

## SOMMAIRE N° 4 - 1972

<b>TRAVAUX ORIGINAUX</b>	Page
PROVOST (A.). - Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XIV. Description de deux techniques applicables sur le terrain pour le diagnostic de la maladie . . . . .	475
RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTONDRAMARY (E.), RANDRIAMAMPINANINA (R.). - Etude des propriétés biologiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache . . . . .	497
PROVOST (A.), BORREDON (C.). - Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique lyophilisé utilisable sur le terrain sans réfrigération. I. Sélection de virions bovipestiques à inactivation thermique retardée . . . . .	507
TADJEBAKHCHE (H.), GATEL (A.). - Incidence sérologique des anticorps anti-brucelliques chez les animaux domestiques et l'homme en Iran . . . . .	521
ESLAMI (A. H.), FAKHRZADEGAN (F.). - Les Nématodes parasites du tube digestif des bovins en Iran . . . . .	527
DAYNES (P.), BOUCHET (A.). - Parasitisme et mortalité chez les veaux malgaches. Influence du déparasitage sur la composition des troupeaux . . . . .	531
MAILLOT (L.). - Essais de transmission cyclique de trypanosomes du groupe <i>congolense</i> . . . . .	539
GIDEL (R.). - Etude sur la composition moyenne de troupeaux de bovins de Haute-Volta et de Côte d'Ivoire en fonction de l'âge et du sexe . . . . .	543
SERRES (H.), MEISSONNIER (E.), GODET (G.). - Embouche de zébus malgaches. Essais complémentaires . . . . .	551
GRANIER (P.), CABANIS (Y.), ELLENBERGER (F.). - Etude sur les divers modes d'implantation du <i>Stylosanthes gracilis</i> . . . . .	569
 <b>EXTRAITS ANALYSES</b>	
Maladies à virus . . . . .	577
Peste bovine - Péripneumonie . . . . .	579
Maladies bactériennes . . . . .	579
Mycoplasmoses . . . . .	580
Maladies à protozoaires . . . . .	581
Trypanosomoses . . . . .	583
Parasitologie . . . . .	584
Entomologie . . . . .	586
Biochimie . . . . .	588
Physiologie . . . . .	589
Alimentation . . . . .	590
Pâturages . . . . .	593
Zootéchnie . . . . .	595
Divers . . . . .	597
Bibliographie . . . . .	597
 <b>INFORMATIONS</b>	
Compte rendu de la 18 <sup>e</sup> réunion de l'A.M.V. . . . .	599
Journées vétérinaires. Alfort 24-27 mai 1973 . . . . .	602
Deuxième symposium international de l'Association mondiale des vétérinaires microbiologistes et immunologistes . . . . .	602
<b>TABLE DES AUTEURS - 1972</b> . . . . .	603
<b>TABLE DES MATIERES</b> . . . . .	609
<b>INDEX GEOGRAPHIQUE</b> . . . . .	623

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° 4-1972

<b>ORIGINAL PAPERS</b>	<b>Page</b>
PROVOST (A.). - Immunological studies on contagious bovine pleuropneumonia. XIV. Description of two field techniques for the diagnosis of the disease . . . . .	475
RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTONDRAMARY (E.), RANDRIAMAMPINANINA (R.). - Study of biological properties of malagasy porcine encephalomyelitis virus . . . . .	497
PROVOST (A.), BORREDON (C.). - A combined lyophilised rinderpest CBPP vaccine to be used in the field without refrigeration. I. Selection of rinderpest virions with delayed thermal inactivation properties . . . . .	507
TADJEBAKHCHE (H.), GATEL (A.). - Serological incidence of <i>Brucella</i> antibodies in domestic animals and man in Iran . . . . .	521
ESLAMI (A. H.), FAKHRZADEGAN (F.). - Nematode parasites of the alimentary canal of cattle in Iran . . . . .	527
DAYNES (P.), BOUCHET (A.). - Parasitism and death rate in malagasy calves. Influence of parasite control on herd composition . . . . .	531
MAILLOT (L.). - Cyclic transmission trials of <i>Trypanosoma</i> of <i>congolense</i> group. Second note . . . . .	539
GIDEL (R.). - A study of the age and sex composition of cattle herds in Upper-Volta and the Ivory Coast . . . . .	543
SERRES (H.), MEISSONNIER (E.), GODET (G.). - Intensive fattening of malagazy zebu cattle. Further experiments . . . . .	551
GRANIER (P.), CABANIS (Y.), ELLENBERGER (F.). - Study on different methods of implantation of <i>Stylosanthes gracilis</i> . . . . .	569
 <b>ABSTRACTS</b>	
Diseases caused by viruses . . . . .	577
Rinderpest - contagious bovine pleuropneumonia . . . . .	579
Diseases caused by bacteria . . . . .	579
Mycoplasmoses . . . . .	580
Diseases caused by protozoan parasites . . . . .	581
Trypanosomiasis . . . . .	583
Parasitology . . . . .	584
Entomology . . . . .	586
Biochemistry . . . . .	588
Physiology . . . . .	589
Feeding . . . . .	590
Pastures . . . . .	593
Zootechny . . . . .	595
Miscellaneous . . . . .	597
Bibliography . . . . .	597
 <b>NEWS</b>	
18th meeting of World Veterinary Association . . . . .	599
Veterinary days. Alfort 24-27th May 1973 . . . . .	602
Second international Symposium of world Association of veterinary microbiologists and immunologists . . . . .	602
<b>AUTHOR INDEX - 1972</b> . . . . .	603
<b>SUBJECT INDEX</b> . . . . .	609
<b>GEOGRAPHICAL INDEX</b> . . . . .	623

