— 1 moteur électrique 5 ch,

— 1 ventilateur 1 ch,

soit $6 \times 0,75 = 4,5 \text{ kVA}$.

L'installation électrique fonctionnant en automaticité, on peut estimer la consommation d'énergie à la moitié de ce qu'elle devrait être normalement :

Prix kV à Fort-Lamy : 22 F CFA,

$$\text{soit par heure } \frac{4,5 \times 22}{2} = 50 \text{ F CFA}$$

3.2. Par kilogramme de viande

$$\text{Porc : } \frac{50 \times 35}{750} = 2,33 \text{ F CFA}$$

$$\text{Bœuf : } \frac{50 \times 54}{750} = 3,60 \text{ F CFA}$$

4. Si l'on additionne les chiffres figurant aux trois postes, un kilogramme de viande assainie revient à :

Porc :

$$2,33 + 6,36 + 5,08 = 13,77 \text{ F CFA}$$

Bœuf :

$$3,60 + 6,35 + 5,11 = 15,10 \text{ F CFA}$$

Pour mémoire, le prix moyen d'achat d'un kilogramme de carcasse est à Fort-Lamy de :

Porc : 200 F CFA

Bœuf : 50 à 60 F CFA

Pour éviter de trop pénaliser les viandes parasitées (le prix de la carcasse de bœuf serait augmenté de 2.265 F CFA et celui de la carcasse de porc de 688,5 F CFA), il serait souhaitable d'instaurer une taxe qui frapperait toutes les viandes, comme cela est d'ailleurs pratiqué à l'abattoir de Bangui. Pour 1968, compte tenu du fait qu'il a été tué 56.784 bœufs et 1.374 porcs, cette taxe aurait représenté :

$$\text{Bœuf : } \frac{2.265 \times 116}{56.784} = 4,62 \text{ F CFA par tête}$$

$$\text{Porc : } \frac{688,5 \times 109}{1.374} = 54,61 \text{ F CFA par tête}$$

ce qui est en définitive fort peu.

CONCLUSIONS

Des essais de stérilisation de viandes lades ont été effectués à Fort-Lamy sur 45 porcs et 23 zébus originaires des zones sahélo-soudanaises de la République du Tchad.

Les carcasses de zébus (187 kg en moyenne), préalablement réfrigérées, et celles de porcs (60 kg en moyenne) sont entreposées 54 heures dans le premier cas et 35 heures dans le second à la température de -15°C .

Cette technique permet d'accélérer la vitesse de rotation des viandes dans le tunnel de congélation dont la capacité, par rapport aux installations conçues en fonction des normes habituelles (— 10° C pendant 6 ou 10 jours) pourra être réduite, ce qui rend l'investissement de base moins onéreux.

Cependant, dans le cas d'un abattoir où l'installation ne fonctionne que quelques mois dans l'année en raison du faible nombre de carcasses à stériliser, les frais inhérents à cette opération finissent par être élevés. Ils devraient être couverts par une taxe frappant l'ensemble des animaux abattus.

SUMMARY

Use of refrigeration for the sterilisation of measly meat at Fort-Lamy slaughter-house

The authors worked on animal carcasses infected by cysticercosis, the livestock having originated from the Sahelo-Soudanian areas of Chad; the specimens examined were 187 kg zebu and 60 kg pig carcasses. It was found that complete sterilisation could be obtained by precooling at 5° C and storing at — 15° C, zebu carcasses being stored for a period of 54 hrs and pig carcasses for 35 hrs.

These tests have provided sterilisation standards, for infected carcasses, which can be applied to the greater part of regions in Africa where extensive breeding is carried out.

RESUMEN

Utilización del frío para la esterilización de carnes cisticercosas en el matadero frigorífico de Fort-Lamy

Los autores efectuaron sus estudios sobre canales de animales atacados por cisticercosis, originarios de las regiones sahelio-sudanesas de Chad, teniendo los cebues un peso medio de 187 kg y los cerdos de 60 kg. Obtuvieron su completa esterilización almacenándolas, después de refrigeración a + 5° C, a una temperatura de — 15° C, durante 54 horas en lo concerniente a los cebues y 35 horas los cerdos.

Así determinan las normas de esterilización de las canales generalmente aplicables en la mayor parte de las regiones de Africa con ganadería extensiva.

BIBLIOGRAPHIE

- BIACI (F.), VELEZ (G.) et GUTIERREZ (M. L.), « Destrucción de los cisticercos en la carne de cerdo parasitada », *Boln. Sanit. Pan. AM.*, 1965, **58** (4): 303-07.
- BARTELS (H.) et TÄNDLER (K.), « Einige ergebnisse neuer untersuchungen über rinderfinnen », *Fleischwirtschaft*, 1961, **13**: 904-13.
- BARTELS (H.), TÄNDLER (K.), « Die gefrierbehandlung Schachfänniger rinderbei — 35° C », *Fleischwirtschaft*, 1963, **15**: 87.
- BRAND (G.), « Vorschriften für die Fleischschau », Köln, Deutsch. Gernsindeverlag GMBH, 1961, 116 p.
- CLAREMBURG (A.), « Onderzoekingen over de levensvatbaarheid van *Cysticercus inermis* », *Tijdschr. Diergeneesk.*, 1932, **59** (1): 1-18.
- EUZEBY (J.), « Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. T. II. Maladies dues aux plathelminthes. Fasc. I. Cestodoses », Paris, Vigot frères, 1966, pp. 459-60.
- GINSBERG (A.) et collab., « Bovine cysticercosis with particular reference to east Africa », *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, 1956, **4** (1-2): 27-39.
- GRABER (M.), « La cysticercose bovine. Son importance dans les zones sahéliennes d'élevage de la République du Tchad », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1959, **12** (2): 121-48.
- GRABER (M.) et THOME (M.), « La cysticercose bovine en République du Tchad », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **7** (3): 441-66.
- GRABER (M.) et TABO (R.), « La cysticercose en milieu sédentaire et en milieu nomade », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (1): 79-83.
- GRABER (M.), « Helminthes et helminthiases. Bilan d'activité », *Rapp.* 1967, Lab. Farcha, t. III, 1968, pp. 70-4.
- KALLERT, « Het afsterven der runderfinnen bij het bevriezen van het vleesch », *Z. Fl. Milchhyg.*, 1931, **41** (15): 319-20.
- LACROUTS (M.), « Contribution à l'étude des améliorations que l'on doit attendre de l'utilisation du

- froid dans la commercialisation de la viande et du bétail dans les pays tropicaux », Coll. Int. Abidjan, *Bull. I.I.F.*, Annexe 1964 (3) : 103-16.
- LANDI (A.) et MONZINI (A.), « Osservazioni sul comportamento e sulla vitalità del *Cysticercus cellulosae* alle basse temperature », *Clinica Vet. Milano*, 1954, **77** (9) : 264-8.
- LAURENT (C.) et DEMARY (L.), « L'abattoir frigorifique de Bangui », Coll. Int. Abidjan, 1964, *Bull. I.I.F.*, Annexe 1964 (3) : 117-23.
- LEINATI (L.) et collab., « La elmintiasi dele uomo da alimenti di origine animale », *Clinica Vet. Milano*, 1963, 861 : 173-217, 242-57 et 356-404.
- MALHEIRO (D.M.) et Collab., « Observações acerca da vitalidade do *Cysticercus cellulosae* quando submetido a baixas temperaturas », *Archos. Inst. Biol. S. Paulo*, 1966, **33** (4) : 137-48.
- MONZINI (A.) et LANDI (A.), « Osservazioni sul comportamento e sulla vitalità del *Cysticercus bovis* e del *Cysticercus cellulosae* alle basse temperature », Atti III Congr. Naz. Freddo, 1954, 421-7.
- NIEDERCHE (H.), « Stündiges einfrioren Schwachfiniger Rinder im Schnell Stühlraum bei — 16° C », *Schlacht - u. Viehhof - Zeit.*, 1964, **64** : 151.
- PAWEL (O.) et JANICEK (J.), « Moznote upravy uhrivého masa ionizyjicim zarenim », *Vet. Med. Prague*, 1963, **36** (2) : 111-20.
- Rapports Annuels de l'abattoir de Farcha. Statistiques 1963 à 1967.
- VILJOEN (N.F.), « Cysticercosis in swine and bovines, with special reference to South Africa conditions », *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1937, **9** (2) : 337-570.

Marquage des glossines par des poudres fluorescentes

par R. TIBAYRENC, J. ITARD et D. CUISANCE (*)

RESUME

Dans le but d'étudier, sur le terrain, les lieux de repos nocturnes des glossines, les auteurs ont expérimenté, au laboratoire, l'utilisation pratique d'une méthode de marquage par poudres fluorescentes, non traumatisante pour l'insecte.

Les glossines qui, au moment de l'éclosion, traversent une fine couche de poudre fluorescente, sont décelables, pendant plusieurs semaines, au moyen d'une lampe portative à ultraviolet. Le sac ptilinal, qui conserve, après son invagination, les grains de colorants, permet, après dissection de la tête, de repérer l'insecte jusqu'à la fin de sa vie.

I. INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, le marquage des insectes par des substances fluorescentes connaît une grande vogue. Selon l'insecte ou la manière dont la substance fluorescente est appliquée, ces techniques se prêtent à des études écologiques, soit de dispersion (méthode de lâchers-recaptures), soit d'écologie fine (presque d'éthologie), permettant, principalement la nuit, de repérer les sujets marqués et d'observer leur comportement.

Le principe en est simple : l'insecte est, soit poudré à l'aide de poudres fluorescentes, soit revêtu d'une goutte de peinture possédant les mêmes qualités (1).

Le marquage des Glossines à l'aide de substances fluorescentes sera en particulier utilisé pour l'étude des gîtes de repos nocturnes (resting-sites des Anglo-Saxons). La connaissance parfaite du comportement nocturne des

tsé-tsé revêt en effet un grand intérêt dans l'optique d'une lutte insecticide par épandage sélectif, discriminatoire, qui, tout en économisant le produit employé, diminue les risques de contamination globale du milieu environnant.

La mise en application pratique d'une méthode simple de marquage des glossines nécessitait une étude des conditions d'utilisation de ces substances fluorescentes. Cette étude a été effectuée au laboratoire d'Entomologie de l'I.E.M.V.T. de Maisons-Alfort. Les résultats en sont exposés ici.

II. METHODES DE POUDRAGE

a) Les poudres fluorescentes

Il existe plusieurs marques de poudres fluorescentes. Toutes sont à base de sels de zinc. La principale source de fabrication est américaine, dont les deux marques principales sont Ultra-Violet Products, et Switzer Brothers inc. Pour nos essais de poudrage, nous avons utilisé les poudres Switzer Brothers, distribuées en France par Valentine S.A. ou par la S.F.S. (Société Française de Sérigraphie). Ces sociétés

(1) La fluorescence est la propriété, possédée par certains produits, d'émettre un rayonnement lumineux de forte intensité sous l'influence d'une lumière excitatrice. Cette émission cesse lorsque l'excitation n'a plus lieu. On différencie en cela la fluorescence de la phosphorescence. La principale source d'excitation utilisée est la lumière noire (ultraviolets de grande longueur d'onde, environ 3.600 Å).

(*) Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Laboratoire d'Entomologie.

ne commercialisent pas les poudres telles quelles, mais les vendent incorporées à des pâtes ou à des vernis destinés à la publicité ou à la signalisation lumineuse. Nous avons pu cependant disposer de quantités assez importantes de quatre coloris = Bow yellow (jaune arc), Fire orange (orange feu), Rocket red (rouge fusée), Signal green (vert signal).

Ces produits se présentent sous forme de poudres extrêmement fines et pulvérulentes (dimension maximale moyenne des particules : 4 μ). Leur couleur est très vive, même à la lumière du jour ordinaire, et augmente d'intensité, acquérant une grande brillance, sous l'influence excitatrice des U.V. de grande longueur d'onde (lumière noire ou lumière de Wood, de 3.600 Å).

b) Technique de poudrage des adultes

D'essais antérieurs effectués par l'un de nous (D.C.), il ressortait que les poudres avaient une action toxique sur les Glossines si elles étaient utilisées en trop fortes quantités.

En conséquence, le poudrage a été effectué de la façon suivante :

Les mouches endormies (par le froid ou le CO₂) sont déposées dans un récipient en résine synthétique transparente, d'un modèle courant du commerce (destiné à contenir sucre, café, etc.) dont le couvercle comporte une petite trappe. Par cette ouverture, on poudre à l'aide d'un flacon poudreur classique (conditionnement fréquent de poudres pharmaceutiques, sulfamides, talc...). On roule doucement les mouches dans la poudre, en envoyant un ou plusieurs nuages supplémentaires, jusqu'à ce que toutes soient intégralement recouvertes. Ainsi, tous les individus sont complètement poudrés, avec une quantité juste suffisante, puisqu'il ne subsiste pratiquement pas de poudre dans le récipient lui-même.

Les Glossines sont alors replacées dans leur cage (s'il s'agit d'un lot de 20 ou 25) ou dans une grande cage à grosses mailles (quand 100 sujets ou plus ont subi le traitement).

Une fois éveillé, l'insecte cherche à enlever le colorant en pratiquant des mouvements de toilette répétés, se frottant les pattes l'une sur l'autre, sur les ailes, sur le corps.

La poudre qui en tombe salit le tulle des cages, aussi est-il nécessaire de les transférer

dans une cage propre 24 heures après. On évite par la même occasion une éventuelle action toxique du surplus de poudre.

Dans une première série d'essais, des mâles de différentes espèces ont été poudrés, pour observer la localisation des poudres sur le tégument et apprécier la durée pratique du marquage.

La toxicité des quatre poudres a été ensuite testée sur les deux sexes de trois espèces : *Glossina tachinoides*, *Glossina austeni* et *Glossina morsitans*. On a constitué, pour ce faire, 24 lots comportant chacun une vingtaine d'individus.

c) Technique de poudrage des Glossines à l'éclosion

Le simple mélange des pupes et de la poudre destinée au marquage n'est pas une méthode satisfaisante, car beaucoup de mouches à l'émergence restent dans le colorant sans pouvoir en sortir, le produit adhérent sur tout le corps et les empêchant de prendre leur envol normal. En corollaire survient une très forte mortalité les cinq jours suivants.

Pour éviter cet inconvénient, les pupes prêtes à éclore ont été enfouies dans du sable, à un demi-centimètre de profondeur et la surface du sable recouverte d'une fine couche de poudre fluorescente. Ainsi ce n'est qu'en traversant cette couche que les mouches se recouvrent de poudre, pendant un temps assez bref.

Les mouches, une fois leurs ailes dépliées et leurs téguments durcis et foncés, sont transférées de leur cage d'éclosion dans une cage définitive.

III. LAMPES A RAYONNEMENT ULTRAVIOLET

Deux sortes de lampes sont nécessaires pour cette étude :

1. une lampe simple, si possible peu coûteuse, destinée à éclairer en lumière noire les Glossines examinées à la loupe binoculaire;
2. une lampe portative projetant des U.V. de grande longueur d'onde à une distance d'au moins deux ou trois mètres, pour une utilisation sur le terrain en brousse.

a) Lampe d'examen détaillé des *Glossines* marquées

En général, toutes les lampes à lumière de Wood sont assez coûteuses, car un appareillage d'alimentation particulier doit être interposé entre l'ampoule et la source de courant.

MAZDA a récemment conçu une petite ampoule (TF WN 6), peu commercialisée pour l'instant, d'une puissance de 4 watts, qui se branche directement sur le 220 volt. Son coût est minime (entre 30 et 40 francs).

On obtient une lampe très simple à l'aide d'une douille à vis, d'un morceau de tôle brillante servant de réflecteur et d'un support réglable de paille de laboratoire.

b) Lampe portable de brousse

La firme Ultra-violet Products inc., représentée en France par les Etablissements VILBERT LOURMAT, propose un certain nombre de lampes U.V. fixes et portatives. Les lampes portatives sont très utilisées en minéralogie pour les prospections.

Parmi les différents modèles portatifs (lampe UVL 21 avec ensemble portatif G 203 à piles; lampe M 16 à accus rechargeables; lampe ML 44), le modèle ML 44 a été retenu. Il possède les caractéristiques suivantes :

- induction d'une fluorescence à des distances plus grandes que les appareils plus anciens du même type (4 m environ),
- batterie (à jeter) d'une durée de 10 heures, incorporée dans l'appareil,
- poignée de manutention peu fatigante pour l'opérateur;
- poids : approximativement 3 kg, batterie comprise,
- finition très soignée.

Son prix en France est d'environ 800 F.

IV. RESULTATS

a) Poudrage des adultes

1. Localisation de la poudre sur le tégument

— Durée du marquage

Si tout l'insecte est recouvert de poudre juste après l'opération de poudrage, seuls le thorax et, dans une certaine mesure, la tête (pointe

du V de la suture ptilinale, pourtour du scape) restent marqués après 24 heures.

Après quarante-cinq jours, les *Glossines* poudrées ont été sacrifiées et les dépôts de poudre notés systématiquement.

On note la localisation du colorant principalement aux endroits suivants :

— sur la face dorsale : seul le sillon prescutellaire est très bien marqué; quelques traces subsistent en arrière de la tête, sur le pronotum, et à la base de l'aile;

— sur les faces latérales : le pourtour de la bulla infra alaire et de la zone d'insertion de l'aile sont bien colorés. Il semble que les soies mésopleurales et ptéroleurales maintiennent le colorant et empêchent sa disparition en le protégeant; la région du stigmathe prothoracique et les parties supérieures des coxae retiennent également bien ces substances;

— sur la face ventrale : la poudre, protégée par les saillies des coxae, reste fixée entre celles-ci, permettant de distinguer nettement l'insecte marqué.

2. Toxicité des poudres fluorescentes à l'égard des *Glossines*

Les lots de *Glossines* (20 individus) une fois constitués n'ont pas été utilisés immédiatement. Formés à partir de mouches nouvellement écloses, il nous a paru plus rigoureux, pour l'interprétation future des résultats, d'attendre quelques jours avant le poudrage; la mortalité inévitable après l'éclosion ayant éliminé alors les individus fragiles, les lots, bien que parfois inférieurs à 20 individus, étaient par contre bien homogènes.

Les résultats sont consignés dans le tableau I. Ils sont interprétables de la manière suivante :

— pas de différence significative de toxicité entre les quatre poudres pour chaque espèce et chaque sexe;

— pour une même poudre, pas de susceptibilité particulière d'une espèce ou d'un sexe. La mortalité plus forte chez *Glossina tachinoides* est normale, et constatée également dans les conditions de l'élevage de routine.

La coloration de la poudre n'a pas d'influence sur la longévité, quel que soit l'espèce ou le sexe de la *Glossine* marquée.

TABLEAU N° I
 Résultats des essais de toxicité des poudres fluorescentes. Nombre de survivants
 dans les 12 jours suivant le poudrage.

Jours	Fire orange				Rocket red				Bow yellow				Signal green						
	<i>G. morretans</i>		<i>G. austeni</i>		<i>G. tachinoïdes</i>		<i>G. morretans</i>		<i>G. austeni</i>		<i>G. tachinoïdes</i>		<i>G. morretans</i>		<i>G. austeni</i>		<i>G. tachinoïdes</i>		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
0	20	20	20	19	17	18	19	19	19	20	16	19	20	18	20	20	20	19	19
1	20	19	19	19	17	18	19	18	19	20	16	19	20	18	20	17	20	18	17
2	20	19	19	19	17	18	19	18	19	20	16	19	20	18	20	16	20	18	17
3	20	19	19	19	17	18	19	18	19	19	16	19	20	18	20	16	20	18	17
4	20	19	19	19	17	18	19	18	19	19	16	19	20	18	20	16	20	18	17
5	19	19	19	19	17	18	19	18	19	19	15	19	20	18	20	14	20	18	17
6	19	19	19	19	17	18	19	18	19	19	15	19	20	18	20	14	20	18	17
7	19	19	19	19	17	18	19	18	19	19	15	19	20	18	20	14	20	19	18
8	19	19	19	19	17	18	19	18	19	19	15	19	20	18	20	14	20	19	18
9	19	19	19	19	17	17	19	18	19	19	13	18	20	18	20	14	20	19	18
10	19	19	19	19	17	17	19	18	19	19	13	18	20	18	20	14	20	19	18
11	19	19	19	19	16	17	19	18	19	18	13	18	20	18	20	14	20	19	18
12	19	18	19	19	16	17	18	18	19	18	13	18	20	18	20	14	20	19	18

b) Poudrage des Glossines à l'éclosion

Il n'est pas inutile de rappeler que les Glossines, comme tous les Diptères Cyclorhaphes Schizophores, provoquent à l'éclosion une rupture circulaire de l'extrémité proximale du puparium à l'aide de leur ptilinum, sac tégumentaire gonflé de lymphes situé au niveau du front. L'imago une fois éclos, le ptilinum s'invagine à l'intérieur de la tête au bout d'un délai plus ou moins long (au moins quelques dizaines de minutes) et n'est plus apparent extérieurement que par sa trace, la suture ptilinale, en forme de lunule à inflexion tournée vers le haut, entourant la base des antennes.

La poudre se localise aux mêmes endroits que lors du poudrage des adultes éclos depuis quelques jours, mais on constate une adhérence plus forte du colorant, qui se fixe en quantité plus importantes. Cela tient sans doute à la légère humidité du tégument à l'éclosion; la poudre « colle » donc davantage.

La localisation la plus intéressante et la plus originale par rapport au marquage des adultes est celle du sac ptilinal. Après quatre semaines, il est possible de repérer sous lampe U.V. les ptilinums marqués. L'insecte décapité, le sac ptilinal est dilacéré sur un papier à chromatographie imprégné de glycérine tamponnée. Le sang parfois contenu dans la tête peut se répandre et masquer partiellement le colorant, ce qui oblige à réaliser une dilacération relativement soignée : on ne peut se contenter d'écraser purement et simplement la tête. La dissection ménagée de la tête sous loupe binoculaire n'est cependant pas une opération compliquée; il est assez facile d'étaler le sac ptilinal et de voir sa paroi interne tapissée de grains fluorescents.

V. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les méthodes de marquage destinées à l'étude des populations doivent satisfaire aux conditions suivantes :

Elles doivent permettre le traitement rapide d'un grand nombre de Glossines qui seront lâchées ensuite en bloc dans la nature.

Elles ne doivent pas provoquer de mortalité exagérée.

Elles doivent permettre le repérage aisé et durable des Glossines.

En pratique, on devra se plier aux obligations suivantes :

- utiliser des produits non toxiques;
- les appliquer de la manière la moins traumatisante possible, donc réduire au maximum les manipulations.

Toutes ces conditions sont remplies avec le marquage par isotopes radio-actifs. Ces substances sont ingérées par des glossines que l'on fait gorger sur des lapins ayant au préalable reçu, en injection, des substances radio-actives en solution (Fe^{59} , Zn^{65}). Les manipulations des insectes sont réduites au minimum; le marquage dure longtemps et se décèle assez facilement à l'aide d'un compteur portatif type G.M. Cette méthode, par contre, est relativement complexe et coûteuse, car elle implique la manipulation de substances radio-actives et l'utilisation d'un appareillage de détection des rayons γ .

En ce qui concerne les marquages visuels, l'application de papiers colorés, de paillettes réfléchissantes, de peintures, qui nécessitent pour leur mise en place sur le corps de l'insecte, des manipulations excessives et longues, ne sont qu'un pis-aller.

L'utilisation des poudres fluorescentes paraît par contre souscrire à toutes les conditions requises. Elles permettent de marquer une grande quantité d'individus; elles ne sont pas toxiques; les manipulations sont simples, rapides et peu traumatisantes.

Le poudrage des imagos déjà éclos ne paraît pas offrir de garanties suffisantes quant à la durée et l'intensité du marquage pour une étude des populations de Glossines. Si le colorant est encore décelable au laboratoire au bout de quarante-cinq jours ou même deux mois, il est fort probable qu'il n'en sera pas de même dans la nature, où les mouches risquent de perdre leur poudre, surtout en saison des pluies.

Le marquage des Glossines à l'éclosion, par traversée d'une mince couche de poudre fluorescente, devrait donner de bons résultats en pratique, en raison de l'humidité de leur tégument. La poudre reste de toute évidence pour la vie entière dans le sac ptilinal de l'individu.

Cette méthode a été utilisée avec succès dans des études de dispersion de Diptères d'intérêt agricole, à Hawaï et Capri notamment.

Il eut été intéressant de tester la méthode utilisée par certains auteurs américains (GAI-

NES, ROTH et PLAPP), qui « givrent » avant poudrage les Diptères dont ils étudient l'écologie (*Stomoxys calcitrans*, *Haematobia irritans*, *Musca domestica*), à l'aide d'une substance nommée « Plyac ». Il nous fut malheureusement impossible d'identifier ce produit, qui n'est désigné que par son appellation commerciale.

Le simple poudrage offre cependant un grand intérêt, en raison de sa simplicité, pour l'étude des gîtes de repos nocturne. Un des procédés d'utilisation pourrait consister à introduire,

après marquage, dans une grande cage en toile métallique, de plusieurs mètres cubes posée autour d'un échantillon représentatif de la végétation de la galerie étudiée, des glossines d'élevage ou des glossines sauvages capturées sur le lieu même de l'étude, qui seraient ensuite décelées la nuit à l'aide du projecteur portatif à U.V. ML 44. Ce protocole, facile à mettre en œuvre, devrait permettre de noter d'une manière statistique et rigoureuse la répartition nocturne des Glossines (trunks d'arbres, branches selon leur diamètre et leur orientation, feuilles, creux de racines, etc.).