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

# Recherches immunologiques sur la péripneumonie

## XIV. Description de deux techniques applicables sur le terrain pour le diagnostic de la maladie

par A. PROVOST (\*)

(avec la collaboration technique de D. ALLOUM et N. GOMBOT)

### RESUME

Ayant en vue la mise en place de moyens de diagnostic rapides et spécifiques pour la campagne interafricaine contre la péripneumonie, l'auteur propose et décrit en détail deux techniques applicables sans difficultés sur le terrain : l'une est la précipitation-diffusion en gélose adaptée en micro-technique, utilisant un gel d'agarose rehydratable et des disques de buvard imprégnés de réactifs puis desséchés; l'autre est une adaptation sur plaques de plexiglas à cupules de la réaction classique de Campbell et Turner, mettant en œuvre un matériel robuste adapté au transport tout-terrain, et des réactifs standardisés au laboratoire.

### I. INTRODUCTION

Depuis quelques années, inspirée à la fois par les autorités politiques et vétérinaires, une action concertée se dessine sous l'égide de l'Organisation de l'Unité Africaine (O.U.A.) et, plus spécialement, sous celle d'une de ses sections techniques qu'est le Bureau Interafricain des Ressources Animales (I.B.A.R.), pour la mise en place d'une campagne interafricaine de lutte contre la péripneumonie (projet n° 28 de l'O.U.A./S.T.R.C.). Il n'y a pas lieu ici de retracer l'historique de cette action ni de lui trouver ses justifications qui sont amplement exposées ailleurs (25).

Les modalités d'intervention ont été définies en juillet 1970 à Lagos par une sous-commission du groupe d'experts FAO/OIE/OUA sur la péripneumonie bovine. Véritable bible d'action pratique (30), elle décrit pas à pas les

étapes de la campagne à venir. L'action proposée invite la pleine collaboration des éleveurs. Pour atteindre ce but, aucune méthode coercitive, tel l'abattage des malades et des contaminés, n'est proposée dans un premier temps; l'effort est reporté sur une vaccination généralisée et répétée pendant 3 ans, visant à abaisser l'incidence générale de la maladie. La méthode a fait ses preuves ailleurs, dont l'Australie (19) où la vaccination répétée et la surveillance de la commercialisation sont venues à bout de l'infection.

L'originalité du plan réside en la création d'unités de dépistage de la maladie qui, en un temps ultérieur, procéderont au contrôle des quelques foyers rémanents d'infection pour arriver, par l'élimination des porteurs chroniques, à l'éradication de la péripneumonie. Elles se verront confier en même temps le contrôle du bétail de commerce et, le cas échéant, des sondages sérologiques en région exposée à l'infection.

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Recherches Vétérinaires de Farcha, B.P. n° 433, Fort-Lamy, Tchad.

La création de ces unités de dépistage devient dès lors l'une des pierres d'angle de l'action à venir et il convient dès maintenant de penser à leur création.

La centralisation des moyens de diagnostic dans les laboratoires bien équipés qui assureraient la surveillance d'un ou de plusieurs Etats ne peut être retenue pour des raisons pratiques : énormité des surfaces à couvrir, précarité des moyens de transport ou des systèmes de communication, mise en quarantaine des troupeaux sous test en attendant les résultats. Il paraît de beaucoup préférable que des unités mobiles puissent se rendre « au chevet » des troupeaux à examiner, ce qui est psychologiquement favorable pour entraîner l'adhésion des éleveurs.

On pourrait dès lors penser à la mise en place de camions laboratoires équipés d'un matériel sophistiqué : microscopes, étuves, centrifugeuses et bain-marie. L'expérience a montré que ces camions allaient à l'encontre du but envisagé. Fragiles, lourds, peu maniables, gros consommateurs de carburant, ils se sont révélés être un fiasco, en République Centrafricaine par exemple. Il est raisonnable de porter son choix sur des véhicules légers qui ont fait la preuve de leur robustesse et de leur maniabilité, que ce soit la classique Land-Rover à plateau arrière ou des camionnettes légères : Hanomag, Renault ou Mercedes. Le problème revient alors à celui de l'équipement en matériel scientifique de ces véhicules, ce qui suppose tout d'abord une définition précise des tâches qui seront confiées aux équipes de diagnostic.

Dans l'optique de la future campagne, on cherche à obtenir sur le terrain un diagnostic de certitude de l'infection péripneumonique sur des malades, des contaminés, des suspects. Deux éventualités se présentent :

- L'animal est vivant, auquel cas on peut :
  - soit chercher l'antigène péripneumonique dans un échantillon de lymphes obtenue par ponction pleurale ou mettre en évidence l'antigène circulant dans le sérum;
  - soit chercher les anticorps péripneumoniques sur un échantillon de sérum que l'on soumet à une réaction de fixation du complément.
- L'animal est mort, auquel cas on dispose

aisément des viscères et, partant, la recherche de l'antigène péripneumonique est aisée.

Au total, ce ne sont que deux réactions de laboratoire qui sont retenues : la réaction de fixation du complément et la précipitation. Cette dernière admet deux modalités d'exécution, soit la réaction interfaciale selon TURNER (34) soit la précipitation-diffusion en gel, appliquée par WHITE (35) et GRIFFIN (10). La réaction de TURNER a l'incomparable avantage de fournir une réponse spécifique en une demi-heure mais le double désavantage de devoir utiliser un matériel sous test rendu limpide après centrifugation voire défécation par l'acide acétique et d'être coûteuse en sérum précipitant. Pour des raisons de commodité pratique, c'est la réaction de précipitation en gel qui s'avère d'exécution la plus simple en brousse; la solution proposée plus loin ne nécessite qu'un matériel extrêmement simplifié.

La réaction de fixation du complément connaît des modalités d'exécution variables selon les techniques proposées. Parmi elles, la réaction de CAMPBELL et TURNER (4) a fait la preuve de sa spécificité et de sa sensibilité. Elle a été adaptée par HUDDART (11) à une utilisation en brousse. Pourtant, à l'examen, certaines des solutions retenues par HUDDART, telles la centrifugation des échantillons et leur inactivation au bain-marie, requièrent un matériel fragile.

Les modifications techniques qui sont ci-après proposées ont été conçues dans le souci de se débarrasser de tout matériel d'usage et d'entretien délicat. On a mis l'accent sur la simplification et la standardisation des opérations, sur la possibilité de rangement du matériel dans de simples caisses que l'on chargera sur le véhicule, bref sur la robustesse et la mobilité sans pour autant sacrifier la spécificité diagnostique des techniques préconisées.

## II. MICRO-TECHNIQUE STANDARDISEE DE PRECIPITATION-DIFFUSION EN GELOSE

Après la publication princeps de WHITE (35), GRIFFIN (10) puis LINDLEY et PEDERSEN (17) ont appliqué avec succès la

réaction de précipitation-diffusion en gélose au diagnostic de la péripneumonie par mise en évidence des antigènes spécifiques dans les lésions. Une extrapolation est suggérée par le travail de BYGRAVE, MOULTON et SHIFRINE (3) qui couplent la recherche de l'antigène péripneumonique circulant chez les malades à une réaction de fixation du complément et arrivent ainsi à détecter près de 100 p. 100 des malades cliniques mais aussi des porteurs chroniques.

Vue sous ces deux angles, la méthode de précipitation-diffusion en gélose est extrêmement précieuse et mérite une large application. Elle fait malheureusement appel à une technologie relativement malaisée à mettre en œuvre hors du laboratoire, malgré l'essai de simplification qu'a tenté de lui apporter SHIFRINE (32) par l'emploi de plaques de gélose à sérum prédiffusé.

Il nous a paru utile dans un premier temps de reprendre pour la péripneumonie la solution que nous avons préconisée pour la peste

bovine, utilisant des disques de papier buvard imprégnés de réactifs desséchés et un gel de gélose tout préparé que l'on coulait sur place (27). Mais des progrès sensibles ont depuis lors été faits dans la préparation des gels, si bien que c'est une méthodologie entièrement nouvelle qui a été appliquée, tout en retenant le principe de la microtechnique utilisant des disques de papier buvard.

Le principe reste celui de la diffusion en gel d'un sérum connu (dans le cas présent, sérum antipéripneumonique) et d'un antigène inconnu (échantillon de lymphes, de broyat de poumon ou de sérum) avec apparition, le cas échéant, d'un immun-précipité dans la zone d'équivalence. Un antigène positif connu, introduit dans la réaction, sert de contrôle.

## MATERIEL ET REACTIFS

Matériel et réactifs sont contenus dans une boîte de matière plastique à couvercle amovible, de dimensions  $25 \times 18 \times 7$  cm (figure 1).



Fig. 1. — Matériel et réactifs pour la précipitation-diffusion en gélose (méthode des disques). La boîte contenant le matériel sert de chambre humide.

### 1. Gel d'agarose

On utilise des films tout préparés d'agarose réhydratable dans lesquels des cupules ont été creusées par le fabricant (\*) (système

Seasep, n° REX 6457); le film est coulé sur une bande plastique transparente. Les cupules ont un diamètre de 5 mm et sont distantes les unes des autres de 4 mm. La conservation des films paraît être, sinon indéfinie, du moins très longue à température ambiante sans précautions spéciales.

(\*) Marine Colloid, Inc., Biomedical Systems, Rockland, Maine 04841, U.S.A.

Les bandes sont orientées par inscription d'une flèche à l'encre de chine que l'on appose au dos de la bande plastique du côté ne portant pas le film d'agarose.

**Réhydratation.** Le fabricant préconise l'utilisation d'un bain d'eau distillée à 55-60° C. Un fluide à température ambiante (entre 20 et 40° C) nous a donné d'aussi bons résultats. On utilisera exclusivement pour réhydrater les bandes de l'eau merthiolatée à 1 p. 1.000 qui a l'avantage d'inhiber la croissance des contaminations bactériennes et fongiques : les bandes sont plongées dans ce liquide contenu dans des boîtes en matière plastique; elles y séjournent 45 minutes environ. On les en retire délicatement avec une pince anatomique en prenant garde de ne pas abîmer le gel d'agarose, dès lors réhydraté. La bande est plongée dans un autre récipient contenant du sérum physiologique merthiolaté à 1 p. 1.000; elle y séjourne pendant 30 minutes, temps pendant lequel se réalise l'équilibre ionique du gel, et est dès lors prête pour l'emploi. On doit prendre garde à ce qu'elle ne se dessèche pas.