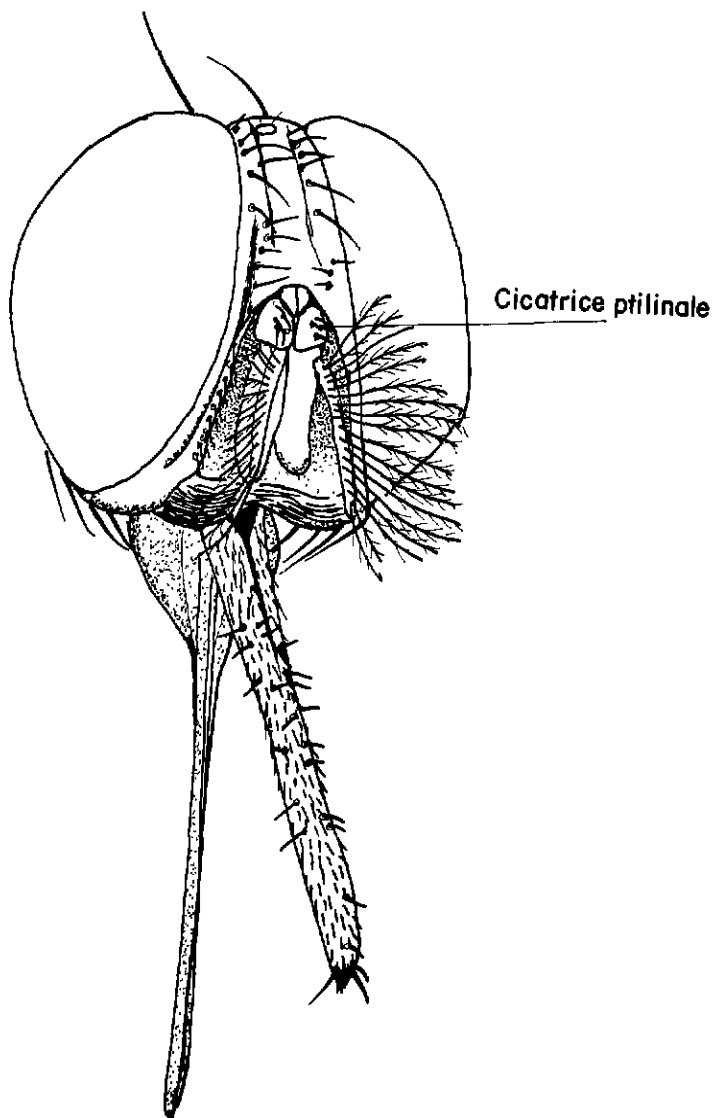


Fig. 1.
Glossina austeni - tête vue de trois-quart avant.

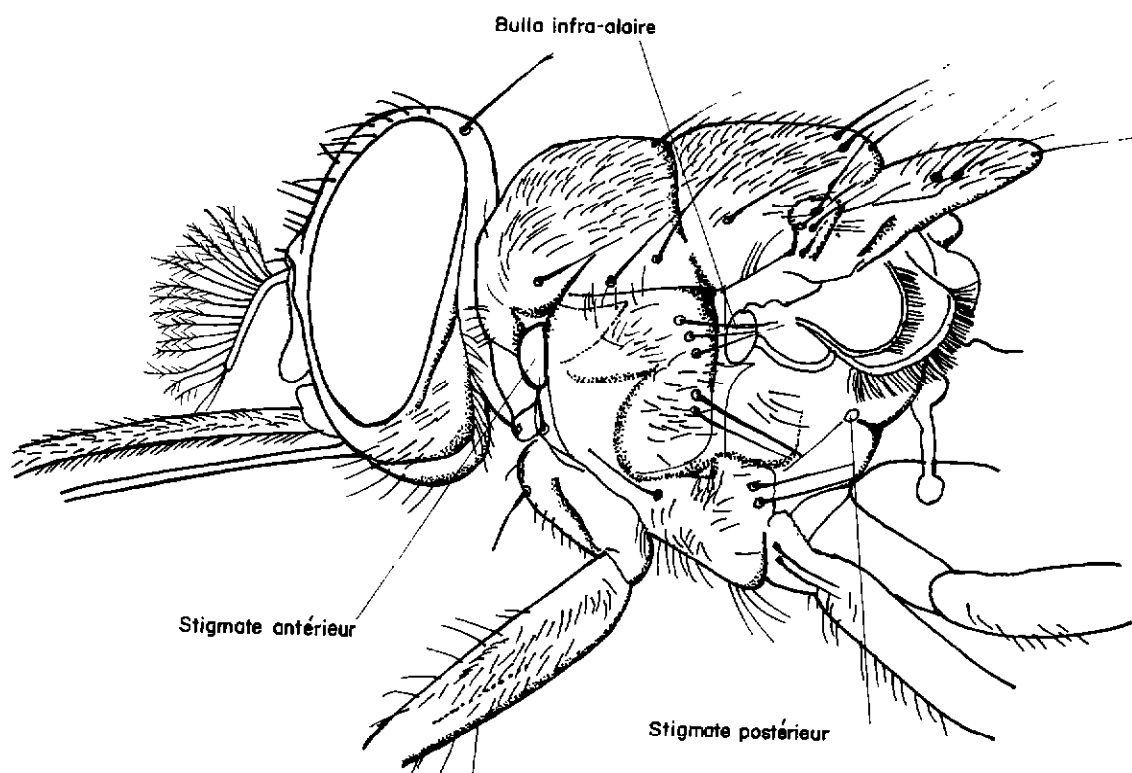


Fig. 2.
Glossina austeni - thorax; vue latérale.

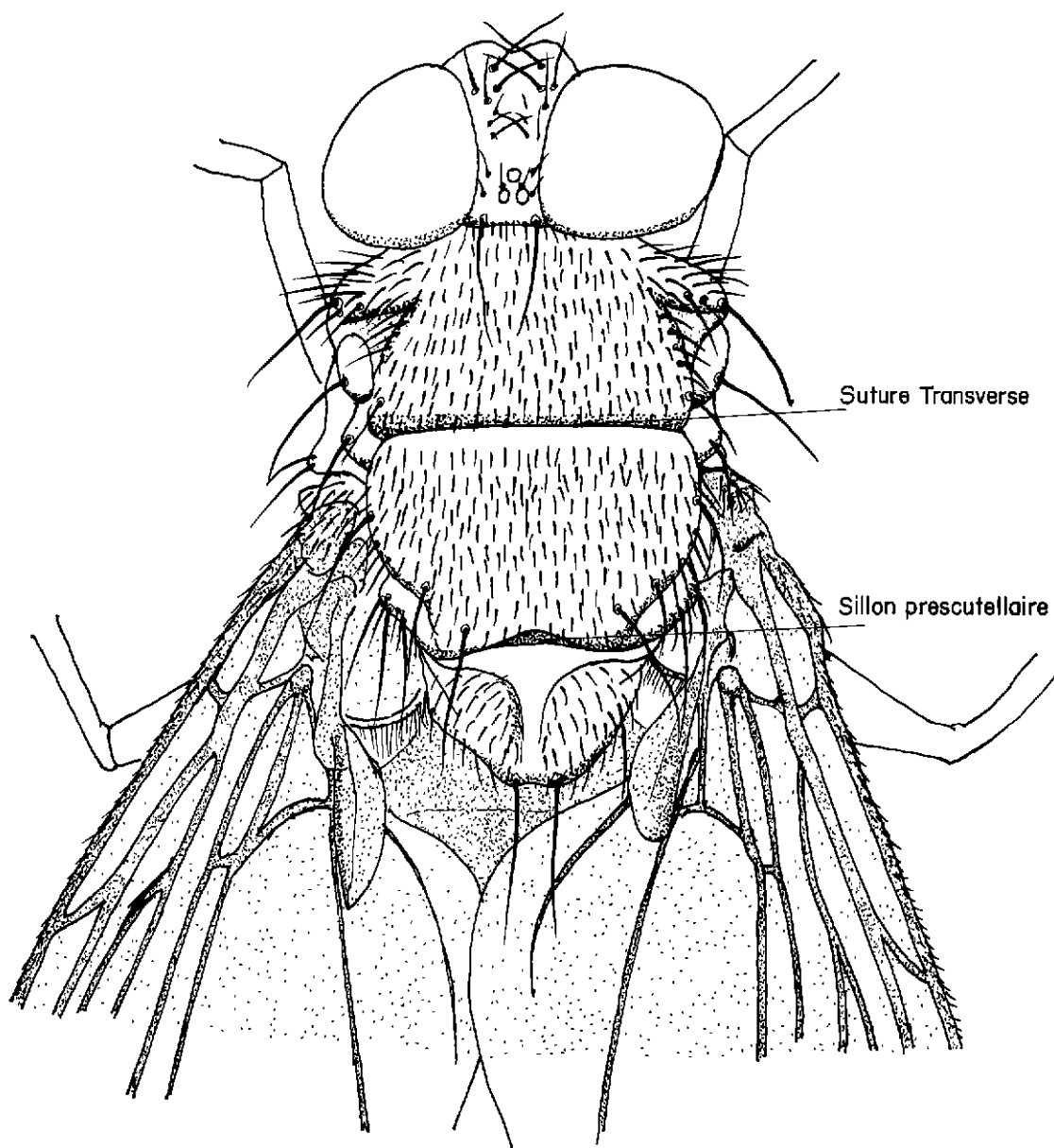


Fig. 3.
Glossina austeni - thorax; vue supérieure.

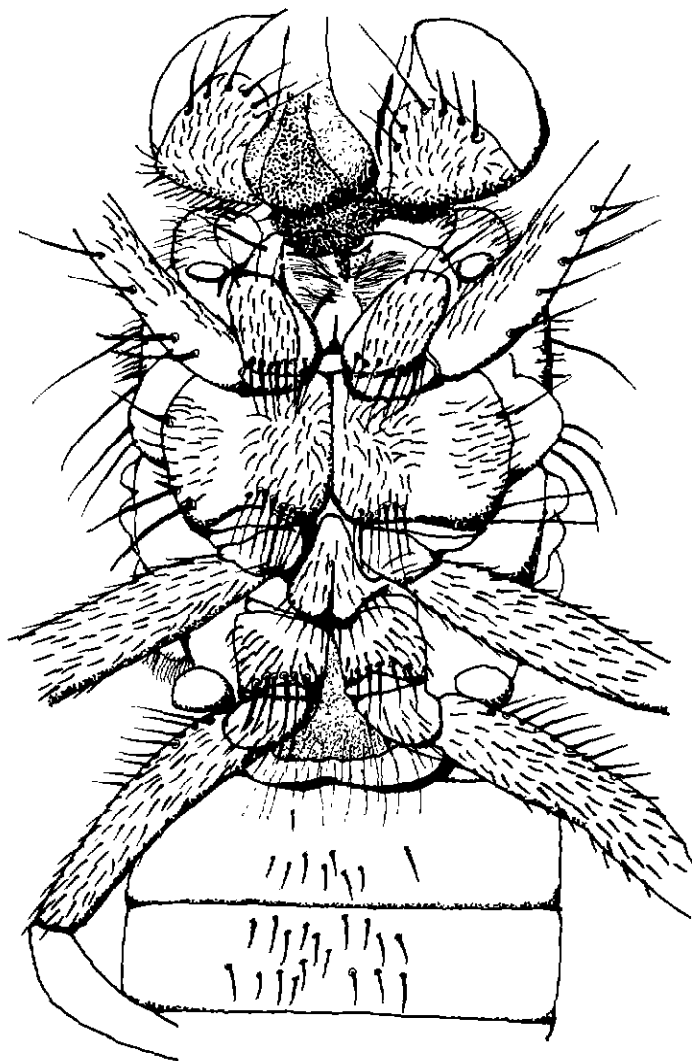


Fig. 4.
Glossina austeni - thorax, vue inférieure.

SUMMARY

Marking of tse-tse flies by fluorescent powders

In order to study in the field the resting sites of tse-tse flies, the authors have experimented in the laboratory the practical application of a marking method using fluorescent powders, not harmful to the insect.

During emergence, the flies cross a thin layer of fluorescent powder and can be identified during several weeks with a portable ultra-violet lamp. The ptilinum retains the dye particles after its invagination and allows identification of the insect during his whole life, after dissection of the head.

RESUMEN

Marca de las glosinas mediante polvos fluorescentes

Con el objeto de estudiar, sobre terreno, los sitios de descanso nocturno de las glosinas, los autores experimentaron, en laboratorio, la utilización práctica de un método de marca mediante polvos fluorescentes, no peligrosos para el insecto.

Se pueden descubrir, durante varias semanas mediante una lámpara portátil con ultravioleta, las glosinas que, al momento de la salida, atraesan una capa fina de polvo fluorescente. El saco ptilinal que conserva, después de su invaginación, los granos de colorantes, permite, después de la disección de la cabeza, señalar el insecto hasta el fin de su vida.

BIBLIOGRAPHIE

- ADKINS Jr (T. R.), « A foot controlled device using carbon dioxide for the anesthetization of insects », *J. econ. Ent.*, 1968, **61** (1): 340-41.
- BAILEY (S. F.), ELIASON (D. A.) et ILLIS (W. C.), « Some marking and recovery techniques in *Culex tarsalis* Coq, flight studies », *Mosquito news*, 1962, **22**: 1-10.
- BRUES (C. T.), « Fluorescent staining of insect tissues », *Science*, 1944, **100** (260): 554-55.
- BULOW (F. J.) et HUGGINS (D. G.), « Mark and recapture methods for studying domestic cockroach populations », *Proc. Iowa Acad. Sci.*, 1968, **75**: 447-56.
- CUISANCE (D.) et ITARD (J.), « Technique de marquage des Glossines au moyen de radio-isotopes », Symposium on the sterility principle for insect control or eradication I.A.E.A./F.A.O. - Athènes, 14-18 septembre 1970.
- DEAN (G. J. W.), CLEMENTS (S. A.) et PAGET (J.), « Observations on sex attraction and mating behaviour of the tsetse fly, *Glossina morsitans orientalis* Vanderplank », *Bull. Ent. Res.*, 1968, **59**: 355-65.
- « Dye marked flies easily identified », *USDA Agric. Res.*, 1965, **13** (11): 15-16.
- EDDY (G. W.), ROTH (A. R.) et PLAPP (F. W.), « Studies on the flights habits of some marked insects », *J. econ. entomol.*, 1962, **55** (5): 603-07.
- GANGWERE (S. K.), CHAVIN (W.) et EVANS (F. C.), « Methods of marking insects with special references to Orthoptera (s.l.) », *Ann. ent. soc. Amer.*, 1964, **57** (6): 662-69.
- HARRIS (R. L.) et FRAZAR (E. D.), « A device for immobilizing insects with cooled air », *J. econ. Ent.*, 1968, **61** (6): 1755-56.
- HARRIS (R. L.), HOFFMANN (R. A.) et FRAZAR (E. D.), « Chilling us other methods of immobilizing flies », *J. econ. Ent.*, 1965, **58** (2): 379-80.
- HOLBROCK (F.R.), STEINER (J.F.) et FUJIMOTO (M. S.), « Mating competitiveness of mediterranean fruit flies marked with fluorescent powders », *J. econ. Ent.*, 1970, **63** (2): 454-55.
- KNUDSEN (A. B.) et REES (Don M.), « Methods used in Utah for sampling tabanid populations », *Mosq. news*, 1968, **28** (3): 356-62.
- MEDLEY (J. G.) et AHRENS (E. H.), « Fluorescent dyes for marking and recovering fowl ticks in poultry houses treated with insecticides », *J. econ. Ent.*, 1968, **61** (1): 81-84.
- MUSGRAVE (A. J.), « The use of fluorescent materials for marking and detecting insects », *Canadian Ent.*, 1949, **81**, 173.
- PATTON (R. L.), EDWARDS (L. J.) et GILMORE (S. K.), « Delivery safe levels of CO₂ for insects anesthesia », *Ann. ent. Soc. Amer.*, 1968, **61** (4): 1046-47.
- POLIVKA (J. B.), « The use of fluorescent pigments in a study of the flight of the Japanese Beetle », *J. econ. Ent.*, 1949, **42**: 818-21.
- TAFT (H. M.) et AGEE (H. P.), « A marking and recovery method for use in Boll weevil movement studies », *J. econ. Ent.*, 1962, **55** (6): 1018-19.
- TURNER Jr (E. C.) et GERHARDT (R. R.), « A materials for rapid marking of face flies for dispersal studies », *J. econ. Ent.*, 1965, **58** (3): 584-85.
- VAIL (P. V.), HOWLAND (A. F.) et HENNEBERRY (T. J.), « Fluorescent dyes for mating and recovery studies with cabbage looper moths », *J. econ. Ent.*, 1966, **59**, 1093-97.
- WOLF (W. W.), KILLOUGH (R. A.) et HARTSOCK (J. G.), « Small equipment for immobilizing flies with cool air », *J. econ. Ent.*, 1967, **60** (1): 303-04.
- WOOD (F. G.), « A new method of pointing insects », *J. Kansas ent. soc.*, 1965, **38** (2): 203-04.
- WOODRINC (J. P.) et CUTCHER (J. J.), « Vital dye marking of tyroglyphid mites », *Ann. ent. soc. Amer.*, 1968, **48** (4): 1031-32.

Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux

Première partie :

Matériel, méthodes et étude de trois fourrages
utilisés au Sénégal

par H. CALVET, R. BOUDERGUES, C. REMESY
et J. ARCHAMBAULT de VENCAY

A. GENERALITES

Les ruminants constituent, parmi les herbivores, l'espèce la mieux adaptée à la transformation des produits végétaux, inutilisables par l'homme, en protéines animales de haute valeur biologique.

Le rumen ou panse, premier des quatre réservoirs constituant l'estomac des ruminants, joue un rôle essentiel dans cette transformation. L'importance des phénomènes digestifs qui s'y déroulent ressort des chiffres suivants cités par HALLE et ses collaborateurs en 1947. Ces auteurs ont, en effet, établi que lors d'une alimentation en fourrage, les pourcentages digérés dans le rumen, par rapport à la digestion totale, s'établissent ainsi :

— Matières sèches	84,9 p. 100
— Matières protéiques	86,3 p. 100
— Fibres brutes	58 p. 100
— E.N.A.	100 p. 100

Ce rôle primordial du rumen dans l'utilisation des rations à forte teneur en matières cellulosiques est lié à l'existence d'une symbiose très étroite entre l'hôte ruminant et une large population de micro-organismes entretenus dans la panse. L'estomac des ruminants comme celui de la plupart des autres espèces est

dépourvu d'enzymes cellulolytiques et l'utilisation de la cellulose n'est possible que grâce à l'activité bactérienne qui en assure la dégradation et la transformation en hydrates de carbone simples immédiatement utilisables. Les principes nutritifs essentiels résultant de ce processus sont les acides acétique, butyrique et proprionique, constituant des éléments primordiaux dans le métabolisme énergétique du ruminant. Pour PHILIPSON et CUTHBERTSON, l'apport calorifique résultant de la production des acides gras volatils en 24 heures pourrait atteindre chez une vache de 500 kg, de 6.000 à 12.000 calories et couvrirait ainsi en grande partie son métabolisme de base.

Mais les bactéries du rumen interviennent également dans le métabolisme azoté. En effet, les micro-organismes morts sont entraînés dans les portions ultérieures du tube digestif et digérés. Le coefficient d'utilisation digestive des protéines bactériennes et leur valeur biologique élevée (74 - 85) leur confère un rôle important dans la couverture du besoin azoté du ruminant. Les quantités produites et utilisables tiennent essentiellement à l'intensité des synthèses bactériennes, elles-mêmes sous la dépendance d'un équilibre favorable au niveau du rumen entre l'énergie disponible, représentée par les acides gras volatils et l'azote, utilisée par les bactéries sous forme d'ammoniac. Lors-

que les conditions sont favorables aux synthèses, une forte proportion de NH_3 du rumen est utilisée pour la multiplication de la flore. L'azote minéral de l' NH_3 a donc conduit à la production de protéines bactériennes de haute valeur biologique pour l'hôte. Dans l'hypothèse inverse, l'ammoniac en excès est absorbé, transformé en urée et éliminé en grande partie par les urines. Il en résulte donc une « spoliation » de la ration.

Le rumen constitue donc une première étape dans la dégradation et l'utilisation des aliments. Son rôle chez les espèces tropicales est rendu encore plus important par la nature cellulosique de la ration habituelle dont l'utilisation nécessite une activité toute spéciale de la flore bactérienne. Les investigations au niveau des processus biochimiques dont est le siège cet organe, semblent pouvoir donner des précisions tant sur la valeur de la ration que sur l'appétit de l'animal à l'utiliser convenablement.

B. OBJECTIFS ET METHODES

Cette recherche utilise deux types d'animaux à fistule permanente du rumen : des zébus femelles de race Gobra, âgés de 5 à 7 ans, et des taurins de race ndama de même sexe et de même âge, qui forment avec leurs métis l'essentiel du cheptel bovin sénégalais.

Voici les principales caractéristiques de ces deux types d'animaux.

La variété Gobra est la plus importante parmi celle qui constitue le zébu peulh sénégalais que MASON (1951) et DOUTRES-SOULLE (1947) classent dans la catégorie des zébus « à cornes en lyre ».

Son implantation au Sénégal, dans la péninsule du Ferlo est très ancienne (VII^e siècle) et aurait suivi l'invasion de l'Ouest africain par les populations peules.

Le zébu sénégalais est un animal de grand format (1,25 à 1,40 m) atteignant le poids de 300 à 400 kg chez les mâles adultes. Le fanon est important, le fourreau du mâle légèrement pendant. La robe est généralement claire, la robe blanche est la plus recherchée mais on trouve fréquemment des animaux à robe brinçée de noir ou de roux.

La race Ndama est le type le plus représentatif de l'espèce taurine de l'Ouest africain.

Son berceau se trouve en Guinée, dans le massif du Fouta-Djallon. De là, elle migre tout autour, au Sénégal, au Mali mais conserve difficilement sa pureté ethnique en raison des fréquents croisements avec les zébus.

La Ndama est de petite taille (0,95 à 1,10 m). Le poids moyen varie entre 180 et 250 kg. Le squelette léger supporte un corps ample garni de masses musculaires développées.

La robe présente toutes les nuances du fauve, la plus répandue est froment ordinaire.

La race Ndama est très rustique et présente une grande résistance aux trypanosomoses et aux piroplasmoses. En raison de ses facultés, les Ndama se rencontrent essentiellement dans les régions plus humides du Sénégal : au Sénégal-oriental et en Casamance.

Les animaux d'expérience sont maintenus dans des stalles individuelles. Les fourrages et l'eau de boisson sont servis « ad libitum ». Seul est strictement contrôlé l'horaire des deux distributions alimentaires : 9 h. dans la matinée et en règle générale 14 h. 30 dans l'après-midi.

Des prélèvements de liquide du rumen, effectués à des horaires déterminés, par aspiration à travers une crépine filtrante, placée chaque fois dans la même région de l'organe, sont soumis aux dosages suivants : taux de matières sèches - taux des acides gras volatils totaux et de leurs fractions acétique, butyrique et propionique, taux de l'ammoniac et de l'azote total. Des prélèvements de sang effectués en même temps que ceux de liquide de rumen donnent lieu, en outre, au dosage de l'urémie.

Chaque série de recherches correspond à un type de ration à laquelle les animaux sont adaptés pendant 15 jours avant la période de prélèvement. Deux méthodes sont alors mises en œuvre. La première comporte des prélèvements bi ou tri quotidiens, suivant des horaires liés à la distribution des repas et pendant cinq ou six jours non consécutifs. Au cours de la seconde, les prélèvements sont étalés sur 24 heures avec un intervalle de 1 h. 30. Dans le premier cas, on obtient des données moyennes pour un type d'aliment, dans le second, on étudie les fluctuations dans la production des nutriments au cours d'un nyctémère.

Le premier objectif de ces méthodes complémentaires est de fournir des éléments d'appré-

ciation sur la valeur de l'efficacité comparée des rations. Ces éléments d'estimation sont de plusieurs ordres :

- Le taux d'acides gras volatils moyens constitue un premier critère lié à la valeur énergétique de l'aliment.
- La proportion des acides acétique, butyrique et propionique fournit des indications sur sa digestibilité et sur son efficacité présumée pour assurer une production. On s'accorde, en effet, (BLAXTER, 1962) sur le fait que des concentrations élevées en acide acétique allant de pair avec des teneurs faibles en acide butyrique et propionique sont la marque d'une faible digestibilité. De telles rations peuvent seulement assurer l'entretien des animaux. Inversement, de fortes proportions d'acides butyrique et propionique résultent d'une digestibilité élevée et permettent à de telles rations d'assurer une production élevée (viande et graisse essentiellement).

Les autres dosages, ammoniac, azote total, urémie sont en rapport avec le métabolisme azoté et témoignent de l'importance des synthèses microbiennes au niveau du rumen. De l'intensité de ce phénomène dépend en grande partie l'économie de la ration. Un autre objectif de ces recherches intéresse l'animal lui-même et son efficacité à utiliser et valoriser les rations. Il existe, en effet, dans ce domaine et au-delà des caractères individuels des variations liées à l'espèce ou à la race. Les expérimentations utilisent des zébus Gobra et des taurins Ndama et la comparaison de ces deux types d'animaux doit permettre de déterminer le meilleur utilisateur des éléments de la ration.

C. METHODES DE DOSAGE

a) Dosages des acides gras volatils : acides acétique, propionique, butyrique

Les acides gras volatils contenus dans le jus de rumen sont dosés à l'état libre par chromatographie en phase gazeuse avec l'appareil FRACTOVAP - modèle Be - CARLO ERBA.

Après plusieurs essais, les constantes suivantes ont été retenues :

- Température de la chambre de vaporisation 230°

- Température de la chambre thermostatique 90°
- Gaz vecteur hydrogène
- Pression du gaz 0,4 kg/cm²
- Sensibilité du détecteur du cathatomètre 1/2
- Courant traversant le détecteur 30 mA

La colonne utilisée est en inox et en forme de U, d'une longueur de 1 mètre et d'un diamètre de 8 mm.

Le support est constitué de célite C₂₂ lavé aux acides (60-80 mesh) (CARLO ERBA).

La phase stationnaire est du polyéthylène glycol (Polyglycol C. 4.000) à 20 p. 100 en poids de l'absorbant.

On compare les hauteurs des pics de chaque acide gras pour les solutions à analyser et pour la solution témoin de composition suivante :

- Acide acétique 2,7 g/l
- Acide propionique 2,54 g/l
- Acide butyrique 2,42 g/l

Solution dont le pH est amené à 10,5 par addition de soude.

Le dosage des A.G.V. est effectué en injectant dans la colonne de chromatographie 40 microlitres de l'extrait chloroformique. Cet extrait est obtenu à partir de 5 ml de jus de rumen (ou de solution témoin) plus 0,3 ml de soude à 40 p. 100, évaporés à sec. Le résidu, trituré avec du sulfate acide de potassium en excès, est repris par 5 ml de chloroforme.

b) Dosage de l'ammoniac

L'ammoniac, déplacé en cellule de CONWAY par du carbonate de potassium, est recueilli dans une solution d'acide borique et dosé colorimétriquement par le réactif de NESLER.

La lecture se fait au spectrocromimètre à 4.000 Å et, de la courbe étalon établie, on déduit la teneur en N ammoniacal en mg/litre.

c) Microdosage de l'urée par la méthode enzymatique

L'uréase hydrolyse quantitativement l'urée en ammoniac et en anhydride carbonique.

L'ammoniac formé est dosé colorimétriquement par le réactif de NESSLER.

La lecture se fait à 4.000 A et, de la courbe d'étalonnage établie avec les solutions étalon, on déduit la valeur de l'urémie (en g/litre).