## 2. Disques de réactifs secs

Le choix s'est porté sur des disques pour antibiogrammes non imprégnés d'antibiotiques, du type de ceux utilisés par GRASSET (9). On les achète tout découpés dans le commerce (\*) et ils sont imprégnés à la demande, au laboratoire, de sérum précipitant ou d'antigène péripneumonique pour les disques de contrôle.

a) *Disques imprégnés de sérum précipitant.* — Le sérum est produit sur un mouton selon un processus classique d'hyperimmunisation (22). Ses qualités précipitantes sont contrôlées par précipitation-diffusion en gélose classique vis-à-vis d'échantillons de lymphé péripneumonique.

Les disques, livrés blancs, sont d'abord imprégnés d'une solution colorante rouge (azocarmin à 0,5 p. 100 dans le méthanol) puis desséchés à l'air libre sur un tamis de nylon. On distribue ensuite, à la pipette capillaire, le sérum sur les disques; ce procédé est préférable à celui qui consiste à les plonger dans un bain

du sérum car, imbibés, ils sont facilement détériorés par la pince en les ressortant. Le sérum se dessèche à l'air libre, les disques étant simplement posés sur un tamis de nylon.

On les conserve en tubes bouchés avec quelques grains de silicagel pour absorber l'humidité.

b) *Disques imprégnés d'antigène péripneumonique.* — On suit le même procédé, à cela près que les disques sont colorés en noir dans une solution de noir soudan à 0,1 p. 100 dans le méthanol. L'antigène est un ultrasonnat de *Mycoplasma mycoides*.

Les disques blancs, non imprégnés, serviront sur le terrain pour le diagnostic.

## 3. Chambre humide

La boîte servant au transport des réactifs sert de chambre humide : on y introduit quelques dizaines de ml d'eau puis un tapis de mousse de matière plastique sur lequel seront déposées les bandes; le couvercle doit être obligatoirement fermé pendant l'incubation.

## 4. Matériel suspect

Selon le cas, on dispose d'une lésion pulmonaire active ou de liquide pleurétique obtenu à l'autopsie ou, si le bovin est vivant et ne peut être (encore) abattu, de liquide pleurétique obtenu par ponction thoracique entre les 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> côtes ou de sérum sanguin obtenu par ponction jugulaire ainsi que cela sera décrit au chapitre sur la fixation du complément. Éviter les prélèvements trop chargés d'hémoglobine.

Dans le cas de séquestres, on procédera comme il est dit plus loin.

Au total, le matériel est donc très simple et peu volumineux :

- boîte de matière plastique,
- bandes d'agarose prédécoupée réhydratable,
- disques (rouges) de sérum précipitant,
- disques (noirs) d'antigène péripneumonique,
- disques (blancs) non imprégnés,
- sérum physiologique et eau merthiolatés,
- petits bacs ou boîte de Petri en matière plastique,

(\*) B-D - Merieux, 69 Marcy-l'Étoile, France.

- pinces anatomiques, ciseaux,
- papier buvard,
- cahier, crayon à bille.

### PROTOCOLE OPERATOIRE

- Réhydrater le nombre nécessaire de bandes d'agarose. Les essorer légèrement sur une feuille de papier buvard pour avoir une surface relativement sèche.
- Identifier des disques blancs non imprégnés par un numéro correspondant à celui du prélèvement.
- Plonger ces disques dans la lymphe ou le sérum suspects ou dans la lymphe exsudant du prélèvement de poumon.
- Avec une pince anatomique, déposer un disque rouge dans la cupule centrale d'une bande réhydratée; appuyer légèrement pour bien le faire pénétrer.
- Procéder de la même façon avec 3 disques imprégnés d'antigène positif en suivant la disposition de la figure 2. Rincer et essuyer la pince.
- Déposer dans les 3 cupules restées libres les disques imprégnés d'échantillon; il est parfois nécessaire de les essorer très légèrement pour enlever l'excès de fluide de façon à ne pas submerger les cupules où on les place.

Dans le cas de séquestres, il est préférable de déposer un peu de matériel nécrotique dans les cupules plutôt que d'essayer d'imprégner des disques.

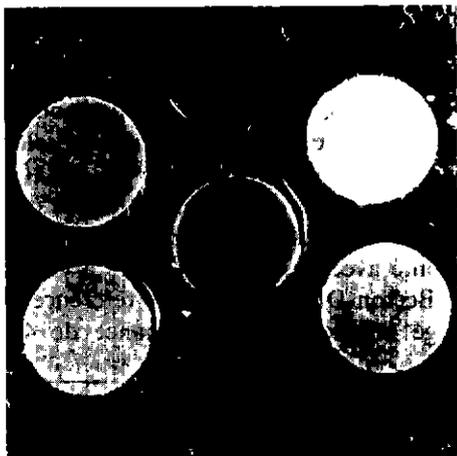


Fig. 3.1. — Deux échantillons sont positifs, un autre (disque blanc inférieur) négatif.

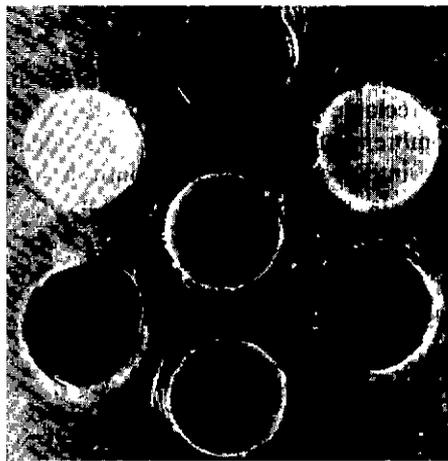


Fig. 2. — Disposition des disques dans les cupules du gel d'agarose : sérum au centre; disques noirs de contrôle; disques blancs imprégnés de liquides pathologiques.

- Porter les bandes dans la boîte humide. Refermer.
- Lire après 6 et 12 heures d'incubation à température ambiante. Pour ce faire, se placer dans une demi-obscurité et faire arriver le faisceau lumineux d'une lampe de poche sur la plaque sous une incidence de 45° C.

La réaction positive est caractérisée par une ligne de précipitation en face des disques blancs rejoignant et se confondant dans celles apparues en face des disques imprégnés d'antigène de contrôle.

En cas de réaction négative, seules apparaissent des lignes en face de ces derniers (figure 3).

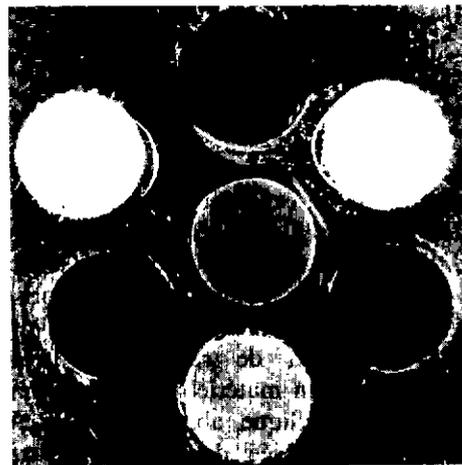


Fig. 3.2. — Quatre échantillons de sérums de bovins péripneumoniques sont positifs (antigène circulant). On remarquera que la ligne de précipitation de cette galactane circulante est plus nette que celle de l'antigène de référence.

## CRITIQUE

La technique proposée est d'exécution simple et ne réclame qu'un minimum de matériel, d'encombrement réduit. Elle ne demande aucune interprétation mais aboutit à la positivité ou la négativité d'un résultat.

Mise à l'épreuve sur une trentaine d'échantillons, elle a conduit à une parfaite concordance avec la précipitation interfaciale de TURNER.

La limite de sa spécificité paraît être celle que suggèrent LINDLEY et PEDERSEN (17, 18) : des animaux récemment vaccinés contre la péripneumonie peuvent fournir des réactions positives par suite de la présence d'antigène péripneumonique dans différents tissus, dont le poumon et les ganglions lymphatiques pulmonaires. C'est une éventualité que nous n'avons pas explorée pour la souche T<sub>1</sub> qui sera quasi uniquement employée en Afrique Centrale dans la campagne à venir (25). Dans un premier temps, il paraît sage de réserver le test à la confirmation des cas cliniques ou nécropsiques de péripneumonie.

Il peut arriver qu'une ligne se développe entre les disques de prélèvement et ceux d'antigène positif. Cette réaction est spécifique, mettant en évidence un anticorps présent dans le prélèvement en même temps que l'antigène.

### III. ADAPATATION SUR PLAQUES DE LA REACTION DE CAMPBELL ET TURNER

La réaction de fixation du complément ci-dessous proposée n'est qu'une adaptation, d'exécution simplifiée, de la réaction classique de CAMPBELL et TURNER (4). L'amélioration porte sur des points de détail : prise de sang, identification des animaux, dilution des sérums, utilisation de réactifs prétitrés au laboratoire et d'un matériel robuste en matière plastique ou métallique, absence de bain-marie, codification simplifiée de chacun des temps d'exécution permettant sa mise en œuvre par des opérateurs de formation technique modeste, interprétation ne donnant pas lieu à contestations.

La méthodologie de la réaction sera tout d'abord décrite en détail, puis ses avantages et ses inconvénients discutés.

## MATERIEL

### 1. Matériel de saignée

Au gré de l'utilisateur, on choisira :

— Le tube à saignée « Venex » de I.L.S.T. (\*) en polyéthylène souple, monté d'une aiguille amovible à ponction jugulaire. Les tubes sont prénumérotés (bande de sparadrap portant un numéro au stylo à bille), dans la série de numéros du choix de l'opérateur, et placés avant l'opération de saignée en ordre déterminé sur un portoir de bois répertorié par une lettre majuscule; chaque portoir est percé de 39 trous pour le logement des tubes, en 4 rangées de 8 et une de 7 (figure 4). La saignée s'effectue à la veine jugulaire; elle nécessite la contention de l'animal en décubitus latéral. Aussitôt la prise de sang effectuée, le bovin est identifié comme il sera dit plus loin et le tube Venex placé en position verticale sur le portoir de bois. La coagulation et la rétraction du caillot interviennent dans l'heure suivante et fournissent les quelques microcubes de sérum nécessaires à la réaction.

Les avantages du tube Venex sont la résistance et la possibilité de sa réutilisation après lavage, ce qui en fait un matériel de saignée à bon marché, particulièrement robuste. Le désavantage est la nécessité de la contention.

— Le « Phlebo-Pung » de Identi-X-Hauptner (\*\*) (figure 5), utilisant des aiguilles fixes 20/10, des aiguilles 15/10 amovibles à embout américain ou des aiguilles 20 G, 1 1/2 Becton-Dickinson (\*\*\*) à double pointe (référence 574 601), en principe prévues pour usage unique mais qu'on peut utiliser, selon la technicité de l'opérateur, de 6 à 10 fois consécutives après avoir chassé le peu de sang qui y reste en soufflant dedans. Le Phlebo-pung est monté avec des tubes siliconés à vide préalable Becton-Dickinson (\*\*\*), référence 3274, à usage unique, d'une contenance de 4 cm<sup>3</sup>;

(\*) Institut de Sérothérapie de Toulouse, 22, rue Ingres, 31 Toulouse, France.