D. RESULTATS

Les résultats obtenus au cours de ces nombreuses séries d'expérimentations ont été regroupés en un certain nombre de chapitres intéressant les objectifs déjà déterminés.

Une première étude envisage la comparaison de la valeur de trois fourrages utilisés au Sénégal : la fane d'arachide, la paille de riz, le foin de prairie naturelle.

La deuxième porte sur la coque d'arachide utilisée comme aliment du bétail.

Dans une troisième partie, est abordé le parallèle entre les zébus Gobra et les taurins de race Ndama.

La dernière partie enfin, rapporte les résultats des expérimentations utilisant des prélèvements répétés durant 24 heures.

I. Comparaison des trois fourrages, fane d'arachide, paille de riz, foin de prairie :

La fane d'arachide est un fourrage très apprécié par toutes les espèces animales; il est constitué par la partie végétative de l'arachide à la suite du battage et de la récolte des gousses. Les disponibilités au Sénégal sont donc théoriquement très importantes puisque la proportion moyenne de fanes par rapport à la gousse est de 1,5. Sa composition est très hétérogène comme il ressort des analyses citées par la suite, sa qualité dépend essentiellement de la proportion de feuilles restant attachées à la tige et de l'état de lignification de cette dernière.

La paille de riz est un fourrage abondant dans les régions rizicoles, une faible proportion est consommée par les animaux, le gros de la récolte étant laissé sur les champs et brûlé avant la remise en culture. Sa grande caractéristique est son indigence presque totale en protéines digestibles.

Le foin de prairie naturelle utilisé a été fauché et fané sur des parcelles du Centre de Recherches zootechniques de Dara. Il est à base de graminées fines où domine *Zornia glomchidiata*.

L'analyse bromatologique de ces trois fourrages a donné les résultats suivants :

TABLEAU N° I
Analyse bromatologique des 3 fourrages

g/pour 1 000 M.G.	Fane arachide		Paille de riz	Foin de prairie
	1	2		
Matières sèches	848,3	910,2	915,2	847,5
Matières minérales	56,7	66,4	142,1	47,7
Matières organiques	791,6	843,8	773,1	799,8
Matières azotées	83,5	81,6	31,62	51,6
Matières grasses	10,9	10,9	6,96	18,2
Matières cellulosiques (Wende)	335,8	410,0	323,8	322,5
E.N.A.	361,4	341,3	410,5	407,5
Phosphore	2,64	1,45	0,1	0,47
Calcium	7,78	6,67	1,34	5,0

L'hétérogénéité de la fane d'arachide a déjà été soulignée. Dans la colonne 1 sont rapportés les résultats d'une analyse portant sur une fane d'arachide courante, dans la colonne 2, ceux

intéressant un fourrage récolté dans de bonnes conditions en provenance du Centre de Recherches Agronomiques de Bambey. Le fourrage utilisé dans ces expérimentations est la fane

commune de composition semblable à la fane n° 1.

Ces fourrages ont fait l'objet au Laboratoire de Dakar d'essais de digestibilités *in vivo* sur

des espèces locales zébus et taurins. Les coefficients de digestibilité obtenus et les valeurs alimentaires en résultant pour les divers fourrages ont été les suivants :

TABLEAU N°II
Résultat des digestibilités *in vivo* pour ces 3 fourrages

	Fane arachide		Foin de prairie naturelle	Paille de riz (moyenne zébu, N'dama)
	1	2		
Matières sèches		53,64	45,21	
Matières minérales				
Matières organiques			46,62	63,04
Matières azotées	39,43	55,42	29,6	7,30
Matières grasses	47,20	52,19	57,2	67,27
Matières cellulosiques	35,37	46,40	49,88	72,33
Extractif non azoté	59,46	66,34	45,63	58,02
UF/kg	0,28	0,43	0,29	0,46
M.A.D./kg	33 g	45 g	13 g	0 g

L'expérience a été effectuée avec des bovins de race Ndama.

Les rations ont été distribuées uniquement à des Ndamas. Dix séries de prélèvements ont eu lieu au cours d'une période de trois semaines. Chaque série comprenant :

Prélèvement n° 1 à 8 h. 30.

Prélèvement n° 2 à 11 h.

Prélèvement n° 3 à 16 h.

Les aliments sont distribués à 9 h. et 14 h. 30.

Les résultats moyens pour la matière sèche, les acides gras volatils totaux, l'ammoniac du jus de rumen et l'urémie sanguine ont été les suivants :

TABLEAU N°III

Taux de matière sèche du liquide du rumen avec les 3 aliments

Horaire des prélèvements	Fane d'arachide	Paille de riz	Foin de prairie
8 h.30	n=9 20,7 ± 1,24	n=9 18,14 ± 0,57	n=9 17,82 ± 0,85
11 h.	n=9 23,5 ± 2,79	n=9 19,0 ± 0,80	n=9 18,36 ± 0,74
16 h.	n=9 23,1 ± 2,56	n=9 17,98 ± 1,15	n=9 18,17 ± 0,74
Moyenne	n=27 22,43±1,24	n=27 18,37±0,45	n=27 18,12±0,39

Le taux de matières sèches du jus de rumen est significativement plus élevé avec la fane d'arachide qu'avec les deux autres fourrages. Tableau n° 4.

Le taux des acides gras volatils totaux est significativement plus élevé avec la fane d'arachide qu'avec les deux autres fourrages qui sont comparables. Tableau n° 5.

Les données présentent ici une variabilité importante. La fane d'arachide conduit encore aux taux moyens les plus élevés.

Paradoxalement avec la paille de riz pauvre en azote, on obtient des taux d'ammoniac plus élevés qu'avec le foin de prairie. L' NH_3 rencontré dans le rumen provient probablement davantage dans ce cas du recyclage de l'urée

TABLEAU N°IV

Taux des acides gras volatils totaux du liquide du rumen (mg/l).

Horaire des prélèvements	Fane d'arachide	Paille de riz	Foin de prairie
8 h.30	n=10 69,22 \pm 6,35	n=10 58,9 \pm 6,12	n=10 62,24 \pm 5,06
11 h.	n=10 74 \pm 6,34	n=10 64,4 \pm 4,24	n=10 60,37 \pm 3,95
16 h.	n=10 83,8 \pm 4,22	n=10 62,04 \pm 1,97	n=10 61,6 \pm 5,85
\bar{x}	n=30 75,82 \pm 3,59	n=30 62,04 \pm 1,97	n=30 61,4 \pm 2,55

TABLEAU N° V

Taux d'ammoniac du liquide du rumen (mg/l)

Horaire des prélèvements	Fane d'arachide	Paille de riz	Foin de prairie
8 h.30	n=10 109,83 + 21,58	n=10 81,8 + 18,10	n=10 47,0 + 12,74
11 h.	n=10 123,0 + 34,21	n=10 96,4 + 20,76	n=10 74,72+ 8,81
16 h.	n=10 58,35 + 13,5	n=10 46,15 + 15,02	n=10 19,54+ 9,85
Moyenne	n=30 97,09 + 5,14	n=30 74,81 + 3,83	n=30 47,10+ 4,12

que de la dégradation des protéines alimentaires.

L'ammoniac est, en effet, indispensable au fonctionnement normal de la flore bactérienne du rumen. Lorsque la nourriture n'en permet qu'une production insuffisante, ce qui est le

cas avec la paille de riz, l'animal l'emprunte à son cycle d'urée endogène, dont le niveau est assuré par catabolisation tissulaire. C'est bien ce qui semble se produire avec la paille de riz et va de pair avec l'observation courante, suivant laquelle les animaux alimentés avec ce fourrage, sans suppléments azotés, maigrissent.

TABLEAU N°VI

Taux d'urée sanguine (mg/l)

Horaire des prélèvements	Fane d'arachide	Paille de riz	Foin de prairie
8 h.30	n = 10 0,333	n = 10 0,214	n = 10 0,166
11 h.	n = 10 0,381	n = 10 0,229	n = 10 0,198
16 h.	n = 10 0,292	n = 10 0,215	n = 10 0,173
Moyenne	n=30 0,335 + 0,026	n=30 0,219 + 0,024	n=30 0,179 + 0,026

Le taux d'urémie est le plus élevé avec l'alimentation à la fane d'arachide. La paille de riz conduit à une urémie plus élevée que le foin de prairie.

Les résultats obtenus pour les prélèvements

de 11 h. sont en général plus élevés que pour ceux de 8 h., sauf pour les A.G.V. dans le cas du foin de prairie. Les pourcentages d'accroissement entre 8 h. et 11 h. pour les divers nutriments sont établis dans le tableau suivant :

TABLEAU N°VII

Variation des données (p.100) entre les prélèvements de 11h. et 8 h.30.

	Matières sèches	Acides gras	Ammoniac	Urémie
Arachide	13 p.100	6,29 p.100	12 p. 100	14 p.100
Paille de riz	4,74 p.100	8,54 p.100	18 p. 100	6,55 p.100
Foin de prairie	3 p.100	3 p.100	58 p. 100	19 p.100

Ces résultats semblent fournir des indications quant à la vitesse d'utilisation des fourrages et la synchronisation existant entre la production des acides gras et celle de l'ammoniac.

L'accroissement en acides gras et en ammoniac est le plus élevé pour la paille de riz ce qui montrerait que ce fourrage est rapidement dégradé par les bactéries et semble donc, en conséquence, consommable en plus grande quantité par les animaux.

Le fourrage de prairie se singularise par rapport aux deux autres. Pour ce fourrage, on note à 11 h. une diminution des acides gras alors que, par contre, le taux d'ammoniogénèse est subitement très élevé pour retomber à des valeurs basses à 16 h. Il y aurait donc pour ce fourrage, dans un premier temps, une

attaque rapide des protéines. La production des acides gras, conséquence de la cellulolyse s'installant par la suite. Le manque de synchronisation entre les deux processus paraissant constituer un facteur défavorable pour une utilisation fructueuse de ce fourrage.

La proportion des trois acides gras volatils pour chaque fourrage fait l'objet du tableau suivant. Leurs variations au cours des trois prélèvements étant très faibles, on considère seulement la moyenne générale des trente prélèvements.

Le pourcentage de ces trois acides par rapport aux acides gras volatils totaux est en général comparable pour ces trois fourrages. Il faut noter le taux d'acide butyrique plus élevé avec la fane d'arachide.

TABLEAU N°VIII

Proportion des acides gras volatils pour chaque fourrage.

	Acide acétique		Acide propionique		Acide butyrique	
	mg/litre	pour 100 des acides totaux	mg/litre	pour 100 des acides totaux	mg/litre	pour 100 des acides totaux
Arachide	60,1	79,3 p.100	10,7	14,2 p.100	4,9	6,5 p.100
Paille de riz	51,6	83 p.100	8,6	13,8 p.100	1,9	3,2 p.100
Foin de prairie	50,0	81,5 p.100	9,02	14,7 p.100	2,3	3,8 p.100

Variabilité des données

La variabilité des données est importante comme en témoigne la largeur des intervalles de confiance portés au tableau général des résultats.

Quatre sources de variation pouvant être individualisées tiennent :

— aux animaux et à leurs réactions individuelles;

— aux jours de prélèvement;

— aux régimes;

— aux horaires de prélèvement.

La variation totale a donc été décomposée suivant ces quatre facteurs. Les résultats des calculs, rapportés dans les tableaux suivants, concernent les acides gras volatils, l'ammoniac du rumen, l'urémie.

TABLEAU N° IX
Facteurs de la variation totale des acides gras volatils

Sources de variation	Sommes des carrés	DL	Carré moyen	F
Variation totale	9.500	89		
Variation journalière	2.515	9	279	8,47 ⁺⁺
Variation horaire	500	2	250	7,6 ⁺⁺
Variation liée au régime	3.980	2	1.990	60,4 ⁺⁺
Résiduelle	2.505	76	32,9	

La variabilité liée au régime a donc une très haute signification. La fane d'arachide, la paille de riz et le foin de prairie sont donc différents quant aux taux d'acides gras volatils qu'ils

induisent au niveau du rumen. (Les autres sources de variation étudiées ont également une influence significative.)

TABLEAU N° X
Facteurs de la variation totale de l'ammoniac

Sources de variation	Sommes des carrés	DL	Carré moyen	F
Variation totale	159.921,7	89		
Variation due aux animaux	89.610,9	8	11.201,36	15,16 ⁺⁺
Variation journalière	17.141,8	9	1.904,6	2,59 ⁺
Variation due au régime	37.627,2	2	18.813,6	25,48 ⁺⁺
Variation due aux heures de prélèvement	50.207,0	2	25.103,5	33,99 ⁺⁺
Variation résiduelle	53.169	72	738,5	

Le taux d'ammoniac du liquide de rumen varie donc essentiellement en fonction des heures de prélèvement et en fonction du régime. Les trois fourrages entraînent une production d' NH_3 très significativement différente. La

variation due aux animaux est également hautement significative. Enfin, d'un jour à l'autre, la production d'ammoniac prend des valeurs différentes.

TABLEAU N° XI
Facteurs de la variation totale des taux d'urémie.

Sources de variation	Sommes des carrés	DL	Carré moyen	F
Variation totale	0,826951	89		
Variation due au régime	0,442502	2	0,221251	72 ⁺
Variation due aux animaux	0,395380	2	0,197690	64,45 ⁺⁺
Variation journalière	0,163608	9	0,018179	5,93 ⁺⁺
Variation horaire	0,29149	2	0,014574	4,75 ⁺
Variation résiduelle	0,220841	74	0,003067	

Les variations des taux d'urémie sont donc encore liées au régime. La consommation de fane d'arachide entraînant l'urémie la plus élevée. Les autres sources de variation à action hautement significative sont : les variations individuelles, les variations journalières.

Les variations horaires ayant une influence moindre.

Etude de corrélations

Un certain nombre de corrélations entre les nutriments du rumen et la composition des fourrages ont été établies.

Avec la fane d'arachide, il existe une corrélation hautement significative ($R = 0,89$) entre

le taux NH_3 du rumen et les taux d'urémie pendant les dix jours d'expérience et pour les mêmes horaires de prélèvement.

Cette corrélation existe encore pour le foin de prairie mais ne se retrouve plus pour la paille de riz. Alors que pour les deux premiers fourrages l'ammoniac du rumen a une origine alimentaire et provient de l'attaque des protéines fourragères, avec la paille de riz un autre mécanisme, le recyclage de l'urée, semble intervenir, destiné à pallier la pauvreté en azote de l'aliment.

L'étude des liaisons existant entre certains éléments constitutifs des trois fourrages et les A.G.V. conduit au tableau ci-après :

TABLEAU N°XII

Corrélation entre les AGV du rumen et les constituants des fourrages.

AGV du rumen \ Fourrages	Protéines	Cellulose	E.N.A.
A.G.V. totaux	0,91 +	0,896 +	- 0,996 **
A. acétique	0,86 non	0,997 **	- 0,979 **
A. propionique	0,98 **	0,996 **	- 0,994 **
A. butyrique	0,952 +	0,997 **	- 0,998 **

Les matières protéiques des fourrages sont en corrélation avec la production des acides gras. Cette corrélation n'est pas significative pour l'acide acétique, elle l'est par contre pour l'acide butyrique et très fortement pour le propionique. Les radicaux carbonés des acides aminés pourraient donc constituer après désamination, les matériaux plus spécialisés dans la production de l'acide propionique et secondairement de l'acide butyrique. La cellulose a un degré de liaison certain avec les acides gras volatils totaux et leurs trois fractions.

L'extractif non azoté enfin se trouve en corrélation de façon très significative mais négativement avec les acides gras volatils du rumen. Ce paradoxe paraît être la conséquence des méthodes d'analyse pratiquées, en particulier lors du dosage de la cellulose par la méthode Wende et de celui de l'E.N.A. qui en découle. L'E.N.A. dont la vocation est de représenter les glucides de la ration, donc une fraction très

digestible, se trouve créditée, par ces méthodes de la lignine qui constitue justement l'indigestible pour le ruminant.

Dans le cas des trois fourrages étudiés, l'E.N.A. semble donc représenter essentiellement la lignine et il n'est donc pas étonnant que l'augmentation de sa proportion dans la ration aille de pair avec une diminution du taux des A.G.V. du rumen.

E. CONCLUSIONS

Cette étude a donc pour objet de présumer de la valeur comparée de trois fourrages, à l'aide des « états biochimiques » que leur administration induit au niveau du rumen, les résultats s'avérant différents pour la fane d'arachide et le groupe paille de riz, foin de prairie.

La fane d'arachide se distingue nettement suivant ces critères des deux autres produits et

on peut, au vu des résultats, lui attribuer une valeur alimentaire plus élevée.

Cette supériorité de la fane d'arachide se manifeste dans la production des acides gras volatils (taux moyen 75,82 contre 62,04 pour la paille de riz et 61,4 pour le foin de prairie) et également dans les proportions des divers acides gras volatils obtenus, les pourcentages d'acide butyrique étant plus élevés. La fane d'arachide semble donc capable, au-delà de la couverture des besoins d'entretien, d'assurer une certaine production.

Cependant, l'excès d'ammoniac en rapport avec une urémie élevée correspond à des éléments défavorables. L'azote de constitution de la fane est insuffisamment utilisé au niveau du rumen et il en résulte des pertes d'azote importantes au niveau des urines qu'il serait possible de limiter par une supplémentation énergétique convenable.

La paille de riz, du point de vue énergétique,

prend le deuxième rang avec des taux d'acides gras volatils relativement faibles, compte tenu de la valeur énergétique qui lui a été attribuée à l'issue des expériences de digestibilité *in vivo* (0,40 à 0,46 UF). Si ce fourrage n'a pas été surévalué, il est possible que sa dégradation au niveau du rumen conduise à d'autres nutriments que les acides gras volatils, ou encore que, compte tenu de sa fibrosité faible, le transit dans cet organe soit plus rapide que pour les autres fourrages et qu'ainsi la production des A.G.V. se poursuive avec plus d'intensité dans le gros intestin.

Le foin de prairie naturelle arrive enfin en troisième position avec des taux A.G.V. faibles et un manque de synchronisation entre la production d'ammoniac et celle des nutriments énergétiques.

La pauvreté de la paille de riz en protéines est un fait bien connu qui, dans ces expériences, est en désaccord avec les taux d'ammoniac et d'urémie relativement élevés.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNISON (E. F.) et LEWIS (D.), « Metabolism in the rumen », London, Methuen and Co Ltd., 1959.
- BARNETT (A. J. G.) et REID (R. L.), « Reactions in the rumen », London, Edward Arnold, 1961.
- BLAXTER (K. L.), « The energy metabolism of ruminants », London, Hutchinson, 1962.
- DOUGHERTY (R. W.), « Physiology of digestion in the ruminant », Baltimore (Maryland), Waverley Press, 1965.
- HALE (W. H.) et al., « Effect of cobalt on the synthesis of vitamin B₁₂ in the rumen of sheep », *J. Anim. Sci.*, 1950, 9 : 414-19.
- JACQUOT (R.) et Collab., « Nutrition animale », Paris, Baillière et Fils, 1961.
- RAYNAND (R.), « Recherches sur le métabolisme de l'azote dans les réservoirs des ruminants », Thèse, Sciences, Toulouse, 1957.
- VAN ECMAEME (C.) et Collab., « Technique d'analyse du liquide de rumen », *Ann. Méd. vét.*, 1969, 7 : 419-30.

Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux

Deuxième partie :

La coque d'arachide en alimentation animale

par R. BOUDERGUES, H. CALVET et J. ARCHAMBAULT de VENCAY

Une étude antérieure a permis d'exposer les techniques, les méthodes et les objectifs de ce type de recherche ainsi que les premiers résultats obtenus dans la comparaison de trois fourrages utilisés au Sénégal : la fane d'arachide, la paille de riz, du foin de prairie naturelle.

Le travail présenté actuellement, concerne un type d'aliment très différent : la coque d'arachide récemment introduit dans la nutrition animale au Sénégal (2).

Tout d'abord, sont rapportés les premiers essais de composition de rations à base de coque d'arachide mélassée à laquelle sont adjoints plusieurs suppléments. Pour tenter de dégager les perspectives d'utilisation alimentaire de ce sous-produit, deux rations de ce type sont comparées, du point de vue des nutriments produits au niveau du rumen, avec la fane d'arachide, fourrage qui s'est avéré le meilleur au cours de l'étude précédente.

Le deuxième chapitre porte sur les rations à base de coque d'arachide mélassée, utilisées dans les expériences d'embouche intensive de zébus sénégalais réalisées en 1969 :

A. COMPARAISON ENTRE LA FANE D'ARACHIDE ET DEUX RATIONS A BASE DE COQUE D'ARACHIDE

La coque d'arachide a déjà fait l'objet de quelques tentatives d'utilisation dans l'alimen-

tation animale (RINCAID, 1959 - HUFFMAN et DUNCAN, 1952 - WILLIAMS et JONES, 1954 - MORRISSON, 1950). Les résultats ont été en général assez décevants et certains auteurs ont même attribué à ce sous-produit des effets « anti-aliments ».

Au Sénégal, cependant, où les disponibilités en coque d'arachide sont importantes alors qu'à certaines saisons, les fourrages font défaut, l'utilisation de rations à base de coque d'arachide, sous-produit susceptible de remédier au déficit fourrager, a paru devoir être tentée.

Pour obtenir une première approximation sur sa valeur, la coque d'arachide a été comparée, suivant les critères décrits antérieurement, à la fane d'arachide dont la valeur fourragère est déjà établie au cours de l'étude précédente.

Deux rations ont été composées, répondant aux formules suivantes :

Ration n° 1 :

— Coque d'arachide	58
— Mélasse	9
— Complément	33
Le complément comporte les constituants :	
— Farine de maïs	40
— Farine de sorgho	20
— Granulés de son	25
— Tourteau d'arachide	8
— Farine de poisson	2

— Sel	1,5
— Coquilles d'huîtres	3,5

Ration n° 2 :

— Coque d'arachide	64
— Mélasse	20
— Concentré	20

Le concentré est ainsi composé :

— Granulés de son	80
— Tourteau d'arachide	19
— Urée	1

Les analyses chimiques de la fane d'arachide, de la ration n° 1 et de la ration n° 2 aboutissent aux données essentielles suivantes :

TABLEAU N° I

Composition chimique des trois rations

	Fane d'arachide	Ration coque n°I	Ration coque n°II
Cellulose Wende	410 p.1000	445 p.1000	456 p.1000
Matières protéiques totales	81,6	67,9	106,5

La ration coque n° 2 diffère des autres par un taux de protéine plus élevé.

Ces trois types d'aliments ont été testés sur

zébus et taurins suivant le protocole expérimental déjà décrit et ont abouti aux résultats moyens rapportés ci-après :

TABLEAU N°II

Principaux nutriments produits au niveau du rumen.

	Fane d'arachide	Ration coque n°I	Ration coque n°II
Matières sèches g/l	n=18 23,6 ± 1,4	n=18 23,9 ± 1,4	n=18 23,5 ± 1,5
Acides gras volatils totaux mEq/l	" 90,5 ± 3	" 74,8 ± 8,5	" 73,2 ± 5,8
Azote total g/l	" 0,749 ± 0,100	" 0,782 ± 0,080	" 0,829 ± 0,080
Urémie g/l	" 0,358 ± 0,021	" 0,233 ± 0,021	" 0,384 ± 0,044

Les trois rations sont équivalentes pour la matière sèche du jus de rumen.

Le taux des acides gras volatils est significativement plus élevé pour la fane d'arachide que pour les deux rations à la coque. L'intervalle de confiance plus large dans ces deux derniers cas est l'indice d'une variabilité dans la production des acides gras volatils plus grande avec la coque d'arachide qu'avec la fane.

Le taux d'azote total n'est pas différent pour les trois rations, il n'en est pas de même pour le taux d'urémie significativement plus bas avec la ration coque n° 1 qu'avec la fane d'arachide.

La proportion des acides gras volatils pour les trois rations s'établit comme l'indiquent les tableaux III, IV et V.

La proportion des trois acides est différente avec la fane d'arachide et les deux rations à base de coque d'arachide.

En ce qui concerne l'acide acétique, la fane a des pourcentages légèrement supérieurs. Pour les deux autres acides, la supériorité propionique de la fane est compensée par des taux d'acide butyrique nettement inférieurs.

Conclusions

En définitive, ces premières rations à base de coque d'arachide, comprenant des proportions relativement faibles de concentrés ne se révèlent pas, dans le domaine énergétique, tellement inférieures au fourrage auquel on les compare. Leur acidité totale moins élevée paraît

PROPORTION DES ACIDES GRAS VOLATILS

Tableau n°III Acide acétique

Fane d'arachide		Coque n° I		Coque n° II	
Milliéquivalent litre	p. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	P. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	P. 100 acides totaux
73,5 ± 2,6	81,2 p.100	56,2 ± 4,7	75,1 p.100	55,5 ± 4,3	75,8 p.100

Tableau n°IV Acide propionique

Fane d'arachide		Coque n° I		Coque n° II	
Milliéquivalent litre	p. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	P. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	P. 100 acides totaux
13,3 ± 0,8	14,6 p.100	9,2 ± 1,5	12,3 p.100	11,6 ± 2,4	15,8 p.100

Tableau n° V Acide butyrique

Fane d'arachide		Coque n° I		Coque n° II	
Milliéquivalent litre	p. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	p. 100 acides totaux	Milliéquivalent litre	p. 100 acides totaux
3,8 ± 0,5	4,2 p.100	9,4 ± 3,1	12,7 p.100	6,0 ± 0,8	8,2 p.100

en grande partie compensée par des pourcentages d'acide butyrique plus favorables.

En adaptant les proportions de coque mélassée et de supplément, il paraît donc possible de composer des rations capables de donner des résultats intéressants, tout en restant d'un prix de revient économique.

Le deuxième chapitre de cette étude qui porte sur des rations à base de coque d'arachide utilisées avec succès en embouche intensive, confirme ces premières conclusions.

B. ETUDE DES RATIONS UTILISEES EN EMBOUCHE INTENSIVE

Ces expériences ont été poursuivies en 1969 à Sangalkam, ferme annexe du Laboratoire de Dakar et ont utilisé des taurillons zébus Gobra, âgés de 3 à 5 ans.

Les deux rations, distribuées à volonté, sont à base de coque d'arachide mélassée au taux de 20 p. 100 à laquelle on incorpore, au mélangeur, deux suppléments de nature différente, mais de valeur alimentaire théoriquement comparable.

Le supplément I est composé de son et de farines de céréales, le supplément II, essentiellement d'issues de rizerie (farine de cône et brisures de riz). La comparaison de ces deux suppléments est le premier point étudié.

Au cours des quatre mois d'embouche, et en vue d'enrichir progressivement la ration, la proportion de coque mélassée et de supplément a varié. La période d'adaptation utilise un aliment comprenant 60 p. 100 de coque mélassée et 40 p. 100 de concentré. La « ration de finition » comporte par contre, 37 p. 100 de coque mélassée pour 67 p. 100 de concentré. La comparaison entre ration « d'adaptation » et ration de « finition » constitue le deuxième point de cette étude.

Le concentré II n'ayant pas donné les résultats escomptés, on a suspecté la valeur alimentaire des brisures de riz, produit extrêmement hétérogène et contenant parfois une forte proportion d'impuretés (sable et poussières). Dans un concentré II bis, du son de maïs a été substitué aux brisures de riz. La comparaison entre la ration II et la ration II bis est le troisième point étudié.

1. Comparaison entre l'aliment n° I et l'aliment n° II

Les rations utilisées sont celles comportant 60 p. 100 de coque mélassée pour 40 p. 100 de concentré, distribuées à chacun des deux lots,

pendant la période d'adaptation. Chaque lot comprend deux zébus et deux N'damas.

Ces rations diffèrent par la nature des suppléments dont la composition est donnée ci-après :

TABLEAU N°VI
Composition des deux suppléments

Supplément n° I	Supplément n°II
-granulés de son (mélange à parties égales de son de froment, sorgho et maïs) 50 kg	-farine basse de riz..... 54 Kg
-farine de maïs..... 15 "	-brisures de riz..... 35 "
-farine de sorgho..... 20 "	-tourteau d'arachide..... 3 "
-tourteau d'arachide expeller..... 10 "	-perlurée 46 p.100 d'N..... 2,5 "
-carbonate de calcium..... 2 "	-phosphate (polyfos)..... 1 "
-phosphate alumino-calcique (polyfos).... 1 "	-chlorure de sodium..... 1,750 "
-chlorure de sodium..... 1,750 "	-complément vitaminé..... 0,250 "
-complément vitaminé..... 0,250 "	

L'analyse chimique de la coque d'arachide, du supplément n° I et du supplément n° II donne les résultats suivants :

TABLEAU N°VII
Analyse bromatologique des trois constituants des rations

	Coque d'arachide mélassée 20 p.100	Supplément n°I	Supplément n°II
Matières sèches	822,5 p.100	901	915,3
Matières minérales	49,0	83,8	104,3
Matières organiques	950,9	916,18	895,6
Matières grasses	13,8	38,7	120,9
Matières protéiques	45,7	165,4	150,2
Matières cellulosiques (Wende)	648,7	63,3	114,8
E.N.A.	242,5	648,7	509,7
Phosphore	0,52	5,5	11,0
Calcium	3,52	12,44	12,3

Les résultats ont été obtenus à l'issue de quatre séries d'expérimentations portant sur deux zébus et deux taurins. La période d'adaptation des animaux à chaque nouveau régime dure trois semaines et les prélèvements sont étalés sur 10 jours. Ils ont lieu à 8 h. 30, avant la première distribution, et à 15 h. 30 soit 2 heures après le deuxième repas.

Les moyennes obtenues pour les taux de matière sèche, les taux d'acides gras volatils, d'ammoniac, d'azote total et de l'urémie sont notées dans le tableau VIII.

Les taux de matières sèches, d'acides gras volatils, d'ammoniac sont plus élevés dans la ration n° I que dans la ration n° II. Il en va inversement pour l'azote total et pour l'urémie.

TABLEAU N°VIII
Taux des nutriments produits

	Ration n°I	Ration n°II
Matières sèches g/l	n=40 29,35 ± 0,99	n=40 26,5 ± 1,02
Acides gras volatils totaux mEq/l	" 97,06 ± 6,83	" 88,86 ± 9,49
Ammoniac mg/l	" 149,7 ± 9,6	" 118,2 ± 19,2
Azote total g/l	" 0,131 ± 0,011	" 0,156 ± 0,022
Urémie g/l	" 0,300 ± 0,011	" 0,397 ± 0,024

Les proportions des différents acides sont comparables.

TABLEAU N°IX
Proportion des différents acides

	Ration n°I		Ration n°II	
	mEq/l	Pourcentage AGV totaux	mEq/l	Pourcentage AGV totaux
Acide acétique	67,3	69,4 p. 100	62,0	70,4 p. 100
Acide propionique	18,9	19,5 p. 100	16,9	19 p. 100
Acide butyrique	10,8	11,1 p. 100	9,4	10,6 p. 100

Au cours d'une analyse de variance portant sur 80 données, la variabilité a été décomposée entre ses différents facteurs. Les sources de variation tiennent aux régimes, aux réactions individuelles et raciales, aux jours de prélèvements, aux horaires de prélèvement, celui effectué à 8 h. à jeun fournissant des données plus basses que celui qui suit le repas de l'après-midi.

La différence tenant au régime est hautement significative. Le tableau suivant rapporte les valeurs de F. pour les différents nutriments.

TABLEAU N°X
Différence entre les régimes
Valeur de F

	Valeur de F
Acides gras volatils	11,27 ⁺⁺
Ammoniac	14,9 ⁺⁺
Azote total	26,3 ⁺⁺
Matières sèches	444 ⁺⁺
Urémie	29,3 ⁺⁺

Les suppléments n° I et n° II sont donc différents du point de vue des nutriments produits dans le rumen.

L'alimentation I entraîne une production plus élevée d'acides gras volatils, d'ammoniac alors que le taux de l'urémie est plus bas. Ces trois éléments semblent donc, du point de vue de l'efficacité alimentaire, conférer une supériorité à la ration n° I sur la ration n° II.

Les résultats généraux de l'expérimentation d'embouche le confirment.

En effet, dans le lot I sur les quatre mois d'alimentation intensive le croît moyen a été de 1.081 g par jour alors qu'il atteignait seulement 585 g/jour dans le lot II.

Et, sur les 43 premiers jours durant laquelle a été utilisée, en embouche, la ration d'adaptation, les deux lots se comportent déjà de façon très distincte. Pendant cette courte période, en effet, le lot I accuse un gain journalier de 725 g alors que dans le lot II, il est seulement de 285 g.

Les deux suppléments étudiés sont donc différents tant par le taux des nutriments produits au niveau du rumen que par les résultats sur l'animal obtenus au cours des essais d'em-bouche.

Cette différence tient certainement, en grande partie, à la nature de leurs constituants; le supplément n° I est composé de sons et de farines de céréales, d'une valeur économique relativement élevée, tandis que le supplément n° II contient surtout des sous-produits du

polissage industriel du riz (farines de cône et brisures) commercialisés à bas prix.

Mais leur analyse chimique peut également contribuer à expliquer leur efficacité différente. En effet, un certain nombre de corrélations ont été établies à l'issue de ces recherches entre certains constituants de la ration et le taux des nutriments produits au niveau du rumen. Les valeurs du coefficient de corrélation, soulignées d'un astérisque lorsqu'elles sont significatives sont les suivantes :

TABLEAU N°XI

Corrélation entre les AGV du rumen et les constituants chimiques de la ration (Valeur de r)

Constituants chimiques de la ration	Acides gras volatils			
	A.G.V. totaux	Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique
Matières celluloseuses	- 0,566 ⁺	- 0,523 ⁺	- 0,438 ⁺	- 0,659 ⁺⁺
Matières protéiques	0,183	0,199	0,166	0,188
E.N.A.	0,616 ⁺	0,564 ⁺	0,484	0,681 ⁺⁺
Matières grasses	pas de corrélations			

TABLEAU N°XII

Corrélation entre le taux protéique des rations et les autres éléments étudiés

	Azote total	Urée	Ammoniac	Matières sèches
Matières protéiques	- 0,072	0,423	0,635 ⁺⁺	0,181

Les taux des acides gras volatils totaux et des différentes fractions sont donc en corrélation négative avec la teneur en cellulose de la ration. Cette corrélation est hautement significative pour l'acide butyrique.

Dans les rations d'em-bouche utilisées, la production des acides gras volatils est donc d'autant plus faible que la teneur en cellulose est plus élevée.

Or, les deux suppléments ont des taux de cellulose différents. Le supplément n° I contient 63,3 g pour 1.000 de cellulose Wende pour un taux de 114,8 dans le supplément n° II.

L'extractif non azoté de la ration présente

une liaison positive avec le taux des acides gras volatils. La corrélation est hautement significative pour l'acide butyrique. Des taux d'E.N.A. élevés dans la ration sont donc le gage d'une forte production des acides gras volatils.

Or, les taux d'E.N.A. dans les deux rations sont de 648,7 pour le supplément n° I et de 509,7 pour le supplément n° II. Cet élément contribue encore à expliquer la supériorité du supplément n° I.

Le taux d'ammoniac dans le rumen se trouve en corrélation hautement significative avec la teneur en matières protéiques de la ration.

Cette teneur légèrement supérieure dans le supplément n° I va de pair avec un taux d'ammoniac plus élevé avec cette ration.

En définitive, les résultats biochimiques différents, obtenus au niveau du rumen avec les deux types de concentrés, sont en rapport avec leur composition chimique et semblent conférer à la ration n° I une valeur supérieure. Ces présomptions ont été vérifiées au cours des expériences d'em-bouche intensive.

2. Comparaison entre la ration « d'adaptation » et la ration « de finition » dans le cadre de l'aliment n° 1

La ration « d'adaptation » comporte 40 p. 100 de concentré pour 63 p. 100 dans la ration de « finition ».

Ces deux rations ont été expérimentées sur les mêmes animaux avec les mêmes horaires de prélèvement. Les résultats moyens obtenus au niveau du rumen sont les suivants :

TABLEAU N°XIII
Principaux résultats obtenus avec les deux rations

	Ration d'adaptation 60 p.100 coque-40 p.100 concentré		Ration de finition 33 p.100 coque-67 p.100 concentré	
	n=40	29,35 ± 0,99	n=40	33,66 ± 8,04
Matières sèches g/l				
Acides gras volatils totaux mEq/l	"	97,06 ± 6,83	"	103,20 ± 8,04
Ammoniac mg/l	"	149,7 ± 9,6	"	157,9 ± 15,1
Azote total g/l	"	1,310 ± 0,110	"	1,770 ± 0,110
Urémie g/l	"	0,300 ± 0,011	"	0,398 ± 0,014

La proportion entre les divers acides gras volatils en pour cent des acides totaux s'établit ainsi :

TABLEAU N°XIV
Proportion des différents AGV avec les deux rations

	Ration adaptation	Ration finition
Acide acétique	69,4	68,2
Acide propionique	19,5	19,7
Acide butyrique	11,1	12

Le pourcentage des trois acides reste donc inchangé de la ration d'adaptation à la ration de finition.

Le passage de la ration d'adaptation à la ration de finition entraîne une augmentation du taux des acides gras totaux ($F = 5,78 \pm$).

Alors que la proportion des acides acétique et propionique ne diffère pas dans les deux régimes; le taux d'acide butyrique est très significativement plus élevé dans la ration de finition ($F = 8,42$).

Les taux d'ammoniac du rumen ne sont pas différents d'une ration à l'autre tandis que ceux

de l'azote total et surtout de l'urémie sont nettement plus élevés.

En définitive, l'augmentation de la proportion de concentré dans la période de finition se traduit par une production supérieure d'acide butyrique et par élévation sensible du taux de l'urémie. On a donc augmenté la valeur énergétique de la ration avec une propension plus grande à former de la graisse, l'acide butyrique paraissant agir surtout comme précurseur de corps gras. Par contre, l'enrichissement de la ration entraîne un gaspillage d'azote préjudiciable à son rendement économique. Dans la période de finition, le rapport MAD/UF se trouve trop élevé.

Le but qu'on se proposait qui était d'augmenter la valeur énergétique de la ration de finition a donc partiellement été obtenu mais au prix d'une spoliation portant sur sa partie azotée. Cet inconvénient aurait pu être évité en modifiant la composition du concentré en période de finition dans le sens d'une diminution de son taux en matières protéiques.

Quoiqu'il en soit, les gains de poids journaliers obtenus au cours de l'expérimentation d'embouche intensive témoignent de l'efficacité de cette adaptation, puisque ceux-ci passent, en effet, de 725 g en période d'adaptation à 1.217 g en période de finition.

3. Comparaison entre le concentré II et le concentré II bis

Dans le concentré II bis, on substitue aux brisures de riz trop hétérogènes, du son de maïs, produit de meunerie commercialisé à Dakar à un prix relativement bas.

La composition centésimale des concentrés II et II bis s'établit alors ainsi :

Concentré II :

— Farine basse de riz	54
— Brisures de riz	35
— Tourteau d'arachide	3
— Perlurée 46 p. 100 d'N	2,5
— Carbonate de calcium	2,5
— Phosphate alumino-calcique	1
— Chlorure de sodium	1,750

— Complément vitaminé 0,250

Concentré II bis :

— Farine basse de riz	43
— Son de maïs	43
— Tourteau d'arachide	3
— Perlurée	3
— Carbonate de calcium	3
— Phosphate alumino-calcique	2
— Chlorure de sodium	2,5
— Complément vitaminé	0,5

Ces deux concentrés ont été testés dans les conditions habituelles, leur support étant constitué dans l'un et l'autre cas par de la coque d'arachide mélassée à 20 p. 100.

Le taux moyen de nutriment obtenu fait l'objet du tableau suivant :

TABLEAU N°XV

Principaux résultats en fonction des deux concentrés

	Concentré II		Concentré II bis	
Matières sèches g/l	n=40	26,5 ± 1,02	n=40	23,22 ± 0,87
Acides gras volatils totaux mEq/l	"	88,86 ± 9,49	"	87,64 ± 9,19
Ammoniac mg/l	"	118,2 ± 19,2	"	177,5 ± 31,8
Azote total g/l	"	0,156 ± 0,022	"	0,092 ± 0,005
Urémie g/l	"	0,397 ± 0,024	"	0,480 ± 0,022

Les taux de matières sèches et d'azote total sont nettement plus bas dans le concentré II bis.

Les taux d'acide gras volatils dans l'un et l'autre sont comparables.

La proportion des différents acides est très légèrement différente. Le concentré II par rapport au II bis paraissant conduire à la production supérieure d'acide acétique (70,4 p. 100 pour 69,8 p. 100) et une production moindre d'acide propionique (19 p. 100 pour 20,5 p. 100).

Les taux d'ammoniac et d'urémie sont très différents d'un concentré à l'autre et très significativement supérieurs dans la formule modifiée.

En définitive, la transformation du concentré II et II bis semble être de peu d'efficacité. Le taux des acides gras volatils n'est pratique-

ment pas augmenté, par contre, l'azote de la ration est beaucoup moins bien utilisé dans la nouvelle formule.

Cependant, la substitution d'un son aux brisures de riz paraît devoir être retenue pour la composition de ce type de concentré. En effet, au Sénégal, les brisures de riz sont recherchées en alimentation humaine ce qui rend leur disponible pour la nutrition animale très aléatoire. D'autre part, l'hétérogénéité des livraisons a déjà été soulignée. Le produit utilisé pour l'expérimentation ci-dessus correspondait à un lot correct, mais par la suite, certains contenaient des pourcentages d'impuretés rédhitoires. Il n'en reste pas moins que la formule de l'aliment II bis comporte un excès d'azote qui peut constituer un handicap pour une parfaite utilisation de l'aliment et entraîner à coup sûr une déperdition d'azote anti-économique.

Les diverses rations utilisées dans les expérimentations d'embouche intensive ont donné matière à une étude comparative portant sur les concentrés et les diverses formes de la ration (adaptation et finition) différent par les proportions entre concentrés et élément de lest (coque d'arachide mélassée).

C. CONCLUSIONS GENERALES

1. Le concentré n° I composé de son et de farine de céréale est supérieur au concentré n° II à base d'issues de rizerie.

Cette supériorité tient à la nature des constituants et aux différences existant dans la composition chimique des deux formules.

2. Le passage de la ration « adaptation » à la ration « finition » se traduit par une légère augmentation de l'apport énergétique et une forte élévation du rapport MAD/UF. Cette dernière conséquence paraît peu favorable en période terminale de l'embouche car elle entraîne une « spoliation » de l'azote contenu dans la ration et un surmenage physiologique

de l'animal pour l'élimination des déchets azotés.

3. Le remplacement dans le concentré II des brisures de riz par du son de maïs semble de peu d'efficacité sur le plan des performances et dans le cadre de l'expérience. Il est cependant nécessaire en raison des difficultés d'approvisionnement en brisures de riz et de l'hétérogénéité de ce produit.

4. Il convient de souligner une différence essentielle dans l'utilisation des rations à base de fourrage et des rations concentrées.

Dans les cas des fourrages existent pour la production des AGV une corrélation positive avec la cellulose et négative avec l'E.N.A., qui avec la méthode de dosage Wende représente ici essentiellement la lignine. La flore bactérienne du rumen est alors essentiellement cellulolytique. Avec les rations concentrées les corrélations s'inversent. La production des AGV est d'autant plus intense qu'il y a davantage d'E.N.A. et moins de cellulose. L'E.N.A. dans ce dernier cas est surtout constitué par l'amidon et les bactéries l'utilisent de préférence et au détriment de la cellulose.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADRIAN (J.) et JACQUOT (R.), « Valeur alimentaire de l'arachide et de ses dérivés », Paris, Maisonneuve et Larose (11, rue Victor Cousin - Ve), 1968, (Coll. : Techniques Agricoles de Productions Tropicales, XVI).
2. CALVET (H.), VALENZA (J.) et BOUDERGUES (R.), « Coque d'arachide et alimentation du bétail », Colloque sur l'Elevage organisé par l'O.C.A.M.M., Fort-Lamy, 8-13 décembre 1969.
3. CALVET (H.) et Collab., « Essais d'engraissement intensif de zébus Peulhs sénégalais », Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., (Rapport ronéotypé n° 2).
4. VALENZA (J.) et Collab., « Essais d'engraissement intensif de zébus Peulhs sénégalais », Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., (Rapport ronéotypé n° 1).
5. VALENZA (J.) et Collab., « Essais d'embouche intensive de zébus Peulhs sénégalais », Colloque sur l'Elevage organisé par l'O.C.A.M.M., Fort-Lamy, 8-13 décembre 1969.

Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux

Troisième partie :

Différences dans l'utilisation des rations entre les zébus Gobra et les taurins Ndama

par J. ARCHAMBAULT de VENCAY, H. CALVET et R. BOUDERGUES

Au cours d'études précédentes, ont été comparés trois fourrages disponibles au Sénégal ainsi qu'un certain nombre de rations ayant pour support la coque d'arachide, en utilisant comme critère la concentration des principaux nutriments produits au niveau du rumen.

Chacune de ces expérimentations a porté sur deux types d'animaux à fistule : des zébus de race Gobra et des taurins de race Ndama. La présente étude a pour objectif de mettre en évidence d'éventuelles différences entre ces deux espèces dans l'utilisation des mêmes rations.

La physiologie comparée des zébus (*Bos indicus*) et des taurins (*Bos taurus*) a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux en Afrique, à Madagascar et aux Etats-Unis.

C'est ainsi que HOWES, HENTGES et DAVIS (1964) ont effectué en Floride des digestibilités *in vivo* mettant en parallèle des génisses Brahman et Hereford. Pour la moyenne des essais, la digestibilité apparente de tous les constituants de la ration, sauf les lipides, est de 1 à 3 p. 100 supérieure chez les zébus. Le coefficient de digestibilité des protéines est de 45 p. 100 pour les Hereford et 50 p. 100 pour les zébus.

PHILLIPS et LAMPKIN (1964) expérimentent au Kenya sur du bétail Hereford et du

zébu local entretenus sur pâturage, et ne trouvent, par contre, aucune différence significative dans la digestibilité de ces deux espèces.

HUNGATE, PHILLIPS et MAC GREGOR comparent au Kenya les taux de fermentation au niveau du rumen par une méthode manométrique, et obtiennent dans tous les cas des taux de fermentation supérieurs chez les zébus.

PHILLIPS encore, au Kenya, rapporte que les zébus digèrent 3 p. 100 de plus de la matière organique provenant de pâturage de faible qualité par rapport à des Hereford soumis au même régime. Pour cet auteur, la supériorité des zébus serait due à une production plus importante de salive.

PAGOT, dans des expérimentations réalisées au Mali, portant sur les besoins d'abreuvement des zébus et des taurins de race Ndama, montre que la diminution de la soif résultant d'une forte humidité est plus prononcée chez les zébus que chez les Ndama quand la température ambiante se rapproche de la température corporelle. Les zébus paraissent mieux adaptés à des climats chauds et secs, les Ndama à des climats chauds et humides.

Enfin à Dakar, des études de digestibilité ont été effectuées sur des bovins locaux zébus et Ndama. Dans l'utilisation de la paille de riz, les Ndama révèlent une supériorité nette

pour la digestibilité de tous les composants de ce fourrage. Des résultats comparables sont obtenus avec du foin de *Panicum coloratum* qui semble encore mieux utilisé par les Ndama que par les zébus.

D'une façon générale, il semble ressortir de ces différentes études que les zébus utilisent mieux que les taurins les fourrages à forte teneur fibreuse. Il s'agit probablement d'une adaptation générale du zébu aux zones tropicales arides qui constituent son berceau naturel. Des mécanismes thermo-régulateurs efficaces associés à des capacités digestives élevées pour les herbages naturels de ces régions font du zébu une espèce précieuse pour l'exploitation des savanes tropicales.

Mais hors de son biotope et soumis à des conditions alimentaires artificielles, le zébu conserve-t-il cette supériorité digestive ? Les résultats présentés par la suite paraissent l'infirmier.

Les résultats présentés dans les articles précédents ont eu pour objet, de comparer un certain nombre de rations à base de coque

d'arachide mélassée supplémentée par des farines ou des sons et utilisées dans des expériences d'embouche intensive.

Les rations se différencient d'abord par la nature du concentré. Le concentré I est composé de trison, son de maïs, son de blé, son de mil en parties égales de farine de maïs, de farine de sorgho, de tourteau et de supplément minéral vitaminé. Le concentré II est à base de farine de riz (farine de cône) de brisures de riz, de perlurée et de complément minéral vitaminé. Dans le concentré n° II bis, le son de maïs est substitué aux brisures de riz. Au cours de la période d'embouche, la proportion de coque mélassée et de concentré a varié. On distingue ainsi les rations d'adaptation comportant 60 p. 100 de coque d'arachide mélassée et les rations de finition n'en contenant plus que 33 p. 100.

Les résultats, présentés ci-après, rapportent pour les zébus et les Ndama, les taux moyens des nutriments, d'abord pour chacune des rations étudiées, et ensuite sur l'ensemble de l'expérimentation.

TABLEAU N°1

Comparaison Zébus/N'Dama avec l'aliment n°1
Adaptation

	Z E B U S	N' D A M A
	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance
Matières sèches g/l	28,9 \pm 1,3	29,8 \pm 2,5
Acides gras volatils totaux mEq/l	95,71 \pm 11,50	98,42 \pm 9,03
Acide acétique mEq/l	64,06 \pm 6,60	70,6 \pm 5,89
Acide propionique mEq/l	19,8 \pm 3,84	18,0 \pm 2,42
Acide butyrique mEq/l	11,8 \pm 2,30	9,7 \pm 1,29
Ammoniac mg/l	149,8 \pm 19,4	149,1 \pm 13,8
Azote total g/l	0,136 \pm 0,026	0,127 \pm 0,020
Urémie g/l	0,319 \pm 0,014	0,289 \pm 0,022

L'analyse de la variance permet d'individualiser les sources de variations liées aux jours, aux heures de prélèvement et enfin à la race.

Les valeurs de F. liées à la comparaison zébus-Ndama pour chacun des nutriments sont indiquées tableau II.

Dans l'utilisation de cette ration, les zébus et les Ndama révèlent donc quelques différences.

Les taux des acides gras volatils totaux sont comparables dans l'une et l'autre race, cependant que les Ndama produisent davantage

TABLEAU N°II
 Comparaison Zébus/N'Dama
 Valeur de F

d'acide acétique alors que les zébus compensent par une plus grande proportion d'acide butyrique.

Les taux d'ammoniac et d'azote total sont comparables mais ceux de l'urémie sont plus élevés chez le zébu (tableau III).

Ce dernier aliment diffère donc du précédent par une concentration beaucoup plus importante du même concentré.

Nutriment	Valeur de F	Conclusion
Matières sèches	5,33 ⁺	N'Dama > Zébu
A.G.V. totaux	< 1	N'Dama = Zébu
Acide acétique	11,64 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide propionique	1,90	N'Dama = Zébu
Acide butyrique	8,11 ⁺	N'Dama < Zébu
Ammoniac	< 1	N'Dama = Zébu
Azote total	< 1	N'Dama = Zébu
Urémie	19,25 ⁺⁺	N'Dama < Zébu

TABLEAU N°III
 Comparaison Zébus/N'Dama avec l'aliment n°1
 Finition

	Z E B U S	N' D A M A
	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance
Matières sèches g/l	33,12 \pm 2,84	34,19 \pm 1,82
Acides gras volatils mEq/l	98,1 \pm 12,40	108,2 \pm 11,4
Acide acétique mEq/l	67,04 \pm 6,58	74,04 \pm 7,48
Acide propionique mEq/l	19,69 \pm 4,79	20,82 \pm 4,16
Acide butyrique mEq/l	11,44 \pm 2,55	13,39 \pm 2,55
Ammoniac mg/l	153,7 \pm 26,4	162,1 \pm 25,1
Azote total g/l	0,174 \pm 0,020	0,180 \pm 0,075
Urémie g/l	0,370 \pm 0,022	0,427 \pm 0,029

TABLEAU N°IV
 Comparaison Zébus/N'Dama
 Valeur de F

Nutriment	Valeur de F	Conclusion
Matières sèches	< 1	N'Dama = Zébu
A.G.V. totaux	4,58 ⁺	N'Dama > Zébu
Acide acétique	10,2 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide propionique	< 1	N'Dama = Zébu
Acide butyrique	3,32	N'Dama = Zébu
Ammoniac	< 1	N'Dama = Zébu
Azote total	< 1	N'Dama = Zébu
Urée	5,49 ⁺	N'Dama > Zébu

Les valeurs de F pour les différences liées à la race et pour chaque nutriment sont les suivantes (tableau IV) :

La seule différence porte ici sur les acides gras volatils totaux et spécialement l'acide acétique pour lesquels les taux sont plus élevés chez les Ndama que chez les zébus. Malgré un apport énergétique supérieur, l'azote de la ration semble moins bien utilisé par les Ndama qui présentent une urémie plus élevée.