(\*\*) Identi - X - Hauptner, 67 Ernosolsheim-les-Saverne, France.

(\*\*\*) Becton-Dickinson France, Cedex 227, 38 Grenoble-gare.

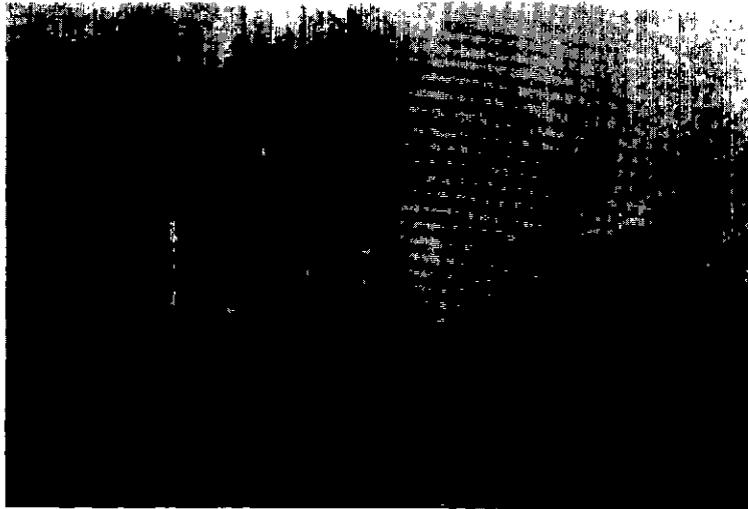


Fig. 4. — Portoirs de bois utilisés pour le rangement des tubes à saignée : portoir A pour les tubes Venex, portoir G pour les tubes Becton-Dickinson.

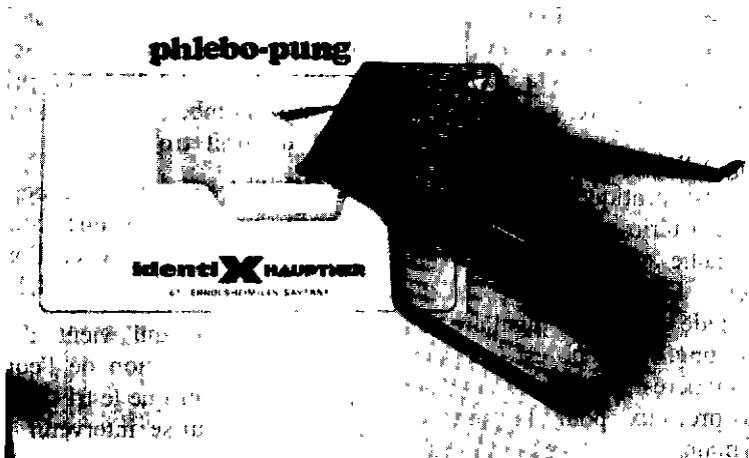


Fig. 5. — « Phlébo-pung » monté d'une aiguille 20 G 1 ½ avec son capuchon de protection et d'un tube à saignée Becton-Dickinson.

on applique à l'avance une bande de sparadrap sur les tubes, bande sur laquelle, au moment de la saignée, on reportera le numéro d'identification de l'animal.

Le manuel opératoire est parfaitement décrit dans le dépliant du fabricant. D'après notre expérience, il paraît de beaucoup préférable de se servir d'aiguilles 20 G Becton-Dickinson : très fines (1 mm) et souples, elles permettent de réaliser une ponction jugulaire pratiquement indolore, à tel point que certains bovins ne la remarquent pas; l'animal est contenu par 2 aides, l'un qui maintient la tête réclinée sur le côté, pour faire saillir la veine, l'autre passant

la queue devant le jarret du côté de l'opérateur (figure 6).

Ainsi réalisée, l'opération ne demande que quelques secondes et le rythme de prise de sang est extrêmement rapide : un seul technicien réalise de 100 à 120 saignées à l'heure pourvu que la contention soit bien organisée. Le désavantage tient au prix des tubes à vide préalable qui ne peuvent être utilisés qu'une seule fois.

Aussitôt la prise de sang faite, les tubes sont placés en position verticale dans l'ordre croissant des numéros sur un portoir de bois



Fig. 6. — Prise de sang à la veine jugulaire avec l'appareil Phlébo-pung; la contention debout est assurée par deux aides.

analogue à celui illustré dans la figure 4, mais à logements plus étroits pour que les tubes ne jouent pas. La coagulation et la rétraction du caillot se font dans l'heure suivante.

La prise de sang à l'artère coccygienne inférieure telle qu'elle est pratiquée en Australie par incision du bloc artério-veineux (8, 33) ou sa ponction à l'aiguille (1, 20) n'a pas rencontré notre faveur. En effet, outre qu'elle n'est pas plus rapide qu'à la jugulaire en utilisant le Phlébo-pung, la queue est fréquemment souillée de matières fécales, ce qui fait perdre un temps précieux pour la nettoyer puis se laver les mains.