Aliment II - Adaptation

Le concentré est ici à base de produits de

rizerie. L'aliment produit chez les zébus et les Ndama les résultats ci-après :

TABLEAU N° V
Comparaison Zébus/N'Dama avec l'aliment n°2
Adaptation

	Z E B U S	N' D A M A
	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance
Matières sèches g/l	25,80 \pm 1,8	27,22 \pm 1,1
A.G.V. totaux mEq/l	80,17 \pm 13,06	97,56 \pm 15,21
Acide acétique mEq/l	57,30 \pm 6,65	67,18 \pm 8,13
Acide propionique mEq/l	14,14 \pm 3,97	19,61 \pm 5,02
Acide butyrique mEq/l	8,03 \pm 2,47	10,74 \pm 2,21
Ammoniac mg/l	97,20 \pm 31,1	139,05 \pm 28,8
Azote total g/l	0,150 \pm 0,033	0,162 \pm 0,031
Urémie g/l	0,390 \pm 0,023	0,407 \pm 0,05

Les résultats du calcul de F liés aux facteurs raciaux sont donnés dans le tableau n° 6 :

TABLEAU N°VI
Comparaison Zébus/N'Dama
Valeur de F

Nutriment	Valeur de F	Conclusion
Matières sèches	2,86	N'Dama = Zébu
A.G.V. totaux	57,5 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide acétique	59,88 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide propionique	47,23 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide butyrique	29,9 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Ammoniac	8,64 ⁺	N'Dama > Zébu
Azote total	2,33	N'Dama = Zébu
Urée	1	N'Dama = Zébu

Avec cette ration, les Ndama présentent encore une supériorité hautement significative pour la production des A.G.V. totaux et de tous leurs composants.

La production d'ammoniac est également plus élevée chez les Ndama alors que l'urémie est comparable.

Aliment II bis - Adaptation

Le concentré II bis résulte de la substitution de son de maïs aux brisures de riz incluses dans le concentré II.

Les résultats pour les zébus et les Ndama sont présentés dans le tableau VII.

Les calculs de F pour la différence liée à la race donnent les résultats notés tableau VIII.

Les Ndama pour cette ration manifestent encore une supériorité dans la production des éléments énergétiques, marquée surtout ici pour l'acide butyrique.

Si l'on établit maintenant une comparaison générale des deux espèces pour toutes les rations étudiées, les valeurs de F pour la variation liée à la race sont celles indiquées dans le tableau IX.

CONCLUSION

La comparaison entre ces deux espèces de bovins existant au Sénégal en fonction des taux de nutriment produit au niveau du rumen au cours de l'utilisation de rations à base de coque d'arachide mélassée, supplémentée, montre une supériorité nette des Ndama dans la production des acides gras volatils, manifeste surtout pour l'acide acétique.

TABLEAU N° VII
 Comparaison Zébus/N'Dama avec l'aliment n°2bis
 Adaptation

	Z E B U S	N' D A M A
	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance	$\bar{x} \pm$ intervalle de confiance
Matières sèches g/l	17,55 \pm 4,81	18,52 \pm 4,56
A.G.V. totaux mEq/l	83,30 \pm 13,88	91,47 \pm 13,60
Acide acétique mEq/l	59,11 \pm 7,51	63,47 \pm 8,09
Acide propionique mEq/l	17,13 \pm 4,43	18,93 \pm 3,93
Acide butyrique mEq/l	7,77 \pm 2,17	9,12 \pm 1,71
Ammoniac mg/l	176,6 \pm 44,5	178,25 \pm 45,3
Azote total g/l	0,091 \pm 0,031	0,093 \pm 0,006
Urémie g/l	0,458 \pm 0,038	0,488 \pm 0,038

TABLEAU N°VIII
 Comparaison Zébus/N'Dama
 Valeur de F

Nutriment	Valeur de F	Conclusion
Matières sèches	< 1	N'Dama = Zébu
A.G.V. totaux	11,68 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide acétique	7,53 ⁺	N'Dama > Zébu
Acide propionique	4,60 ⁺	N'Dama > Zébu
Acide butyrique	10,77 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Ammoniac	< 1	N'Dama = Zébu
Azote total	< 1	N'Dama = Zébu
Urémie	< 1	N'Dama = Zébu

TABLEAU N°IX
 Comparaison générale des deux espèces pour toutes
 les rations-Valeur de F

Nutriment	Valeur de F	Conclusion
A.G.V. totaux	5,09 ⁺	N'Dama > Zébu
Acide acétique	41,1 ⁺⁺	N'Dama > Zébu
Acide propionique	5,55 ⁺	N'Dama > Zébu
Acide butyrique	5,16 ⁺	N'Dama > Zébu
Ammoniac	1,16	N'Dama = Zébu
Azote total	1	N'Dama = Zébu
Urée	11,33 ⁺⁺	N'Dama > Zébu

Il semble donc que le Ndama utilise mieux que le zébu, pour la production des nutriments énergétiques, les rations concentrées contenant peu de cellulose et des quantités importantes d'extractif non azoté. Le format réduit de cette race la rend malheureusement impropre à la production, par embouche intensive, de carcasse de haute valeur commerciale.

Les nombreux métis zébus Ndama existant au Sénégal ont vraisemblablement hérités d'une part plus ou moins importante de cette aptitude spéciale des Ndamas à mieux utiliser les rations concentrées. Ce fait doit se traduire par des performances supérieures à celles de zébus lors d'une alimentation intensive.

BIBLIOGRAPHIE

FRENCH (M. H.), « The comparative digestive powers of zebu and high - grade european cattle » (Capacité digestive comparée des zébus et des taurins européens de races perfectionnées), Tanganika Territory, Veterinary Laboratory Mpwapwa.

GRANIER (P.), « Etude sur la digestibilité chez le zébu », Maisons-Alfort, I.E.M.V.T. (Rapport ronéotypé).

HUNGATE (R. E.) et al, « A comparison of the rumen fermentation in Hereford and Brahman

- cattle » (Comparaison des fermentations ruminales chez les taurins Hereford et les zébus Brahman), Muguga (Kenya) East African Veterinary Research Organisation.
- PAGOT (J.) et DELAINE (R.), « Besoins en eau des taurins et des zébus en zone tropicale (A.O.F.) », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1958, **11** : 293-300.
- PHILLIPS (G. D.), « Physiological comparison of european and zebu steers » (Comparaison physiologique de bouvillons européens et zébus), *Res. vet. Sci.*, 1961, **2** (3) : 202-08.
- ROGERSON (H.), LEDGER (H.) et FREEMAN (G. H.), « Food intake and liveweight gain comparison of *bos indicus* and *bos taurus* on high plane of nutrition » (Consommation et gain de poids comparés des zébus et taurins soumis à une ration hautement énergétique), *Anim. Prod.*, 1968, **10** (4) : 373.

Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux

Quatrième partie :

Evolution des taux de nutriments au cours d'une période de 24 heures

par H. CALVET, J. ARCHAMBAULT de VENCAY et R. BOUDERGUES

Dans des articles précédents, ont été comparés du point de vue des taux de nutriments dosés au niveau du rumen, trois fourrages utilisés au Sénégal ainsi qu'un certain nombre de rations à base de coque d'arachide ayant servi à des essais d'embouche intensive.

Les résultats obtenus pour chaque type de ration correspondaient pour chacun des nutriments à la moyenne des taux à l'issue de séries de prélèvements de jus de rumen biquotidiens effectués à des horaires liés à la distribution des repas durant cinq jours non consécutifs.

Un autre type d'expérimentation est conçu pour mettre en lumière l'évolution des taux des divers nutriments au cours d'un nyctémère. Les résultats de deux de ces expérimentations vont être cités à titre d'exemple, les phénomènes se reproduisant chaque fois de façon assez comparable.

Pour chacune des quatre rations étudiées, une expérimentation comportant des prélèvements répétés pendant 24 heures avec un intervalle de 1 h. 30 a été poursuivie sur un zébu et un Ndama. Le premier prélèvement a lieu à 8 h. 30 avant la distribution du premier repas, le dernier à 7 h. le lendemain matin, et chacun donne lieu au dosage des mêmes éléments : acides gras volatils, ammoniac, urémie, azote total, matières sèches.

Le premier essai intéresse deux animaux adaptés au régime comportant le supplément n° II avec les proportions de coque d'arachide mélassée (60 p. 100) et de supplément (40 p. 100) correspondant à la période d'adaptation à l'embouche intensive.

Le deuxième utilise le supplément n° II bis en période de finition soit 33 p. 100 de coque d'arachide mélassée et 67 p. 100 de supplément.

a) Aliment II - Période d'adaptation

Les résultats font l'objet du tableau I et d'un graphique, et correspondent pour chaque prélèvement à la moyenne des deux animaux.

La production des acides gras volatils commence dès l'administration du repas et le premier maximum est atteint à 11 h. 30. Les taux baissent ensuite jusqu'à la deuxième distribution d'aliment, un deuxième maximum est noté à 16 h. à partir de laquelle la production se maintient en plateau jusqu'à 2 h. 30. Dans la dernière partie de la nuit, la production d'acide gras baisse de façon sensible pour être presque nulle à 7 heures du matin.

La production d'ammoniac est également rythmée par les deux administrations de la ration. Le maximum très élevé est atteint dès le 2^e prélèvement, un deuxième pic se situe à

TABLEAU N° I

Données obtenues à chaque prélèvement avec l'aliment n°2
Adaptation

Horaire des prélèvements	A.G.V. totaux mEq/l	Ammoniac mg/l	Azote total g/l	Urémie g/l
8h.30	67,1	84,9	2,17	0,289
9h.	89,1	249,3	2,53	0,330
11h.30	100,8	220,9	2,49	0,352
13h.	92,8	125,0	1,96	0,379
14h.30	86,8	60,0	1,99	0,428
16h.	110,7	201,8	2,52	0,503
17h.30	101,0	129,8	2,09	0,424
19h.	102,5	117,1	2,28	0,361
20h.30	107,5	76,1	2,33	0,361
22h.	97,5	68,6	2,61	0,335
23h.30	99,3	46,7	2,35	0,367
1 h.	88,4	42,8	2,42	0,289
2h.30	87,2	41,0	2,28	0,441
4 h.	77,8	61,6	2,42	0,447
5h.30	66,4	81,7	2,31	0,440
7 h.	59,4	95,3	2,15	0,433

Heures des repas : 8h.30 et 13h.30.

16 h. De là, le taux d'ammoniac baisse régulièrement jusqu'à 2 h. 30 pour se relever dans la dernière période de la nuit.

L'urémie augmente régulièrement jusqu'à 16 h. pour s'abaisser ensuite jusqu'à 1 h. En fin de nuit, les taux augmentent à nouveau. Enfin, l'azote total présente trois maximums successifs.

Ces données n'évoluent pas indépendamment les unes des autres. Leur évolution coordonnée semble dessiner deux périodes essentielles dans l'activité des micro-organismes du rumen.

La première période va de 8 h. 30 à 16 h. Elle est dominée par l'activité protéolytique des bactéries. Les protéines de la ration sont attaquées, désaminées, le résultat se traduisant par un dégagement d'ammoniac. Dans cette première phase, le taux de l'urémie s'élève progressivement, la courbe de l'azote total suivant une évolution parallèle à celle de l'ammoniac. A partir de 16 h. commence la période des synthèses bactériennes. Ces synthèses sont per-

mises grâce au taux des acides gras volatils dont le niveau se maintient élevé jusqu'à 2 h. 30 de la nuit.

On assiste alors à une chute progressive de l' PNH_3 qui emprunte la voie des synthèses et non celle de l'élimination hépato-rénale puisque, pendant la même période, l'urémie diminue et l'azote total du rumen a tendance à augmenter. Vers la fin de la nuit, une faible ammonio-génèse se produit à nouveau. Comme le taux des A.G.V. est au plus bas, les synthèses ne sont plus possibles et l'urémie remonte brutalement alors que l'azote total décroît.

b) Avec la ration II bis « finition » comportant un taux de concentré plus important, l'enchaînement des phénomènes est identique, mais les taux des nutriments sont plus élevés. Il semble, en outre, que dans ce cas, la consommation soit plus régulière puisque la production AGV ne présente plus le minimum noté précédemment avant le deuxième repas.

La comparaison de ces deux graphiques (pages 316-17) permet de formuler certaines remarques.

TABLEAU N° II

Données obtenues à chaque prélèvement avec l'aliment n° 2 bis
Finition

Horaire des prélèvements	A.G.V. totaux mEq/l	Ammoniac mg/l	Azote total g/l	Urémie g/l
8h.30	66,2	108,5	1,13	0,469
9h.	78,1	211,1	1,33	0,468
11h.30	85,7	206,6	1,32	0,523
13h.	94,3	202,2	1,23	0,504
14h.30	100,0	211,1	1,21	0,557
16h.	108,8	272,5	1,18	0,567
17h.30	116,6	304,0	1,17	0,574
19h.	116,4	267,0	1,07	0,553
20h.30	110,3	180,0	1,11	0,533
22h.	112,5	151,2	1,21	0,526
23h.30	108,7	120,7	1,30	0,473
1 h.	108,5	131,1	1,28	0,484
2h.30	98,9	110,6	1,21	0,472
4 h.	90,6	91,7	1,06	0,470
5h.30	85,5	95,0	1,20	0,464
7 h.	76,4	105,6	1,10	0,456

Heures des repas : 8h.30 et 13h.30

En dehors des taux moyens plus élevés d'acides gras volatils dans la deuxième expérience $97,5 \pm 5,8$ pour $89,6 \pm 8,1$ dans la première, il faut noter un intervalle de confiance moins important et surtout la progressivité dans la production des acides gras volatils. En ce qui concerne l'ammoniac, on note dans la première expérience une montée très rapide des taux, le maximum étant atteint dès le deuxième prélèvement. Dans le deuxième essai, au contraire, le phénomène est beaucoup plus lent, ce qui entraîne des possibilités de métabolisation meilleure, et va de pair avec une déperdition moindre d'azote sous forme d'urée, relativement plus faible. L'allure de la courbe d'urémie et d'azote total, dans ce dernier cas, témoigne encore d'une continuité et d'une synchronisation meilleure des processus biochimiques au niveau du rumen, gage certain d'une meilleure utilisation des nutriments.

On peut remarquer, en dernier lieu, que les prélèvements effectués à 8 h. 30 et 16 h. tels qu'ils ont été pratiqués dans les recherches précédentes donnent une assez bonne approximation de la moyenne sur 24 heures pour chacun des nutriments comme il ressort du tableau III.

CONCLUSION

En définitive, la méthode utilisant des prélèvements répétés pendant 24 heures s'avère complémentaire de celle utilisée dans les recherches précédentes au cours desquelles deux prélèvements journaliers avaient lieu pendant cinq jours non consécutifs. Leur objectif est en effet commun et vise au perfectionnement des rations en vue de leur meilleure efficacité. Les critères à retenir pour parvenir à ce but pourraient être les suivants :

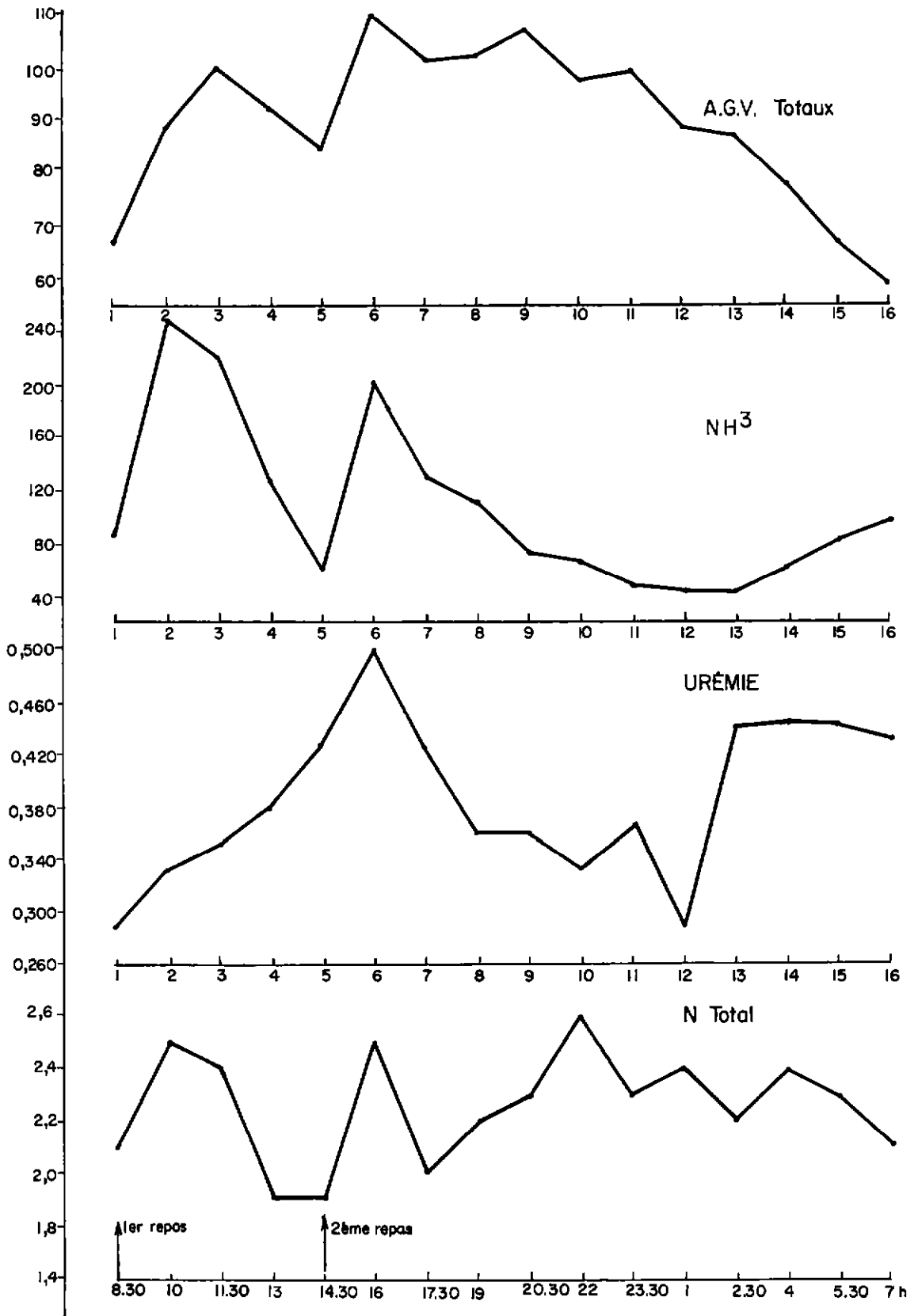
— Obtention des taux d'acides gras volatils maximaux, établis de façon progressive et maintenus en plateau le plus longtemps possible.

— Proportions les plus élevées du bloc propionique et butyrique au sein des A.G.V. totaux.

— Dégagement progressif d'ammoniac évitant les pics brutaux et élevés générateurs de pertes importantes d'azote par les urines.

— L'azote total enfin doit rester stable au cours des 24 heures, sa diminution apparaissant lorsque l'urémie est élevée et lorsqu'il y a une fuite rénale d'azote.

ALIMENT II - Adaptation



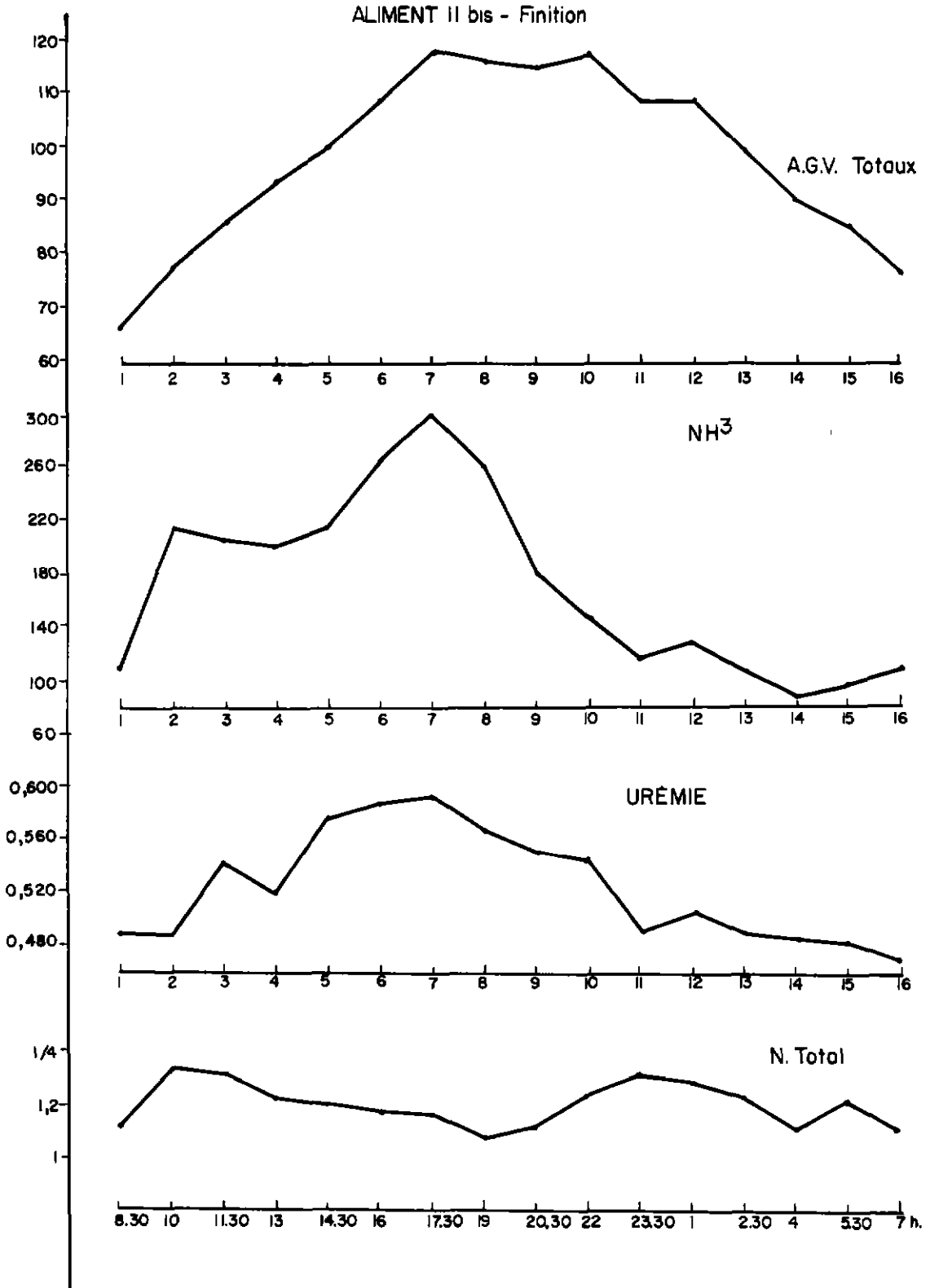


TABLEAU N°III
Moyenne générale et moyenne des prélèvements de 8h.30 et de 16h.

Type de ration		AGV totaux mEq/l.	Ammoniac mg/l.	N total g/l.	Urémie g/l
I Adaptation	Moyenne générale	85,2 ± 5,1	81,3 ± 15,9	1,143 ± 0,113	0,368 ± 0,011
	Moyenne 8h.30 - 16h.	79,2	79,8	1,299	0,376
I Finition	Moyenne générale	98,9 ± 8,9	69,1 ± 16,8	1,716 ± 0,077	0,258 ± 0,026
	Moyenne 8h.30 - 16h.	106,0	126,2	1,668	0,284
II Adaptation	Moyenne générale	89,6 ± 8,1	106,4 ± 34,6	2,310 ± 0,103	0,386 ± 0,032
	Moyenne 8h.30 - 16h.	85,1	113,4	2,349	0,396
II bis Adaptation	Moyenne générale	87,2 ± 6,3	143,7 ± 24,5	0,868 ± 0,067	0,402 ± 0,019
	Moyenne 8h.30 - 16h.	85,7	185,5	1,012	0,408
II bis Finition	Moyenne générale	97,5 ± 5,8	173,0 ± 25,5	1,199 ± 0,053	0,506 ± 0,027
	Moyenne 8h.30 - 16h.	87,5	190	1,161	0,518

BIBLIOGRAPHIE

Physiologie du rumen. - Rapports de fonctionnement du Laboratoire national de Recherches Vétérinaires de Dakar, 1968-1969.

LAMBOT (O.) et collab., « Croissance, engraissement et acides gras volatils chez les jeunes bovins ». *Ann. Méd. vét.*, 1968, **112** (4) : 287-318.

Comportement laitier, à Haïti, de vaches Suisse-Brune et de race Jersey

par F. MAIGNAN

avec la collaboration de L. CANTAVE

RESUME

L'auteur a étudié la production et la reproductivité de vaches Brune des Alpes et Jersiaise durant la période de 1956 à 1961, à la Station expérimentale bovine (Haïti). Les données de la production sont analysées statistiquement suivant une randomisation constituée par 2 blocs de 6 parcelles. Il en ressort que la production des Brune des Alpes s'est révélée supérieure de 5 p. 100 à celle des Jersiaises.

Il en a été de même pour la reproductivité. Les résultats de ce travail ne doivent pas être considérés comme définitifs.

Les tentatives faites dans de nombreux pays à climat tropical ont nettement montré que le bétail de races hautement spécialisées dans la production laitière, originaire de régions tempérées et exploité sous ces conditions tropicales présente une très faible adaptabilité qui se traduit finalement par une diminution marquée du rendement.

Inversement, le bétail local, créole ou zébu, s'il offre une résistance marquée aux difficiles conditions de milieu n'a qu'une production laitière insuffisante.

Plusieurs essais officiels ont été conduits dans ce sens, tant à la Jamaïque, qu'au Venezuela, afin d'obtenir par croisement de bétail laitier importé avec le bétail autochtone des produits réunissant d'appréciables qualités laitières à une bonne adaptation aux conditions écologiques, trop souvent défavorables, locales.

Selon T. NARCISSE (2) ce fut en 1926 puis en 1949 que furent respectivement importés à Damien des animaux Jersiais puis Suisses de la race Brune des Alpes, en provenance des U.S.A. Cet auteur précise que le but de ces importations était d'étudier les facultés

d'adaptation des animaux de ces deux races aux conditions tropicales de la Station, de recueillir des données sur leur capacité laitière et sur la qualité et la teneur en matière grasse de leur lait.

Jusqu'à présent, il n'existait dans la littérature professionnelle aucune étude spéciale sur le comportement du bétail Jersiais et Brune des Alpes, dans les conditions propres à Haïti et plus particulièrement celles de la Station Zootechnique de Damien, qui aurait permis d'évaluer objectivement leur rendement laitier, leur fécondité et leur reproductivité.

Cette étude a heureusement été rendue possible du fait de l'existence de registres où sont consignées depuis déjà pas mal d'années les productions laitières et la fécondité du troupeau.

Certes, une telle étude ne prétend pas refléter exactement ce que pourra être le comportement de ces mêmes races dans toutes les régions d'Haïti et plus généralement partout où, sous les tropiques, elles rencontreront des données écologiques identiques, mais tous ceux qui sont intéressés par la production du lait à Haïti

pourront y trouver des éléments susceptibles de les guider et de les orienter vers les solutions les mieux appropriées aux buts recherchés.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Ce travail a été réalisé en utilisant les données de la production laitière des vaches pur sang Suisse Brune et Jersiaises telles qu'inscrites sur les registres de la Station Expérimentales Bovine de Damien pour la période qui va de 1956 à 1961.

L'observation a porté sur 107 vaches (58 S.B. et 49 J.) pour une période de lactation de 305 jours, la date du vêlage et celle de la fin de la traite se situant au cours d'une même année.

Ont été éliminées en effet toutes les vaches dont le cycle de lactation a été à cheval sur deux années, celles n'ayant pas atteint un quatrième vêlage ainsi que celles dont l'écart entre deux parturitions successives a effectivement dépassé 425 jours.

A la S.E.B. la traite a lieu deux fois par jour. Les animaux sont laissés en liberté sur des pâturages d'Angleton (*Andropogon annulatus*), de Pangola (*Digitaria decumbens* sp.) d'herbe de guinée (*Panicum maximum* Jacq.).

Pendant la lactation, elles reçoivent en outre un concentré à 15 p. 100 de protéine par livre, à raison d'une livre pour 3 litres de lait produits.

Les données de la production laitière au cours de ces six années ont été classées suivant une randomisation constituée par deux blocs de six parcelles réparties au hasard. Les blocs correspondent aux « Races » et les parcelles aux « années ».

Les analyses de variance ont été effectuées avec ces données.

RESULTATS

Production

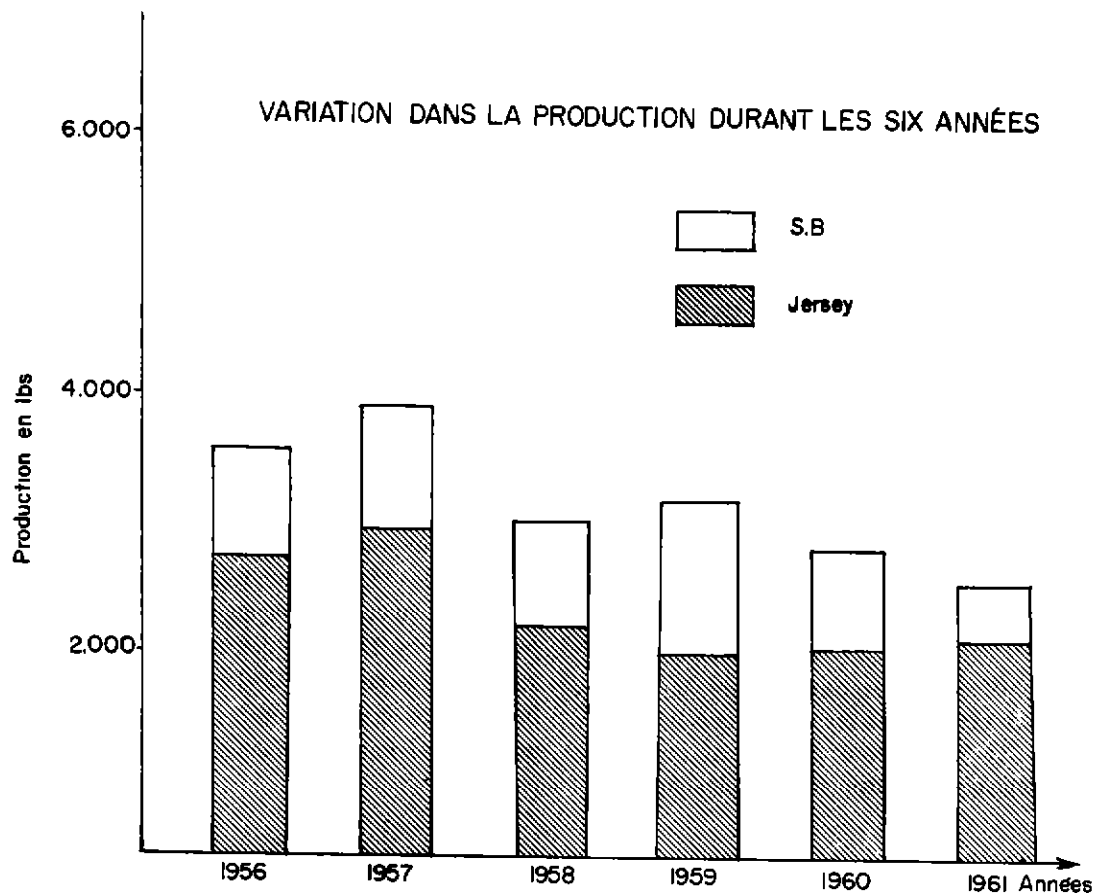
La moyenne de la production en livres pour les deux races pendant la période 1956 - 1961 est présentée dans le tableau n° I.

TABLEAU N° I
Moyenne annuelle de la production - Quantité en livres

ANNEE	R a c e			
	Suisse - Brune		Jersey	
	Quantité de lait en livres	Nombre d'animaux	Quantité de lait en livres	Nombre d'animaux
1956	4.182.30	9	3.054.10	9
1957	4.647.35	7	3.162.32	9
1958	3.173.33	6	2.438.37	6
1959	3.338.10	9	2.283.73	10
1960	3.123.06	14	2.342.53	8
1961	2.861.06	13	2.440.42	7
Total annuel	21.325.20	58	15.721.47	49
Moyenne annuelle	3.554.16		2.620.24	

Comme on peut l'observer, la Suisse-Brune accuse une moyenne de production plus élevée que la Jersiaise soit 3.554.16 lbs contre 2.260,24 lbs.

Les plus hautes productions se situent dans les années 1956 - 1957 pour les deux races, avec une diminution graduelle au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'année 1961 (Voir graphique).



Dans le but de déterminer l'importance des variations dans la production, les données ont été classées par race et par année, selon l'âge des animaux. Les résultats des analyses de variance se trouvent dans le tableau n° 2 et accusent une différence significative au seuil de 5 p. 100 en faveur de la race Suisse Brune.

En outre, l'interaction race x année est significativement élevée, c'est-à-dire, au cours de certaines années, une race manifeste la tendance à produire davantage que l'autre.

Pendant ces six années, la Suisse-Brune a donné 57,56 p. 100 de la production totale et la Jersiaise 42,44 p. 100.

TABLEAU N° II

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carrés moyens	F
Race	1	17.483.260.33	17.483.260.33	26,4 ++
Année	5	20.317.865.29	4.063.573.05	6,1 +
R X A	5	45.511.603.63	9.102.320.72	13,7 +
Erreur	95	62.737.700.33	660.395.79	
Total	106	146.050.429.63		

++ = significatif au seuil de 1 p.100; + = significatif au seuil de 5 p.100.

En France (1) la moyenne de 985 vaches de race Suisse-Brune, soumise au contrôle laitier au cours de l'année 1950 s'est élevée à 2.966 kg $6 \pm 20,5$. Cette donnée provient de zones tempérées de conditions écologiques complètement différentes des régions tropicales. Au Vénézuéla, où le climat est similaire à celui de Damien, Rios et Collab. (3) ont obtenu pour 243 lactations une moyenne de 3.532 kg ± 130 . La production de la Suisse-Brune à la Station Expérimentale Bovine se révèle inférieure à celles obtenues par les auteurs précités. Quant à la Jersiaise, sa production ne représente que 73 p. 100 de celle de la Suisse-Brune.

Reproductivité

Un autre indice pour valoriser le comportement du bétail dans les régions chaudes des tropiques s'obtient par les données de la capacité reproductrice.

Les chiffres correspondant aux intervalles entre deux vêlages, les services nécessaires pour atteindre la fécondation permettent davantage de connaître le comportement des animaux.

En général, les intervalles entre les vêlages servent pour observer la fréquence avec laquelle les vaches renouvellent leur production; mais ils démontrent aussi la capacité reproductrice des animaux et il semble qu'il existe une influence négative du milieu chaud qui se manifeste essentiellement en troubles du fonctionnement de l'appareil génital féminin et en la prolongation de l'intervalle. En conséquence, il existe certaine possibilité de juger de l'adaptation de l'animal en milieu tropical par les fréquences de ses parturitions.

Le tableau n° 3 montre la moyenne des écarts entre deux vêlages et des services par vêlage pour les 2 races.

Les deux races accusent une moyenne respective de 435.81 et de 1.24 pour l'écart entre 2 vêlages successifs et le nombre de service par mise-bas. Dans les deux cas la Suisse-Brune se révèle supérieure à la Jersiaise et, à la lumière de ces données, manifeste une plus grande adaptabilité sous nos conditions tropicales.

TABLEAU N°III

Moyenne des écarts - Vêlage et des services par vêlage.

Races	Ecart-vêlage	Numéro d'observation	Service par vêlage	Numéro d'observation
Suisse-Brune	412.72	11	1.21	14
Jersey	458.90	11	1.27	14
\bar{x}	435.81		.24	

CONCLUSIONS

Il est surprenant de constater les productions relativement basses des deux races, sous les conditions tropicales de Damien.

Des résultats des analyses statistiques, nous pouvons apporter les conclusions provisoires suivantes :

a) La production de la Suisse-Brune est supérieure à celle de la Jersiaise.

b) La production pour les 2 races semble diminuer progressivement après la 5^e lactation.

c) La Suisse-Brune accuse une plus forte reproductivité que la Jersiaise.

Les résultats de ces observations ne doivent pas être considérés comme définitifs en ce qui concerne ces deux races. Pour cela il est nécessaire de faire intervenir d'autres données tels la production totale, le pourcentage en matière grasse, l'écart entre les vêlages, le rythme de développement des veaux, la valeur des taureaux en fonction de leur index laitier sur un plus grand nombre d'années, en tenant essentiellement compte des conditions d'alimentation et d'entretien peut-être améliorées.

Quoiqu'il en soit, sur les bases actuelles et dans les conditions écologiques propres à la Station, il apparaît que la Brune des Alpes est sensiblement supérieure à la Jersiaise tant en ce qui concerne le rendement laitier que la reproductivité.

SUMMARY

Dairy production of Brown-Swiss and Jersey cows in Haïti

Data of production and reproductivity of Brown-Swiss and Jersey cows in the Station Experimentale Bovine (Haïti) during the period 1956-1961 are studied. These data are analysed statistically according to a randomized block constituted by 2 blocks of 6 split plots. Analyses concluded that production of Brown-Swiss was superior at Jersey (Level 5 p. 100) as so as the reproductivity. The results of this work are not definitive.

RESUMEN

Producción lechera de vacas Pardo-Suiza y Jersey en Haïti

Se tomaron datos de producción y de reproductividad de las vacas pardo-Suiza y Jersey de la Station Experimentale Bovine (Haïti), durante el periodo 1956-1961. Los datos sobre la producción se clasificaron según una randomización de 2 bloques de 6 parcelas repartidas al azar. Se analizaron los datos estadísticamente y se concluye que la producción de la raza suiza superó a la de la Jersey a un nivel de 5 p. 100. Fue asimismo para la reproductividad. El resultado de este trabajo no debe tomarse como definitivo.

BIBLIOGRAPHIE

1. LEROY (A. M.), SENTEX (J.) et STOECKEL (R.), « Le producteur de lait », Paris, Hachette, 1966, (Encyclopédie des connaissances agricoles).
2. NARCISSE (T.), « Amélioration des bovins indigènes et ses conséquences économiques », *Bull. agric., Dept Agric. Haïti*, 1954, 3 (8): 22-24.
3. RÍOS (C. E.) et BODISCO (V.), « Un aporte al conocimiento del ganado mestizo de Pardo-Suizo para producción de leche de la region de Carora (Venezuela) », Maracay (Venezuela), Centro de Investigaciones agronomicas, 1962.
4. SNEDECOR (G.), « Statistical methods », 5th ed., Iowa State College, 1956, 537 p.

Extraits-Analyses

Maladies à virus

- 71-056 **BERNARD (G.) et BOURDIN (P.).** — Etat immunitaire actuel, naturel ou acquis du cheptel sénégalais vis-à-vis de la peste bovine, de la maladie des muqueuses, de la rhinotrachéite infectieuse et la maladie respiratoire respiratoire à virus Parainfluenza III. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2) :

Les auteurs ont contrôlé par des techniques sérologiques appropriées l'immunité naturelle ou acquise des bovins, ovins et caprins sénégalais vis-à-vis des maladies contagieuses suivantes : la peste bovine, la maladie des muqueuses, la rhinotrachéite infectieuse et l'affection respiratoire à para-influenza III.

En ce qui concerne la peste bovine, après les trois années de la campagne conjointe de vaccination des bovins, le taux d'animaux immunisés est égal à 80 p. 100. Un contrôle fait chez les petits ruminants montre que 50 p. 100 des moutons et des chèvres ont à l'état naturel des anticorps neutralisant le virus pestique. Pour la maladie des muqueuses et la maladie respiratoire à Parainfluenza III, 50 p. 100 des bovidés et des petits ruminants ont des anticorps. Quant à la rhinotrachéite infectieuse, seuls les bovidés ont des anticorps.

- 71-057 **RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.) et RAKO-TONDRAMARY (E.).** — Etude de quelques propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2) :

Plusieurs propriétés du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache sont étudiées, comparativement à celles de souches tchèques. Petite taille, acide ribonucléique, résistance aux solvants organiques et aux pH acides, stabilisation à la chaleur par le chlorure de magnésium, résistance au désoxycholate de soude et à la trypsine, inhibition par le 5 fluorouracile et synthèse cytoplasmique sont identiques.

- 71-058 **TAYLOR (R. L.), MAYNARD (A.).** — Isolements de virus à partir des tumeurs oculaires bovines. (Viral isolations from bovine eye tumors). *Am. J. vet. Res.*, 1969, 30 (10) : 1885-86. (Traduction du résumé des auteurs.)

Le virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine a été isolé de 15 tumeurs oculaires bovines sur 32 examinées, mais pas une seule fois sur 20 yeux normaux, au moyen de la technique de culture cellulaire.

Les anticorps neutralisants anti-RIB ont été trouvés sur 51 des 72 bovins (72 p. 100) ayant des tumeurs oculaires et sur 28 des 96 sujets aux yeux normaux (29 p. 100).

- 71-059 **FONTAINE (M. P.) et PETERMANN (H. G.).** — Essais d'adaptation des virus de la grippe équine à des cellules de mammifères. *Rech. vét.*, 1969 (3) : 1-11. (Résumé des auteurs.)

Les virus de la grippe équine (souches *A. equi* 1 et *A. equi* 2) peuvent se multiplier dans certaines cellules de mammifères; les cellules rénales bovines

produisent des suspensions virulentes assez semblables à celles recueillies dans les œufs embryonnés; en cellules BHK, seule la souche *A. equi* 1 se multiplie et permet une production particulièrement riche. Des difficultés inhérentes à la nature des cellules rénales équine en culture n'autorisent que des cycles de multiplication abortifs pour les deux types de virus.

- 71-060 **PUGH (G. W.), HUGUES (D. E.), PACKER (R. A.). — Kératoconjunctivite infectieuse bovine: interactions de *Moraxella bovis* et du virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine.** (Bovine infectious keratoconjunctivitis: interactions of *Moraxella bovis* and infectious bovine rhinotracheitis virus). *Amer. J. vet. Res.*, 1970, **31**: 653-62.

Les auteurs ont examiné les conséquences des infections par *Moraxella bovis* et le virus de la rhinotrachéite infectieuse sur les yeux des bovins. 5 des 10 animaux ayant reçu une culture de *M. bovis*, sont atteints de kératoconjunctivite unilatérale. La surinfection par le virus 41 jours plus tard ne provoque que de la conjunctivite bilatérale sur la totalité des animaux. L'infection concomitante par *M. bovis* et le virus RIB sur 10 autres bovins fait apparaître une sévère kératoconjunctivite unilatérale sur 6 d'entre eux et bilatérale sur le reste; les premiers ont en plus de la conjunctivite sur l'autre œil.

L'infection de 10 autres bovins par le virus RIB permet d'observer une sévère conjunctivite bilatérale sur l'ensemble des sujets; la surinfection 24 jours plus tard par *M. bovis* provoque de la kératite unilatérale sur 4 d'entre eux et bilatérale sur les 3 autres. L'infection de 6 témoins par *M. bovis* seuls fait apparaître de la kératoconjunctivite sur 5 d'entre eux.

Il apparaît donc que le virus RIB n'est pas l'agent primaire de la kératoconjunctivite et qu'il augmente les effets pathogènes de *M. bovis*.

- 71-061 **PINI (A.), LUND (L. J.), DAVIES (F. G.). — Détection du virus de la fièvre de la vallée du Rift par la méthode d'immunofluorescence dans les organes des animaux artificiellement infectés.** (Detection of Rift Valley fever virus by the fluorescent antibody technique in organs of experimentally infected animals). *Res. vet. Sci.*, 1970, **2** (1): 82-85. (Traduction du résumé des auteurs.)

Des antigènes du virus de la fièvre de la vallée du Rift (souches pantropique et neurotropique) furent décelés au moyen de la méthode indirecte d'immunofluorescence dans les organes de souris et de moutons infectés expérimentalement.

On utilisa des globulines conjuguées anti-mouton, anti-lapin, et anti-homme. A partir des tissus de souris, ces 3 types de conjugués donnèrent des résultats satisfaisants; tandis qu'avec les organes de mouton seules les globulines anti-lapin se révélèrent dépourvues de fluorescence non spécifique.

Aucune diminution notable de l'intensité de la fluorescence ne fut observée avec des tissus conservés durant 13 jours à 4° C dans une solution tamponnée de glycérine.

- 71-062 **PLOWRIGHT (W.), PERRY (C. T.), PEIRCE (M. A.). — Infection transovarienne par le virus de la peste porcine africaine chez la tique *Ornithodoros moubata porcinus*, Walton (Argasidés).** (Transovarial infection with african swine fever virus in the Argasid tick, *Ornithodoros moubata porcinus*, Walton). *Res. vet. Sci.*, 1970, **2** (6): 582-84. (Traduction du résumé des auteurs.)

On a recherché le virus de la peste porcine africaine dans les excréments de tiques adultes (*Ornithodoros moubata porcinus*) récoltées dans des bages de phacochère. Trois tiques femelles infectées provenant de la même bauge transmettaient le virus à leurs œufs et aux nymphes qui en sortaient; les taux de cette infection héréditaire étaient élevés (55 à 81 p. 100). Des nymphes infectées par la voie ovarienne transmettaient le virus régulièrement lorsqu'on les nourrissait sur des porcs.

Quatre lots de tiques au premier stade nymphal et encore non gorgées, récoltés dans des bages de phacochère, étaient infectants. Cette infection transovarienne de la tique est un des moyens d'entretien du virus de la nature.

- 71-063 **AYOUB (H.), SINGH (K. V.). — Identification de la fièvre catarrhale des petits ruminants en Egypte.** (Identification of bluetongue in U.A.R. (Egypt). A progress report). *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1970, **18** (2): 123-36.

Depuis 1963, on observe en Egypte un certain nombre de foyers de fièvre catarrhale du mouton mérinos (Blue Tongue).

Les foyers les plus sérieux ont été décelés en 1965 et 1966 et les souches isolées ont été identifiées par le Centre de Références (Veterinary Research Institute Onderstepoort) comme appartenant aux types 1 et 12 du virus. Une enquête épizootiologique effectuée en 1965 avait montré, par la recherche des anticorps neutralisants dans les sérums de mouton, que 3 types au moins étaient en cause (4, 10 et 12). Les symptômes et lésions observés dans ces foyers correspondent au tableau classique de la maladie.

Les auteurs soulignent l'importance de cette infection sur le plan épizootiologique et insistent sur la nécessité d'établir un centre régional de détermination des sérotypes et d'entreprendre des recherches pour mettre au point un vaccin polyvalent.

Peste bovine

- 71-064 **PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.).** — Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. II. Vaccination de veaux nés de mères elles-mêmes vaccinées avec la souche MB 113 Y. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2):

L'inoculation de virus morbillieux souche MB 113 Y à des vaches entraîne chez leurs veaux un état immunitaire inhibant la réceptivité à ce virus.

Il en résulte que l'inoculation de virus morbillieux à ces veaux ne les protège plus contre le virus bovinepestique, alors que ce même procédé est efficace chez ceux qui ont des anticorps colostraux antipestiques spécifiques.

- 71-065 **PLOWRIGHT (W.) et Collab.** — Etude sur le vaccin de cultures cellulaires contre la peste bovine. III. Stabilité du produit lyophilisé. (Studies on rinderpest culture vaccine. III. Stability of the lyophilised product). *Res. vet. Sci.*, 1970, 2 (1): 71-81. (*Traduction du résumé des auteurs.*)

La stabilité du virus vaccinal contre la peste bovine, préparé en cultures cellulaires et lyophilisé en ampoules de verre scellées, fut étudiée à diverses températures.

L'adjonction d'hydrolysate de lactalbumine aux liquides de cultures avant la lyophilisation n'accrut pas la stabilité du vaccin à la température de -20° C., mais améliora sa faculté de conservation à 37° C. L'emploi d'additifs comme le saccharose (2,5, 5 ou 7,5 p. 100 comme l'hydrolysate de lactalbumine (2,5 p. 100) contribua à réduire les pertes inhérentes à la lyophilisation et à améliorer l'aspect et la solubilité du produit.

Un additif constitué de 2,5 p. 100 d'hydrolysate de lactalbumine et de 5 p. 100 de saccharose fut adopté pour la production de routine du vaccin. Des lots d'un tel vaccin ne montrèrent aucune diminution décelable de titre sur une période de 4 ans à 4 ans et demi à -20° C et sur 3 années à 4° C. La période moyenne de demi-survie pour 5 lots différents de vaccin lyophilisé fut évaluée à 14,3 semaines pour une température de 20 à 22° C et à 3,2 semaines à 37° C.

A 56° C le virus lyophilisé montra une hétérogénéité remarquable: l'inactivation s'établit rapidement pendant 24 h. environ (demi-survie de 2,5 à 3,6 h.) et ensuite 6 à 10 fois plus lentement.

Des différences considérables entre ces résultats et d'autres précédemment publiés sont soulignées et discutées.

Bactériologie - Maladies bactériennes

- 71-066 **CHAMBRON (J.) et SARRAT (H.).** — Résultats d'une étude sur la valeur comparée du lauryl sulfate de sodium et du bromure de cetylpyridinium pour l'isolement de mycobactéries à partir de prélèvements animaux et humains. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2):

Les auteurs donnent les résultats d'une enquête comparative du lauryl sulfate de sodium alcalin et du bromure de cétypyridinium comme agents d'homogénéisation et de décontamination pour l'isolement de mycobactéries sur les milieux à l'œuf.

Ces deux produits sont expérimentés sur 25 prélèvements d'origine humaine (crachats) et sur 26 prélèvements d'origine animale (ganglions à tubercules caséux ou infectés artificiellement).

La technique utilisant le lauryl sulfate alcalin se montre la plus favorable, pour les deux types de prélèvements. Ses avantages compensent largement les légers inconvénients qu'entraîne la nécessité d'une neutralisation.

Grâce à sa faible toxicité, le cétypyridinium conserve tout son intérêt en Afrique comme agent de transport des prélèvements récoltés loin du laboratoire.

71-067 **CHAMOISEAU (G.)**. — *Edwardsiella tarda* et colimétrie. Un point de bactériologie pratique d'intérêt épidémiologique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2):

Au cours d'une colimétrie, un indologène en milieu de Vincent phéniqué, peut être soit *E. coli*, soit *Edwardsiella*. Les tests réglementaires de la confirmation d'*E. coli* selon la technique de Buttiaux risquent de faire méconnaître *E. tarda*. Or sur le plan bactériologique et épidémiologique, il y a intérêt à préciser l'identification. Il est possible de le faire de façon simple, rapide et sûre.

71-068 **BLANCOU (J.), BLANC (F.)**. — Note sur la contamination bactérienne des crevettes pêchées à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2):

Les techniques de pêche, stockage, commercialisation des crevettes à Madagascar sont décrites. Les résultats des analyses bactériologiques et biochimiques de leur contamination sont exposés et des normes sont proposées en fonction de l'examen organoleptique de certains échantillons.

71-069 **Les leptospiroses des animaux domestiques en Australie.** (A review of the leptospiroses of domestic animals in Australia). *Bull. off. int. Epiz.*, 1970, **73** (1-2): 67-80.

En matière de leptospiroses en Australie, c'est l'infection à *L. pomona* chez le porc et le bétail qui constitue le problème essentiel. *L. hyos* a été communément mis en évidence chez ces deux mêmes espèces mais sans qu'il puisse être montré qu'il soit pathogène. Quelques cas de *L. icterohaemorrhagiae* ont été signalés chez le chien mais *L. canicola* n'a pas été mis en évidence. La leptospirose du cheval et du mouton peut être considérée en Australie comme une affection sans conséquence.

71-070 **YANAGAWA (R.)**. — La leptospirose au Japon. (Leptospirosis in Japan). *Bull. Off. int. Epiz.*, 1970, **73** (1-2): 59-65.

C'est en 1940 que la maladie a été reconnue chez le chien et en 1950 chez le bétail présentant de l'hémoglobulinurie. De l'importante enquête épizootologique conduite de 1956 à 1958 il ressort:

— que sur 6.845 bovins examinés, 670, soit 9,8 p. 100, ont eu leur sérum positif au titre de 1 : 300 ou au-dessus. Les anticorps contre *L. icterohaemorrhagiae*, *L. autumnalis* ont été les plus communément rencontrés, suivis par *L. hebdomadis*, *L. australis*, *L. pomona*, *L. canicola* dans l'ordre. *L. pomona* qui n'avait pas été isolé au Japon a été trouvé sur du bétail Jersey d'importation. Sur 8 bovins présentant de l'hémoglobulinurie, 18 souches de *L. autumnalis*, 2 souches de *L. hebdomadis* et une souche de *L. australis* ont été mises en évidence.

— l'examen de 2.491 chevaux a montré que 535 d'entre eux, soit 21,5 p. 100, avaient des réactions positives à une dilution de 1 : 300 et au-delà.