## 2. Identification des animaux

L'apposition de boucles auriculaires numérotées a été totalement éliminée; en effet, pour le cas où l'on trouverait des animaux positifs à la lecture de la réaction, il serait nécessaire de reprendre l'ensemble du troupeau sous test pour retrouver le numéro de l'animal suspect. Il paraît de beaucoup préférable de dessiner un grand numéro sur la croupe de l'animal (endroit où il a le moins de chance de se frotter à d'autres) avec une peinture à séchage ultra-rapide et résistante à la pluie si le tri n'intervient qu'en un temps ultérieur. Les peintures vinyliques pour carrosserie automobile donnent toute satisfaction. C'est la solution qu'a adoptée HUDDART (11). Toutefois, plutôt qu'un pot et un pinceau, il est avantageux, propre et

rapide de recourir aux bombes de peinture sous pression: on dessine le numéro sur la croupe au moment de la prise de sang, en tenant la bombe à 2 cm des poils pour ne pas avoir un trait trop large.

Selon la fréquence des robes dans une région donnée, on choisira une couleur adaptée et bien visible. Le bleu et l'orangé paraissent particulièrement recommandables.

Le troupeau qui vient d'être saigné doit rester à la disposition de l'équipe de contrôle sérologique pour que le tri des animaux positifs, s'il y en a, puisse intervenir rapidement.

## 3. Matériel de campement

Ce sera du matériel de camping banal: 2 tables pliantes robustes à plateau de 1,20 m  $\times$  1 m, 2 chaises pliantes, 1 bec Mecker alimenté par une bouteille de butane, allume-gaz.

— Réfrigérateur à gaz butane pour la conservation des réactifs thermofragiles. Il n'est mis en route qu'au campement.

— Caisse isotherme à compartiments métalliques (grillage) ou en matière plastique pour le transport des mêmes réactifs; les flacons de réactifs reposent sur une barre de glace dans les compartiments prévus.

— Bâche ou toile de tente avec des piquets pour travailler à l'ombre s'il n'y a pas d'arbres.



— Caisses « ad-hoc » pour rangement du matériel.

— Véhicule tout terrain (type Land-Rover) équipé d'un réservoir supplémentaire de carburant et d'une batterie supplémentaire d'accumulateurs 12 volts 90 ampères-heure alimentée par un alternateur.

— Filtres à bougie et colonne à déminéraliser portative, à cartouches amovibles de résines (\*).

— Bacs de lavage, en matière plastique souple. Torchons, savon, éponge, détergent liquide de laboratoire (7 X, par exemple).

#### 4. Matériel scientifique

— Plaques de plexiglas (perspex) à 80 cupules, dites à hémagglutination du type O.M.S. (\*\*). Chaque plaque est répertoriée sur l'un des grands côtés avec une lettre majuscule; par convention, ce côté est tourné vers l'opérateur.

Dans l'exécution du test, la lettre de la plaque correspond à celle d'un des portoirs de bois; ce repérage permet de les identifier et de les orienter dans la suite des opérations.

— Cartons de bristol blancs, imprimés d'un quadrillage du modèle ci-joint dont les cotes sont calculées pour les plaques O.M.S. (figure 7). On inscrit dans les petites cases le numéro de sérum.

Sous chaque plaque, on glisse un bristol sur lequel on reporte la lettre d'identification de la plaque.

L'ensemble bristol-plaque permet de disposer de 40 doubles cupules, couplées 2 par 2, répertoriées par un même numéro. Trente-neuf d'entre elles correspondent à un sérum sous test : cupule de gauche pour la réaction, cupule de droite pour l'activité anticomplémentaire éventuelle du sérum. Les 2 cupules restant en bas à droite serviront de contrôle de l'activité du complément (figure 7).

— Quatre jeux de 2 anses à dilution de TAKATSY (\*\*\*) (micro-diluteurs), de 25 micro-litres.

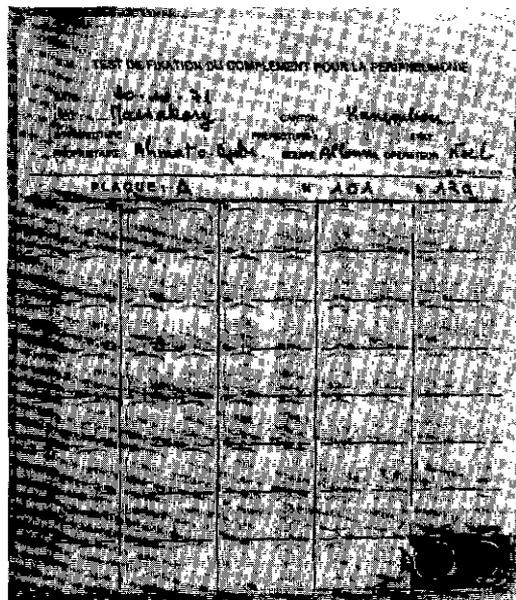


Fig. 7. — Plaque à cupules types O.M.S. posée sur un bristol de travail.

On disposera également de feuilles de papier buvard (« Go-no-go » diluter delivery tester) vendues par le fabricant, destinées à contrôler l'exacte quantité de liquide délivrée par les anses après qu'elles aient été régénérées dans la flamme. Cette opération de contrôle peut n'intervenir qu'une fois par jour ou en cas de doute.

Sur la table de travail, les anses sont tenues verticales sur un portoir.