Bien que plusieurs d'entre eux aient montré une réaction positive pour une dilution de 1 : 1000, aucun symptôme clinique n'a été observé.

Les types de leptospires observés chez le cheval ont été pratiquement les mêmes que chez les bovins. Bien que l'ophtalmie périodique ait été imputée à la leptospirose, l'observation de chevaux atteints n'a pas permis de définir clairement si oui ou non l'affection était vraiment due à des leptospires.

334 porcs, soit 10,9 p. 100 des 3.060 observés, ont été également positifs aux mêmes dilutions avec en cause, dans l'ordre, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. autumnalis* et quelques cas de *L. hebdomadis*.

Mycoplasmoses

- 71-071 **CAMARA (A.). — Traitement de la péripneumonie contagieuse du bœuf par les antibiotiques. Étude clinique.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2) :

Après avoir fait ressortir les aléas et les contre-indications qui s'attachent au traitement médical des bovins péripneumoniques, l'auteur estime que dans les pays d'élevage extensif il peut être parfois économiquement nécessaire d'y recourir en tant que complément de la vaccination.

A l'occasion de divers séries d'expériences menées sur des animaux cliniquement malades, l'auteur a utilisé divers antibiotiques.

Avec la Bronchocilline, l'Auréomycine, ou la Sanclomycine, il a obtenu des pourcentages très élevés de guérisons, même lorsqu'il s'est agi d'animaux sévèrement atteints.

Avec la Tifomycine il a observé des réactions d'allergie interdisant l'usage de ce produit.

Enfin, des essais comparatifs de traitement au Novarsenobenzol ont confirmé que ce corps n'est vraiment actif que sur les formes débutantes de la maladie.

- 71-072 **HODGES (R. T.), BETTS (A. O.). — Le test de fixation du complément dans le diagnostic de la pneumonie enzootique du porc. I. Études expérimentales.** (Complement-fixation tests in the diagnosis of enzootic pneumonia of pigs. I. Experimental studies). *Vet. Rec.*, 1969, **85** (17) : 452-454.

Chez le porc infecté expérimentalement avec *M. hyopneumoniae*, les auteurs mettent en évidence, au moyen du test de fixation du complément, des anticorps thermo-labiles avec un titre de 1 : 40 à 1 : 320. Ce test est hautement spécifique.

Les anticorps peuvent être détectés en moins de 2 semaines après l'infection et persistent pendant plus de 15 semaines. Les propriétés anticomplémentaires du sérum de porc ne permettent pas la détection d'anticorps lorsque le titre est inférieur à 1/20.

- 71-073 **HODGES (R. T.), BETTS (A. O.). — Le test de fixation du complément dans le diagnostic de la pneumonie enzootique du porc. II. Études sur le terrain.** (Complement-fixation tests in the diagnosis of enzootic pneumonia of pigs. II. Field studies). *Vet. Rec.*, 1969, **85** (17) : 455-458.

Dans une étude pilote, les auteurs utilisent le test de fixation du complément pour examiner 93 sérums de porc prélevés dans un abattoir. Des anticorps spécifiques de *M. hyopneumoniae* sont décelés chez 61 p. 100 d'animaux ayant des lésions macroscopiques de pneumonie et chez 12 p. 100 de porcs n'ayant pas de lésions macroscopiques.

Dans une évaluation ultérieure, les sérums de 163 porcs, venant de 10 troupeaux infectés par la pneumonie enzootique, sont comparés avec les sérums de 159 porcs provenant de 8 troupeaux enregistrés sur la liste « A » de la « Pig health control association » et de ce fait exempts de maladie.

En ce qui concerne les troupeaux infectés, les anticorps sont décelés chez 81 p. 100 des porcs présentant des lésions macroscopiques de pneumonie et chez 69 p. 100 des porcs ne présentant pas de lésions de pneumonie; chez les porcs montrant des signes douteux d'infection, 55 p. 100 des sérums donnent une réaction positive; ce qui fait un pourcentage total, pour les sérums avec anticorps, de 72 p. 100.

Des anticorps vis-à-vis de *M. hyopneumoniae* sont détectés dans 4 échantillons sur 125 (3 p. 100) de sérums de 6 troupeaux de liste « A », exempts de pneumonie, ainsi que l'a montré l'examen pulmonaire des porcs conduits à l'abattoir.

Sur 20 sérums de porcs provenant d'un autre troupeau de liste « A », 5 ont des anticorps. Les poumons de 5 porcs montrent des lésions de pneumonie qui n'apparaissent pas être typiquement celles de la pneumonie enzootique. Des anticorps sont aussi trouvés dans 3 échantillons sur 14 chez des porcs d'un autre troupeau; les poumons de 2 porcs montrent des lésions de pneumonie mais qui ne sont pas caractéristiques de la pneumonie enzootique.

- 71-074 **DALEEL (E. E.), MUSTAFA (A. A.). — Étude sur la cause des réactions fâcheuses provoquées par *Mycoplasma mycoides* (souche vaccinale « F »).** (Studies on ability of *Mycoplasma mycoides* (vaccine

strain "F") to cause untoward reactions). *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1970, 18 (2): 101-04.

Une souche de vaccin atténué de *M. mycoides* var. *mycoides* (souche «F» 69) retrouve son pouvoir pathogène lorsqu'elle est cultivée en présence d'un extrait brut de *M. mycoides* virulent, var. *mycoides* (souche Gladysdale).

Il n'a pas été possible aux auteurs de préparer des extraits purifiés d'acide désoxyribonucléique de la souche Gladysdale, mais il est vraisemblable qu'il s'agit là d'une transformation génétique.

Rickettsiose

71-075 **UILENBERG (G.).** — **Études sur la cowdriose à Madagascar. I^{re} partie.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2):

La transmission de la cowdriose a été réussie avec des nymphes de la tique *Amblyomma variegatum*, infectées au stade larvaire. Il est confirmé que l'injection de sang infectieux par voie intraveineuse, à l'opposé de la voie sous-cutanée, transmet la maladie avec une grande fidélité, aussi bien aux bovins qu'aux petits ruminants. Le diagnostic est régulièrement positif sur frottis de cortex cérébral d'animaux morts de la maladie, à l'opposé de frottis de l'intima des vaisseaux. *Borrelia theileri*, *Anaplasma ovis* et *Eperythrozoon ovis* peuvent perturber les expériences chez les moutons; différents hématozoaires peuvent fausser les réactions thermiques chez les bovins; l'examen de frottis de sang est nécessaire lors d'une réaction thermique au laboratoire. Les mérinos sont beaucoup plus sensibles à la cowdriose que les moutons de race locale. Les agneaux de moins d'une semaine sont moins sensibles que les moutons plus âgés; l'influence de l'âge semble moins nette chez les bovins. La majorité des bovins exposés à une population relativement importante du vecteur *A. variegatum* n'a pas encore acquis une immunité à l'âge de 2 ans; une proportion des animaux est encore sensible à 5 ans; l'épizootologie de la maladie est examinée.

Maladies à protozoaires

71-076 **RAO (C.K.).** — **Les maladies à protozoaires transmises par les tiques, en Inde.** (Protozoan diseases transmitted by ticks in India). *Bull. Off. int. Epiz.*, 1970, 73 (1-2): 103-107.

L'anaplasmose et *Anaplasma marginale* ont été mis en évidence en 1933, où il semble, à la suite d'enquêtes, que de 17 à 65 p. 100 du cheptel (bovins, buffles, chèvres et moutons) ont répondu positivement à l'épreuve d'agglutination en tube capillaire. Tout ce qui concerne le ou les tiques vectrices de la maladie reste encore inconnu et, si aucun travail d'ensemble n'a été encore entrepris, c'est que l'anaplasmose en Inde reste un problème mineur.

La theileriose, à *T. annulata* affecte le bétail et le buffle, différentes espèces du genre *Hyalomma* étant les vecteurs de l'affection alors que *Theileria mutans* y est transmise par *H. anatolicum*.

La morbidité et la mortalité restent faibles sauf lorsque la maladie apparaît sur des animaux en provenance de régions tout à fait indemnes.

Tous les essais de traitement ont pratiquement échoué.

La piroplasmose est fréquente et très répandue, chez le bétail, *B. bigemina* est transmise par différentes espèces du genre *Boophilus*, quelques espèces de *Rhipicephalus* et par *Haemaphysalis punctata*.

Un seul cas de *B. bovis* a été observé avec un ixode comme vecteur.

B. argentina est fréquemment rencontrée, la tique vectrice étant *B. microplus*.

La piroplasmose y est aussi fréquente chez les moutons, les chèvres, les chevaux, les porcs et les chiens.

Aegyptianella pullorum a été signalée chez les volailles avec *Argas persicus* comme vecteur.

Ces piroplasmoses sont enzootiques et seuls des traitements individuels sont utilisés pour les combattre.

Trypanosomoses

- 71-077 **VOHRADSKY (F.)**. — **Signes cliniques, taux d'infestation journaliers, modifications hématologiques et pathomorphologiques sur du bétail infesté artificiellement par *Trypanosoma vivax***. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2):

L'auteur décrit l'évolution, les symptômes, les modifications hématologiques et les lésions de l'infection expérimentale du bétail par *T. vivax*.

La maladie suit une évolution subaiguë aboutissant à la mort de 6 des 8 animaux infestés.

Les modifications hématologiques montrent une anémie, qui se développe dans les deux semaines précédant la mort.

Les lésions sont caractérisées par des signes de septicémie hémorragique, particulièrement sur le cœur, la rate, les ganglions lymphatiques et le foie.

- 71-078 **BOYT (W. P.), MACKENZIE (P. K. I.) et ROSS (C.)**. — **Essai de transmission naturelle des trypanosomiasés bovines par des vecteurs autres que les glossines, dans la région de la Vallée de la Sabi, en Rhodésie**. (An attempt to demonstrate the natural transmission of bovine trypanosomiasis by agents other than glossina in the Sabi Valley of Rhodesia). *Rhod., vet. J.*, 1970, 1 (1): 7-16. (D'après le résumé des auteurs.)

1. Description d'une expérience visant à démontrer l'importance de la transmission non cyclique des trypanosomiasés bovines.

2. Des bovins infestés (*T. vivax* et *T. congolense*) et non infestés, ont été élevés ensemble, pendant 2 ans, dans une région de Rhodésie où les trypanosomiasés sont enzootiques et où, en raison de l'absence apparente des glossines, on considère que la transmission directe de la maladie devrait intervenir.

3. Un seul cas de trypanosomiase (*T. vivax*) a été observé sur les animaux d'expérience et ce, au cours de la deuxième année. La maladie a par contre été observée dans les fermes voisines où plusieurs cas ont été signalés.

4. Pendant la durée de l'expérience, tous les insectes piqueurs attaquant un des animaux d'expérience ont été capturés et déterminés, ce qui représente près de 70.000 spécimens, qui appartiennent aux:

— *Stomoxydinae*, parmi lesquels l'espèce *S. calcitrans* est dominante;

— *Tabanidae*, 28 espèces ont été identifiées.

9 *Tabanus*, 2 *Atylotus*, 1 *Ancala*, 1 *Euncala*;

7 *Haematopota*, 4 *Philoliche*, 4 *Pangoniinae* indéterminés;

1 *Mesomyia*, 2 *Chrysops*, 1 *Thriambeutes*;

4 *Chrysopinae* indéterminés.

5. Les auteurs concluent que, dans la région étudiée, la transmission directe ne joue au plus qu'un rôle très mineur dans la dissémination des trypanosomiasés.

- 71-079 **MOLYNEUX (D. H.)**. — **Relations entre *Eperythrozoon coccoides* et *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei brucei* dans les infections expérimentales de la souris**. (Relationship between *Eperythrozoon coccoides* and *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei brucei* in experimentally infected mice). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1970, 64 (3): 325-8. (D'après le résumé de l'auteur.)

L'auteur décrit une relation entre *Eperythrozoon coccoides* et *Trypanosoma brucei brucei*, dans laquelle les *Eperythrozoon* sont en contact étroit avec la membrane ou le flagelle de certains trypanosomes, de la même manière qu'ils sont liés aux érythrocytes qu'ils parasitent. Ceci indique que les *Eperythrozoon* sont fixés aux trypanosomes quand les deux parasites sont présents ensemble dans les infections expérimentales.

Ces associations se présentent comme des condensations situées entre les faces opposées des deux parasites; certains *E. coccoides* pénètrent apparemment dans la membrane du trypanosome jusqu'au plasmalemme. L'auteur émet l'hypothèse que cette association parasitaire pourrait expliquer les variations observées entre les différentes souches de trypanosomes. Il conclut que, dans les expériences sur les trypanosomiasés, il convient d'utiliser des souches de souris exemptes d'*Eperythrozoon*.

- 71-080 **SOLTYS (M. A.), WOO (P.).** — Différences biologiques entre deux souches de *Trypanosoma brucei* entretenues sur deux hôtes différents par passage à la seringue. (Biological differences of two substrains of *Trypanosoma brucei* maintained by seringue passage in two different hosts). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1970, **64** (2): 249-54.

Les auteurs ont montré que *Trypanosoma brucei*, entretenu par passage sur souris, était moins pathogène pour le cobaye et plus sensible au plasma humain, à la Suramine et aux antibiotiques que *T. brucei* maintenu par passage sur lapins. Il était aussi plus immunigène et cultivait plus facilement sur œufs de poule embryonnés.

Il ressort de ces expériences que certains changements dans les caractéristiques biologiques des deux souches, dépendent de la nature de l'hôte et de ses réactions à l'infection quand les souches sont transmises par passage à la seringue.

- 71-081 **WELLS (E. A.), BETANCOURTH (A.), PAGE (W. A.).** — L'épidémiologie de la trypanosomose bovine en Colombie. (The epidemiology of bovine trypanosomiasis in Colombia). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1970, **2** (3): 111-25.

Il s'agit d'une revue des connaissances actuelles sur l'épidémiologie de la trypanosomose bovine en Colombie. Des recherches bibliographiques, des entretiens avec des vétérinaires et des observations originales ont permis d'acquiescer des renseignements sur la distribution et l'importance de *T. vivax* pathogène et d'un trypanosome non pathogène ressemblant à *T. theileri*. Les infections du bétail à *T. evansi* peuvent exister, mais n'ont pas été décelées. Des méthodes améliorées de diagnostic sont nécessaires pour *T. vivax* afin d'élucider certains problèmes: diagnostic différentiel avec des maladies cliniquement semblables, sensibilité du bétail en fonction de son âge, transmission, animaux sauvages « réservoirs », importance économique. On suggère que la méthode d'immunofluorescence indirecte pourrait être très utile à ces fins.

Parasitologie

- 71-082 **GRABER (M.), TROUETTE (M.), CHAILLOUX (A.).** — Utilisation du froid pour la stérilisation des viandes ladres à l'abattoir frigorifique de Fort-Lamy. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24**.

Les auteurs opéraient sur des carcasses d'animaux atteints de cysticerose, originaires des régions sahélo-soudaniennes du Tchad, d'un poids moyen de 187 kg pour les zébus et de 60 kg pour les porcs. Ils ont obtenu leur complète stérilisation en les entreposant, après réfrigération à + 5° C, à une température de - 15° C, pendant une durée de 54 heures pour les zébus et 35 heures pour les porcs.

Ils fixent ainsi les normes de stérilisation des carcasses ladres applicables en général dans la plupart des régions d'Afrique à élevage extensif.

- 71-083 **GRABER (M.).** — Helminthes parasites de certains animaux domestiques et sauvages du Tchad. *Bull. epizoot., Dis., Afr.*, 1969, **17** (4): 403-28.

17.484 autopsies d'animaux domestiques et sauvages ont été effectuées au Tchad de 1954 à 1968. Elles ont permis de mettre en évidence 143 espèces de parasites différentes dont 29 appartiennent à la classe des Trématodes, 25 à celle des Cestodes et 89 à celle des Nématodes.

Cette première enquête a intéressé, parmi les animaux domestiques, le cheval, l'âne, le dromadaire, le zébu, le mouton, la chèvre, le poulet, le porc et, parmi les animaux sauvages, l'hippopotame, le buffle, le bubale rouge, le damalisque, le céphalophe couronné, l'ourébi à front fauve et l'ourébi à front noir, le reedebuck, le cob de Buffon, le waterbuck, la gazelle dorcas, la gazelle corinne, la gazelle dama, l'hippopotame, l'oryx blanc, l'addax, le grand koudou et l'éléphant.

- 71-084 **RAYNAUD (J. P.).** — Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic de routine et le contrôle des

infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Ann. Parasit., hum., comp.*, 1970, 45 (3) : 321-42. (Résumé de l'auteur.)

Nous avons démontré chez les bovins, ovins, caprins, porcins et équins, que la technique de coproscopie que nous pratiquons est polyvalente (elle détecte toutes les formes parasitaires éliminées Cestodes, Trématodes, Nématodes, œufs ou larves); simple (un seul prélèvement de 5 g de matières fécales est manipulé); rapide et relativement peu onéreuse (car le liquide cher, l'Iodo Mercurate de K est partiellement récupéré); précise (car l'utilisation de la lame de Mac Master le permet); enfin, sensible, car le seuil avec la lame de Mac Master est amélioré par l'examen simultané sur la même suspension préparée d'une lame de flottaison.

Il s'agit de coproscopie quantitative en lame de Mac Master, dont le coefficient de multiplication peut être de X 15. Ce seuil est abaissé par l'examen complémentaire d'une lame de flottaison qui apporte une information qualitative.

Nous avons démontré que, sauf pour le cheval chez lequel la solution dense peut être le SO₄ Mg, dans toutes les autres espèces (bovins, ovins, caprins, porcins), il est recommandé d'utiliser l'Iodo Mercurate de K.

Cette technique est aussi bien conseillée pour les examens de routine précis que pour le contrôle quantitatif rigoureux.

71-085 **ESTAPANIAN (A.).** — La valeur du traitement du mouton par le tétramisole dans la région de Marand (Nord-Ouest de l'Iran). (The value of dosing sheep with tetramisole, in the Marand Area of North Western Iran). *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1970, 2 (3) : 158-61.

Les résultats de ce travail effectué dans un troupeau de moutons du commerce démontrent la valeur de l'emploi de trois doses anthelminthiques sur une période de 6 mois. On y montre la réduction du nombre des œufs émis, l'augmentation résultante du poids des animaux, en même temps qu'on analyse le bénéfice économique qu'on en tire.

71-086 **KREIS (H. A.).** — Contribution à la connaissance des nématodes. XXVII. Quelques nématodes connus et deux nouvelles filaires du phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*). (Beiträge zur Kenntnis parasitischer Nematoden. XXVII. Wenig bekannte parasitische Nematoden und zwei neue Filarien aus dem Warzenschwein - *Phacochoerus aethiopicus*). *Schweizer Arch. Tierheilk.*, 1970, 112 (7) : 324-36.

Pour *Trichuris cervicaprae* Kreis 1935 de l'antilope cervicapre — *Antelope cervicapra*, on a pu établir, grâce à des études comparatives exactes sur les Nématodes, que l'antilope de Mongolie (*Gazella gutturosa*), du zoo de Zurich, est un nouvel hôte. Les trois autres Nématodes sont des parasites du phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*) et ils ont été dénombrés dans un matériel comportant plus de 20.000 helminthes. On donne une description exacte de *Ascaris phacochoeri* Gedoelst 1916, en particulier du mâle. Deux spécimens de *Setariinae* sont décrits :

1. une femelle de *Setaria* qui appartient probablement à un groupe voisin de *S. labiata-papillosa* (Alessandrini, 1838) et
2. une nouvelle espèce : *Papillosetaria phacochoeri*.

Entomologie

71-087 **TIBAYRENC (R.), ITARD (J.), CUISANCE (D.).** — Marquage des glossines par des substances fluorescentes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2) :

Dans le but d'étudier, sur le terrain, les lieux de repos nocturne des glossines, les auteurs ont expérimenté, au laboratoire, l'utilisation pratique d'une méthode de marquage par poudres fluorescentes, non traumatisante pour l'insecte.

Les glossines qui, au moment de l'éclosion, traversent une fine couche de poudre fluorescente, sont décelables, pendant plusieurs semaines, au moyen d'une lampe portative à ultraviolet. Le sac ptilinal, qui conserve, après son invagination, les grains de colorants, permet, après dissection de la tête, de repérer l'insecte jusqu'à la fin de sa vie.

- 71-088 **BALDRY (D. A. T.)**. — **Note sur le parasitisme de la puppe de *Glossina palpalis* (R.D.) par *Anastatus Motsch. sp.* (Hym., Eupelmidae).** (A note on the parasitisation of the pupa of *Glossina palpalis* (R.D.) by *Anastatus Motsch sp.* (Hym., Eupelmidae). *Bull. ent. Res.*, 1968, **59** (3): 529-31. (Traduction du résumé de l'auteur.)

Anastatus sp. (Eupelmidae) est signalé, pour la première fois, parasitant une puppe de *Glossina palpalis* (R.D.) en Afrique occidentale.

Jusqu'ici, les seules mentions d'Eupelmides, parasites de glossines, concernaient *A. viridiceps* Wtstn. et *Eupelmella tarsata* (Wtstn.) rencontrées chez *G. morsitans* Westw. en Afrique orientale et méridionale.

Le parasite est sorti d'une grande cavité située en avant des lobes pneumatiques. Les Eupelmides parasites n'utilisent généralement pas les tsé-tsé comme hôtes.

- 71-089 **DEAN (G. J. W.), CLEMENTS (S. A.) et PAGET (J.)**. — **Observations sur des attractifs éventuels pour les tsé-tsé (*Glossina morsitans* Westw. et *G. pallidipes* Aust).** (Observations on some possible attractants of tsetse flies) (*Glossina morsitans* Westw. and *G. pallidipes* Aust.). *Bull. ent. Res.*, 1969, **59** (3): 423-34.

Les auteurs décrivent leurs recherches sur les facteurs attractifs pouvant jouer un rôle vis-à-vis de *Glossina morsitans* Westw. et *G. pallidipes* Aust. Au laboratoire, sur de faibles distances et avec un animal hôte immobile, ce sont les stimuli olfactifs qui paraissent être les plus importants, mais, dans la nature, il semble que ce soit la vision qui joue le rôle essentiel, l'olfaction n'intervenant que de près, pour découvrir un animal caché.

Les tests réalisés au laboratoire ou dans la nature, en petites cages, ont montré que les glossines ne sont attirées ni par une couleur particulière (rouge, jaune, bleu) ni par les ombres (blanc, gris, noir); toutefois dans la nature, un plus grand nombre de mouches a été capturé sur bœuf foncé que sur bœuf blanc. Au laboratoire, les rayons ultraviolets attirent les glossines plus que les lumières bleue, rouge, blanche et jaune, mais dans la nature cette attraction n'est pas aussi nette: elle ne peut être utilisée comme technique d'échantillonnage pour l'étude des populations naturelles.

- 71-090 **BURSELL (E.) et ELLA SLACK**. — **Éléments concernant l'activité en vol de *Glossina morsitans* Westw. dans la nature.** (Indications concerning the flight activity of tse tse flies (*Glossina morsitans* Westw.) in the field. *Bull. ent. Res.* 1969, **58** (3): 575-9. (Résumé de l'auteur.)

Les auteurs ont dosé par chromatographie la proline, l'alanine et le glutamate dans le thorax de deux lots de *Glossina morsitans* Westw. capturés par des techniques différentes. Les insectes pris sur un animal piège immobile ont significativement moins de proline et plus d'alanine et de glutamate que ceux capturés sur un circuit. Cette différence suggère que, pendant la période précédant immédiatement la capture, les mouches provenant de l'animal piège avaient été plus actives que celles provenant du circuit.

- 71-091 **JORDAN (A. M.), NASH (T. A. M.) et BOYLE (J. A.)**. — **Relation entre le poids des pupes et l'âge des femelles chez *Glossina austeni* Newst.** (Pupal weight in relation to female age in *Glossina austeni* Newst). *Bull. ent. Res.*, 1969, **58** (3): 549-51. (Traduction du résumé des auteurs.)

Les pupes produites par 320 femelles de *Glossina morsitans* Newst., élevées en laboratoire et nourries sur oreille de lapin, ont été pesées peu après leur ponte. Au début, le poids des pupes fut relativement bas, mais il augmenta pendant les 30 premiers jours de la vie productive des femelles, resta élevé pendant environ les 100 jours suivants et descendit ensuite pour atteindre une valeur inférieure au niveau initial.

- 71-092 **DEAN (G. J.), WORTHAM (S. M.)**. — **Action de l'irradiation gamma sur *Glossina morsitans* Westw.** (Effect of gamma irradiation on the tse-tse *Glossina morsitans* Westw). *Bull. ent. Res.* 1969, **58** (3): 505-19. (Résumé de l'auteur.)

Ces expériences ont porté sur des pupes de *Glossina morsitans* Westw., récoltées dans la vallée du Zambèse, d'âge compris entre la phase finale du 3^e stade et la phase préimaginale. Ces pupes, ou les insectes qui en sont éclos, ont été exposées à un rayonnement gamma produit par une source de Co⁶⁰

d'un débit de 54 à 122 rad/mn. La mortalité effective au stade pupal est passée de 23 p. 100 à 2.000 rads à 64 p. 100 à 15.000 rads; les pupes déposées au printemps (août-octobre) furent plus sensibles aux rayons gamma que celles récoltées en hiver (mai-juillet).

Dans les conditions de l'expérience, 25 couples de mouches non traitées ont produit une moyenne de 21 pupes en 28 jours, l'insémination a atteint une moyenne de 95 p. 100, 56 p. 100 des mâles et 62 p. 100 des femelles ont survécu. L'irradiation continue a réduit la reproduction de plus de 95 p. 100, entre 8.000 et 15.000 rads chez les mâles éclos au cours des deux premières semaines après le traitement, tandis que les mâles éclos pendant la 3^e semaine furent complètement stérilisés par des doses supérieures à 4.000 rads. Des traitements fractionnés, à un et quatre jour d'écart, ont donné un taux de fertilité résiduelle légèrement supérieur à celui obtenu avec des doses totales semblables mais administrées d'une façon continue. L'irradiation des mâles adultes a diminué le taux de reproduction, dans une proportion identique à celui obtenu chez les mâles provenant de pupes traitées pendant deux semaines (90 p. 100 à partir de 8.000 rads). Des femelles traitées soit à l'état adulte soit à l'état pupal ont été complètement stérilisées par des doses de 1.000 à 8.000 rads. Des mâles exposés à des rayonnements de 8.000 à 12.000 rads ont conservé leur stérilité pendant les 39 à 45 jours que dura l'expérience et se sont montrés complètement compétitifs avec les mâles non traités.

La survie des mouches vierges, provenant de pupes traitées a été réduite tant par l'accroissement des doses de 4.000 à 15.000 rads, que par la diminution de l'âge de la puce à laquelle est appliqué le traitement.

La mortalité, pendant une période d'accouplement de 28 jours, a diminué après traitement à 1.000 et 2.000 rads, augmenté jusqu'à 8.000 rads et apparemment diminué à 12.000 et 15.000 rads.

La survie a été plus longue lorsque le traitement était fractionné que lorsqu'il était continu, et la mortalité a été réduite en fonction de l'importance de la première fraction. Les mâles adultes vierges, exposés à des doses de 4.000 à 18.000 rads et les femelles, de 2.000 à 4.000 rads, ont vécu plus longtemps que les témoins correspondants.

Le pouvoir d'insémination des mâles n'a été affecté par aucun traitement, les spermatozoïdes mâles irradiés étant mobiles et ayant apparemment un comportement normal. La létalité chez les mâles s'est exprimée par la non-production de pupes après accouplement avec des femelles normales et chez les femelles traitées par la suppression totale de l'ovogenèse.

71-093 **FORD (J.). — Alimentation et autres comportements de la tsé-tsé sur l'homme et le bœuf et leur signification du point de vue épidémiologique.** (Feeding and other responses of tsetse flies to man and ox and their epidemiological significance). *Acta trop.*, 1969, 26 (3): 249-64.

Cet article décrit les diverses réactions des mâles de *G. morsitans submorsitans* et de *G. tachinoides* vis-à-vis de l'homme et du bœuf en deux endroits de Nigéria: le plus au nord à Yankari, le plus au sud à Ilorin. Pour chaque mouche, étaient notés l'espèce, le sexe, l'état général, l'appât (bœuf ou homme), la position de la mouche, l'âge d'après l'usure de l'aile et la teneur en lipides par le pourcentage du poids résiduel sec par rapport au poids sec; de plus, pour chaque mouche, l'estimation de la taille se faisait par mensuration de la partie moyenne de la 4^e nervure longitudinale de l'aile.

De l'ensemble de ces observations et mesures, l'auteur tire les conclusions suivantes:

1. A Ilorin, *G. morsitans submorsitans* attaque rarement l'homme; dans le climat plus sec de Yankari, elle attaque aussi bien l'homme que le bœuf, mais en présence des deux, préfère le bœuf.

2. En saison sèche à Ilorin quand l'homme est le seul appât, tous les mâles de captures sont des mouches suiveuses, dans le cas du bœuf la proportion de celles-ci est seulement de 70,5 p. 100. A Yankari, la différence est moindre mais encore significative.

3. L'état de nutrition est estimé par la teneur en lipides exprimée en pourcentage de poids résiduel sec. Dans les deux localités, les mouches suiveuses ont une teneur en lipides significativement plus élevée que chez celles qui sont prêtes à piquer le bœuf, et chez celles-ci la teneur en lipides est plus forte que chez celles prêtes à piquer l'homme.

4. Les deux postures de la mouche posée sur l'homme, décrites par JACKSON en 1943, ont été observées à Yankari et les mesures faites ont confirmé que la déficience en lipides est identique chez les mouches posées tête en haut mais qui ne cherchent pas à piquer et les mouches qui ont commencé à piquer.

5. Le poids résiduel sec a tendance à être moins élevé chez les mouches qui attaquent l'homme ou se posent sur lui la tête en haut, mais cela est en partie attribuable à la forte proportion des mouches ténérales parmi celles qui se nourrissent sur l'homme.

6. L'examen du bord de l'aile a cependant montré que les individus plus jeunes étaient peu nombreux parmi les mouches qui cherchent à piquer, par rapport à ceux trouvés dans les groupes de mouches suiveuses. Ceci a été constaté dans les deux endroits mais n'était significatif qu'à Ilorin. Il faut supposer que les mouches des groupes les plus âgés, ou ne font pas partie des mouches suiveuses, ou en font partie pendant moins longtemps que les jeunes mouches. Il n'y a pas de mouches ténérales parmi les mouches suiveuses.

7. A Ilorin, les *Glossina tachinoides* qui se nourrissent sur l'homme comprennent plus de mouches ténérales que celles qui se nourrissent sur le bœuf et présentent une déficience significative en lipides. A Yankari, il n'y a pas de différences appréciables suivant l'appât.

8. Une expérience avec des *G. palpalis* d'élevage a montré que le deuxième et le troisième jour après un repas sur la chèvre, cet animal était pour la mouche plus attirant que l'homme mais que cette préférence ne se manifestait pas chez les mouches ténérales ni chez les mouches prêtes à succomber à la suite d'un jeûne prolongé.

9. La signification épidémiologique des différentes modalités d'observations est discutée et l'auteur suggère que l'utilisation de la méthode combinant certaines observations précises sur le terrain à des examens de laboratoire ouvre de nouvelles perspectives pour les enquêtes épidémiologiques.

Biochimie

71-094 **ROUMEGOUX (J.), DOUTRE (M.P.). — Étude immunoélectrophorétique du sérum de zébu Gobra au Sénégal. Possibilité de variations saisonnières qualitatives.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2). (Résumé.)

Après avoir fourni une description des techniques employées: immuno-électrophorèse et gel-filtration sur colonne de Sephadex G 200, les auteurs présentent l'image immunoélectrophorétique du sérum de zébu Gobra, en précisant la nature des 15 lignes de précipitations obtenues. L'étude se termine par des considérations sur la possibilité d'éventuelles variations saisonnières des protéines sériques. Les résultats ne laissent apparaître aucune différence d'ordre qualitatif entre des prélèvements recueillis en fin de saison humide et ceux récoltés en fin de saison sèche. En particulier, les trois immunoglobulines: IgG, IgM et IgA se retrouvent sur toutes les images immunoélectrophorétiques de l'ensemble des sérums utilisés au cours du présent travail. Par contre, sur le plan quantitatif, on note une diminution significative du taux des protéines totales pour les sérums obtenus en fin de saison sèche. Cette dernière observation est confirmée par une étude électrophorétique qui doit faire l'objet d'une publication prochaine.

Alimentation

71-095 **VILELA (H.) et Collab. — Effet de deux sources de protéines et de deux niveaux énergétiques du concentré sur la production laitière.** (Efeito de duas fontes de proteína e dois níveis de energia do concentrado sobre a produção de leite). *Arq. Esc. Vet.*, Minas Gerais, 1968, 20: 133-43. (Traduction du résumé des auteurs.)

Le principal objectif de cette étude était de déterminer l'effet:

1. de la substitution de l'urée au tourteau de coton dans le concentré;
2. de l'augmentation du taux énergétique du concentré à un niveau plus élevé que celui préconisé par MORRISON (1956) dans ses normes alimentaires. Ces concentrés ont complété des rations, composées d'ensilage de Sorgho (15 kg par animal et par jour), de *Melinis minutiflora* et de *Digitaria pendzsi*, données à des vaches en lactation pendant la saison sèche.

Un essai a duré 72 jours, comprenant une période préparatoire de 30 jours et 3 périodes de 14 jours chacune (3.1). Le plan expérimental utilisait la « permutation » avec 3 rations différentes et 6 animaux dans chacun des

3 groupes. 18 vaches métisses, à prédominance de sang Holstein, ayant une production moyenne quotidienne de 9,20 kg ont été utilisées pour l'expérience. Toutes les vaches avaient vêlé 30 à 60 jours avant le début de l'expérience.

Les rations expérimentales étaient données deux fois par jour, au moment de la traite, à raison de 0,4 kg/kg de lait pour les concentrés 1 et 2 et 0,5 kg/kg de lait pour le concentré 3. Le concentré 1 contenait du tourteau de coton comme source de protéines, le concentré 2 de l'urée et de la farine de sang. Tous deux fournissaient 88 g de protéines brutes et 300 g de TDN/kg de lait produit. Le concentré 3 contenait également de l'urée et de la farine de sang comme sources de protéines et apportait le même taux de protéines mais 380 g de TDN/kg de lait produit.

La production moyenne de lait pour chaque groupe a été respectivement de 9,19, 9,20 et 9,46 kg par jour pour les animaux ayant reçu les concentrés 1, 2 et 3. Cette différence dans la production laitière n'était pas statistiquement significative.

Les conclusions suivantes ont été obtenues :

1. Le concentré contenant de l'urée et de la farine de sang a remplacé de façon satisfaisante celui contenant du tourteau de coton, en complément à l'ensilage de sorgho et aux graminées fourragères donnés aux vaches en lactation durant la saison sèche.

2. La substitution d'un taux de 300 g de TDN/kg de lait par celui de 380 g de TDN n'a pas augmenté de façon significative la production laitière.

3. La substitution du concentré 1 contenant du tourteau de coton par le concentré 2 contenant de l'urée a été économique. Un accroissement de bénéfice de 3 centavos par animal et par jour a été réalisé chaque fois que le concentré contenant du tourteau de coton a été substitué par celui contenant de l'urée.

71-096 **FORNAROLI (D.), PEROTTI (L.). — Le bananier et ses fruits. Taxonomie, composition chimique et utilisation en alimentation animale.** (Il banano ed i suoi frutti. Tassonomia, composizione chimica e possibili utilizzazioni nell'alimentazione animale). *Zootec. vet.*, Milano, 1970, 25 (9-10) : 263-71.

Après avoir décrit la taxonomie, la morphologie et l'utilisation du bananier et de ses fruits dans l'alimentation humaine et surtout animale, les auteurs donnent les résultats d'analyses chimiques effectuées pour déterminer la valeur nutritive des pseudo-régimes, des régimes, des feuilles de bananier et de la pulpe et de la peau des bananes. Ils soulignent les caractéristiques intéressantes des feuilles fraîches qui présentent une valeur nutritive de 0,15 UF/kg.

71-097 **SINGH (V. B.), BISARIA (V. S.), SAWHNEY (P. C.). — Influence de la complémentation en cobalt sur la croissance et la digestibilité des nutriments de rations contenant de l'urée.** (Influence of cobalt supplementation on growth and digestibility of nutrient in rations containing urea). *Ind. vet. J.*, 1970, 47 (8) : 680-85. (Traduction du résumé de l'auteur.)

L'influence de la supplémentation des rations par des quantités modérées de cobalt (0,5 mg et 1 mg par jour), sur la croissance de veaux, la consommation d'eau, la consommation alimentaire, l'utilisation de l'urée et la digestibilité d'autres nutriments a été étudiée. La croissance peut être augmentée, équivalant à celle obtenue chez des animaux nourris avec de l'amidon de maïs recevant 0,5 mg de cobalt par jour dans de la mélasse de canne.

71-098 **PLAYNE (M. J.). — Concentration en sodium de quelques espèces de plantes fourragères tropicales avec référence aux besoins des animaux.** (The sodium concentration in some tropical pasture species with reference to animal requirements). *Aust. J. exp. Agric. anim. Husb.*, 1970, 10 (42) : 32-35. (Traduction du résumé de l'auteur.)

Une étude de la concentration en sodium de huit espèces de légumineuses et de graminées de la région de Townsville a été réalisée. Les graminées peuvent se caractériser d'après leur concentration en sodium. *Panicum maximum*, *Chloris gayana* et *Cenchrus setigerus* sont des espèces à haute teneur en sodium (> 0,40 p. 100 de Na), tandis que *Urochloa mosam bicensis* a une concentration moyenne, et *Cenchrus ciliaris*, *Heteropogon contortus* et les légumineuses *Strylosanthes humilis* et *Phaseolus atropurpureus* une teneur faible (< 0,10 p. 100 de Na).

La concentration en sodium de cinq espèces récoltées en cinq endroits situés à 257 km de Townsville, Queensland, a également été déterminée au stade de croissance.

Etant donné que plusieurs espèces de plantes fourragères communes contiennent de faibles teneurs en sodium (< 0,05 p. 100 de matière sèche), des symptômes de carence peuvent survenir chez le bétail au pâturage dans certaines circonstances.

Pâturages

- 71-099 **SALETTE (J.E.). — Les cultures fourragères tropicales et leurs possibilités d'intensification.** *Fourrages*, 1970, (43): 91-107. (*Résumé de l'auteur.*)

Les perspectives de production plus intensive des herbages tropicaux sont discutées sous les aspects suivants: possibilité de rendements élevés en graminées et légumineuses, différents niveaux d'intensification possible, problèmes des variations saisonnières de production, aspects de qualité des fourrages tropicaux. Plusieurs résultats expérimentaux sont donnés, relatifs aux travaux de l'auteur aux Antilles. Des données de nombreux travaux réalisés en Australie, Afrique, Amérique tropicale, sont également discutées.

Parmi les problèmes que pose l'intensification, ceux du milieu naturel et du choix des moyens d'action sont mis en évidence. Trop souvent on hésite à intensifier en raison du coût des opérations: il faut pourtant envisager la possibilité d'intensifier les productions fourragères dont la rentabilité peut ne pas apparaître pendant les premières années. Le niveau de technicité des hommes est une condition particulièrement importante.

Zootechnie

- 71-100 **MAIGNAN (F.). — Comportement laitier, à Haïti, de vaches Suisse-Brune et de race Jersey.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (2):

L'auteur a étudié la production et la reproductivité de vaches Brune des Alpes et Jersiaise durant la période de 1956 à 1961, à la Station expérimentale bovine (Haïti). Les données de la production sont analysées statistiquement suivant une randomisation constituée par 2 blocs (races) de 6 parcelles (années). Il en ressort que la production des Brune des Alpes s'est révélée supérieure de 5 p. 100 à celle des Jersiaises.

Il en a été de même pour la reproductivité. Les résultats de ce travail ne doivent pas être considérés comme définitifs.

- 71-101 **BRANT (P.C.) et Collab. — Rendement en carcasses, viscères et viande découpée de zébus abattus pour la consommation.** (Rendimento em carcaça, vísceras e cortes de carne de bovinos zebu abatidos para consumo). *Arq. Esc. Vet.*, Minas Gerais, 1968, 20: 49-53. (*Traduction du résumé de l'auteur.*)

Les auteurs ont étudié les poids de carcasses, viscères et divers morceaux de viande de 52 zébus abattus dans les abattoirs frigorifiques de Minas Gerais S.A. Les animaux sont âgés de 27 à plus de 48 mois: 1 de 27 mois, 3 de 35 mois, 8 de 43 mois et 40 de plus de 48 mois. Les animaux sont répartis en deux groupes suivant la saison où ils sont abattus, saison des pluies ou saison sèche. Le rendement obtenu est de 57,1 p. 100 en saison des pluies et 56,1 p. 100 en saison sèche.

38,62 p. 100 de la viande découpée sont classés en première catégorie durant la saison des pluies alors que 42,62 p. 100 le sont durant la saison sèche. Le poids moyen des os des carcasses atteint 45,550 kg et 43,900 kg respectivement en saison des pluies et en saison sèche.

- 71-102 **PAIVA (J.A.). — Comportement de bovins « Landim » à la Station Zootechnique de Chobela.** (Comportamento do bovino « Landim » da estação zootécnica de Chobela). *Vet. moçamb.*, 1970, 3 (1): 41-49.

La Station zootechnique de Chobela (Mozambique) a effectué depuis 1940 des études de sélection sur les bovins locaux appelés « Landim » (Nguni en République d'Afrique du sud). L'auteur donne les résultats obtenus en ce qui concerne leur développement, leur production de viande et de lait, leurs fertilité et mortalité, et les compare avec ceux d'animaux de même race élevés en d'autres régions.

Puis il fait référence aux croisements de la race Landim avec des races d'origine européenne : Hereford, Charolaise, Hollandaise.

Bibliographie

- 71-103 **MASON (J.L.), MAULE (J.P.)**. — **Les grand animaux domestiques indigènes de l'Afrique orientale et de l'Afrique du sud.** (The indigenous livestock of Eastern and Southern Africa). Farnham Royal, Bucks (England), Commonwealth Agricultural Bureaux, 1960, XV - 151 p., 179 fotogr., 3 fig., 3 cartes. (C.A.B. Technical communication n° 14).

La première des conditions nécessaires pour utiliser au mieux le potentiel créateur d'un troupeau est de disposer d'un inventaire aussi précis et complet que possible des espèces, races et variétés le composant, avec leur structure génétique, leurs aptitudes économiques et le profil de leur adaptabilité aux possibles variations de leur environnement.

Si, pour les pays développés, il a fallu des siècles d'observation et d'étude avant qu'un tel inventaire soit disponible, l'essentiel reste encore à faire en ce qui concerne les grands animaux domestiques d'Asie et d'Afrique.

Pour qui connaît les difficultés qui ont dû être surmontées et les problèmes qu'il a fallu résoudre avant de connaître suffisamment l'ensemble des espèces des pays tempérés, établir l'inventaire du troupeau d'une aussi vaste région que celle s'étendant en Afrique du sud, d'une ligne allant des territoires du nord du Soudan à l'estuaire du Congo, à l'exception de celui de l'Afrique équatoriale et centrale ex-françaises, constituait une tâche pratiquement impossible à réaliser.

En effet, dans ce demi-continent aux dimensions en dehors de l'échelle humaine se présentent les climats chauds les plus extrêmes avec toutes les variantes possibles, chacun d'eux ayant son écologie animale propre. Si on ajoute à cela les brassages perpétuels de populations accompagnées de leurs troupeaux, du fait des migrations dues aux guerres, aux famines ou au nomadisme, on conçoit que l'interpénétration des races ainsi mises en contact y a acquis une ampleur certainement sans égale dans aucun autre continent.

Répertorier les espèces, classer les races, identifier les variétés et en donner les caractéristiques essentielles ont été les objectifs majeurs des auteurs dont l'ouvrage constitue maintenant l'élément fondamental de la zootechnie descriptive et économique de cette partie du continent africain.

A quelques détails près, Maule a traité du troupeau du Kenya, de l'Ouganda, de Tanzanie, du Congo Kinshasa et de Madagascar alors que Mason se réservait les autres territoires du nord et du sud.

Ensemble ils se sont surtout attachés à n'étudier que les races spécifiquement africaines, exception faite pour celles nouvellement créées à base de sang local par introduction de sang de géniteurs améliorés importés des régions septentrionales, tels le bétail Bonsmara et le mouton Dorper.

Pour les classer et les décrire, ils ont adapté le système le plus simple, bien que le plus efficace qui consiste à donner la priorité aux caractères considérés comme les moins influencés par l'évolution du milieu et le changement des conditions d'existence, à savoir la couleur de la robe, la forme et l'envergure des cornes, du fanon, des oreilles et de la queue. A ces éléments ils ajoutent des mensurations diverses et des éléments sur la productivité, ayant précisé, une fois pour toutes, dans leur introduction, que les chiffres cités ne constituent que des indications ponctuelles, pouvant varier de façon considérable pour une même race en fonction de l'évolution de l'environnement et des attentions dont les animaux peuvent être l'objet.

La meilleure des descriptions ne pouvant qu'être très valorisée par le complément d'illustrations sévèrement choisies, chaque espèce, race ou variété étudiée s'accompagne de photographies particulièrement adaptées aux buts poursuivis.

Dans cet ouvrage sont successivement étudiés : le dromadaire, le cheval, l'âne, les bovins (taurins, zébus et croisements intermédiaires), les ovins (classés suivant la caractéristique essentielle de la queue — courte, longue, à réserve de graisse) les caprins (oreilles longues ou courtes).

Les porcins eux ne font l'objet que d'un chapitre pour mémoire, les auteurs avouent n'avoir disposé à cet effet que d'une documentation très fragmentaire.

En compulsant la remarquable collection de photographies qui illustre ce document, on se rend parfaitement compte que de nombreuses races, ou plutôt variétés décrites par les auteurs comme spécifiquement propres aux régions considérées se rencontrent aussi, tout au moins dans leurs caractéristiques fondamentales, descriptives et morphologiques notamment, dans le troupeau africain situé au nord de la ligne unissant Khartoum à Kinshasa.

Cela laisse penser que l'étude totale, ne serait-elle qu'exhaustive, du troupeau de l'Afrique au sud du Sahara, reste encore à faire, pour le plus grand plaisir du zootechnicien et l'intérêt de l'anthropologiste et de l'ethnologue qui pourraient y trouver, à suivre le cheminement des races à travers ce continent, des éléments de nature à enrichir leurs connaissances sur l'origine et l'évolution dans le temps et l'espace des peuplements humains.

R. SAUVEL.

71-104 **LOBRY (M.) et Collab. — Manuel de construction des bâtiments pour l'élevage en zone tropicale.** Maisons-Alfort (10, rue Pierre Curie), I.E.M.V.T., 1970. 224 p., 33 plans, 88 fotogr., 38 ill. (Coll. Manuels et précis d'élevage - 3). (Pour obtenir ce manuel s'adresser: Secrétariat d'Etat aux Affaires étrangères. Service Édition-Diffusion, 20, rue Monsieur - Paris 7^e).

L'amélioration de la productivité de l'élevage, et son exploitation rationnelle dans les zones tropicales en voie de développement sont étroitement liées à la création de noyaux d'élevage sédentaire intensif intégrant l'élevage aux ressources agricoles, en passant par la formation d'une nouvelle classe d'exploitants ruraux, les fermiers.

La recherche de la mise en valeur accélérée des ressources pastorales et agricoles de ces régions implique donc la nécessité pour le rural de disposer de moyens appropriés tant pour améliorer le rendement de son labeur que pour en garantir la pérennité.

Parmi les moyens dont il devra disposer à cet effet figurent en premier lieu les bâtiments d'élevage, au sens le plus général du terme, adaptés au mieux aux buts poursuivis, aux denrées à produire et aux caractéristiques rurales et zootechniques des espèces et races animales utilisées (viande, fumier, lait, œufs, traction, bât, etc.).

Le manuel édité par l'Institut cherche essentiellement à mettre à la disposition de tous ceux qui à un titre quelconque sont intéressés par ces sujets une documentation précise et complète pour leur permettre de s'équiper en fonction de leurs nécessités et des moyens dont ils disposent.

L'étude des bâtiments à haute diffusion scientifique et technique tels les laboratoires de recherches ou de production de vaccins, les centres de recherches zootechniques, les abattoirs industriels, les frigorifiques d'abattoirs par exemple, en sont exclus — Par contre le maximum est dit, décrit ou dessiné pour tout ce qui concerne les bâtiments situés au niveau de l'exploitation rurale, conciliant les qualités techniques nécessaires à l'économie du coût de construction, d'entretien et de gestion.

Entrepreneurs, personnalités civiles ou privées, éleveurs et fermiers devraient trouver dans ce document les éléments nécessaires à l'équipement technique qui les intéresse (bâtiments destinés au logement des animaux, avec leur équipement, parcs et couloirs de vaccination, piscines ou bains anti-parasitaires, abreuvoirs, mangeoires, etc.).

Il présente de nombreux plans et de nombreuses photographies illustrant parfaitement un texte volontairement dépouillé de toute phraséologie et de ce fait aisément accessible, tant dans le fond que dans la forme, à tous ceux qui ont à la base une connaissance même limitée des problèmes pour lesquels ils recherchent des solutions pratiques et économiques.

Le chapitre I — Généralités — traite successivement des principes généraux de construction, l'implantation, les abords et les clôtures.

Dans le *chapitre II* sont étudiés les logements des bovins, essentiellement, et pour cause, en ce qui concerne l'élevage sédentaire — depuis la petite étable à bœuf pour agriculteur modeste jusqu'aux bâtiments d'embouche industrielle en passant par les étables pour la production du lait, de la viande, d'animaux sélectionnés, etc, le tout avec détails de construction, plan d'ensembles, étude des matériaux, etc.

Les écuries font l'objet du *chapitre III*, qui examine à la suite les écuries du milieu coutumier avec les améliorations souhaitables et nécessaires, les écuries améliorées et enfin les écuries modernes des types les plus divers suivant la spéculation zootechnique envisagée.

Les porcheries qui sont traitées au *chapitre IV* sont surtout envisagées en tant qu'éléments productifs importants de viande tant leur avenir se révèle certain au fur et à mesure que les productions agricoles industrielles sont transformées localement avec ce que cela représente de sous-produits disponibles pour l'élevage intensif des porcs.

Le *chapitre V* — Bergeries et chèvreries — clôt, toujours dans le même style, tout ce qui a trait aux grands animaux domestiques.

Mais les auteurs, avant de s'attaquer aux problèmes de logement et d'équipement concernant les petits animaux de basse-cour (volailles et lapins) ont tenu à consacrer une large partie de leur travail à tout ce qui a trait à l'alimentation en eau des mammifères, et aux équipements de prophylaxie, si indispensables dans ces régions où la nosologie occupe toujours la place prépondérante.

Abreuvoirs (besoins en eaux, caractéristiques, aménagements, matériaux, etc) et équipements de prophylaxie (parcs et couloirs de vaccination, installations de déparasitage) font donc l'objet des *chapitres VI* et *VII*, chaque question y étant exposée avec autant de simplicité que de clarté, et sous une forme très pragmatique en vue de leur installation et de leur équipement.

Enfin le *chapitre VII* traite, entièrement dans chaque cas, du logement des volailles et des lapins (conception, réalisation, équipement) pour toutes les spéculations zootechniques et économiques envisageables.

Abondamment illustré, pourvu de nombreux plans de masse et de détail, accompagné de nombreuses et très démonstratives photographies, cet ouvrage est le premier à traiter de ces problèmes avec autant de pragmatisme que de réalité. Il constitue la synthèse à la fois vivante et précise de l'expérience accumulée par des générations de vétérinaires, d'agronomes et d'éleveurs qui, depuis parfois plus d'un siècle, ont consacré leur existence professionnelle à l'étude de ces problèmes avec comme unique objet de donner au cheptel des régions considérées l'importance sociale et économique qui devra être la sienne pour qu'y disparaissent enfin les impacts de la sous-nutrition et des carences alimentaires, liées à l'insuffisance en denrées alimentaires d'origine animale.

R. SAUVEL.

71-105 **BLANC (J. Ph.)**. — **Les glossines : Méthodes de lutte**. Thèse. Méd. vét. Toulouse, 1970, n° 45.

Ce travail, bien documenté, comprend deux parties d'égale importance. Dans la première, l'auteur rappelle, en les mettant à jour, les notions acquises sur la systématique, l'anatomie et la biologie des glossines. Dans la deuxième partie, il énumère les différentes méthodes de lutte contre ces insectes, en insistant sur les méthodes classiques par procédés chimiques. Les méthodes de lutte biologique, qui n'en sont encore, pour la plupart, qu'au stade expérimental, font l'objet d'un chapitre particulier.

Cet ouvrage sera consulté avec profit par tous ceux qui s'intéressent à la prophylaxie des trypanosomiases.