— Rhéomètres de 1 ml à répartition automatique Becton-Dickinson, réglés très précisément pour délivrer 0,25 ml de liquide : le contrôle du réglage s'effectue en donnant 100 coups de piston qui doivent très exactement fournir 25 ml. On disposera de 4 rhéomètres, un par réactif, identifiés d'une lettre ou d'un numéro pour ne pas les mélanger.

— Plaque chauffante électrique (\*) à plateau de dimensions utiles 55 × 30 cm (figure 8). L'alimentation se fait en courant continu grâce à la batterie supplémentaire du véhicule. La température est réglée à 37° C par thermostat à contact plongeant dans le bain de sable de la plaque. Les dimensions du plateau permettent de loger 6 plaques O.M.S., donc d'examiner 234 sérums. Une plaque de plexiglas ou d'aluminium, de mêmes dimensions que le

(\*) Paris-Labo, 7, rue du Cardinal-Lemoine, 75 Paris 5<sup>e</sup>.

(\*\*) Méca-Vigor, 88, rue de la Folie-Méricourt, 75 Paris 11<sup>e</sup>.

(\*\*\*) Poly-Labo, 305, route de Colmar, 88 Strasbourg - Meinau, France.

(\*) Etablissements A. G. Haas et Cie, 11, rue Honoré, 93 Pantin, France.

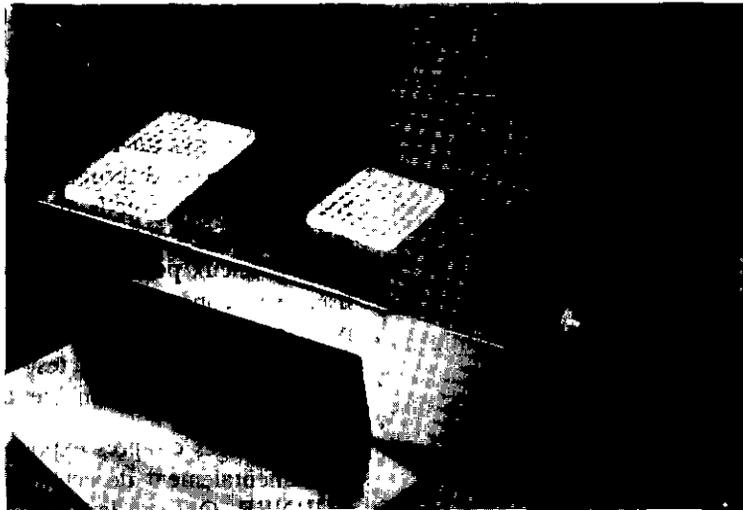


Fig. 8. — Plaque chauffante; remarquer le couvercle de protection posé à ses pieds. Trois plaques O.M.S. reposent sur le plateau de chauffage.

plateau, se pose sur les plaques O.M.S. pour éviter l'évaporation des réactifs dans les cupules.

— Réveil-minuterie de laboratoire.

— Jeu de béciers et éprouvettes en matière plastique (\*). Pots de 50, 100 et 1.000 cm<sup>3</sup>, en matière plastique souple, à fermeture étanche. Quelques pipettes de 1,2 et 5 ml et tubes verre incassable (Corex) (\*).

— pH-mètre de poche à pile (\*\*), transistorisé ou, à défaut, papier pH sensible dans la gamme de la neutralité.

— Thermomètre gradué de 0 à 100° C.

— Petite centrifugeuse électrique se branchant sur la batterie du véhicule (\*\*\*) ou centrifugeuse à main (\*). On ne l'utilise que pour les rares tubes de sang dans lesquels le caillot a mal exsudé.

— Cahier servant à consigner les paramètres des réactions et les résultats.

## 5. Réactifs

— Sachets d'ingrédients prépesés au laboratoire, en sacs de polyéthylène thermoscellés, permettant par simple dilution en eau distillée

bouillante de préparer sur place le tampon véronal-véronal sodique de MAYER et LEVINE. Il existe dans le commerce des pastilles à même usage (\*).

On obtient de la sorte un tampon concentré qui est dilué au 1/5 en eau distillée ou déionisée avant l'utilisation; on vérifiera le pH qui, à la demande, sera amené à pH 7,2 avec une solution N/10 de soude ou d'acide chlorhydrique contenue dans des flacons compte-gouttes.

Ce tampon sert à effectuer toutes les dilutions, sauf celles du sérum. Une petite quantité, conservée sous froid, sera utilisée pour la dilution extemporanée du complément.

— Tampon de MAYER et LEVINE phéniqué à 0,25 p. 100, conservé à température ambiante. *Le tampon phéniqué sert exclusivement à la dilution extemporanée des sérums sous test* (et, accessoirement, au prétrirage du complément au laboratoire). Il est réparti dans les cupules avec un rhéomètre qui lui est exclusivement réservé.

L'addition de l'acide phénique a pour but de détruire le complément natif des sérums sous test, mettant ainsi en application les observations de PRIESTLEY (24) et d'ETHERIDGE et LLOYD (7) et, par-là, permettant de se passer de leur complément au bain-marie

(\*) Prolabo, 20, rue Pelée, 75 Paris 11<sup>e</sup>.

(\*\*) Ph-meter 29-Radiometer, Emdrupvej 72, Copenhagen NV, Danemark.

(\*\*\*) Modèle LFC/1276, Luckham Ltd, Labro works, Victoria gardens, Burgers hill Sussex, Angleterre.

(\*) CF buffer tablets Wellcome Ltd ou CFT diluent tablets Oxoid (code BR 16), Oxoid Ltd, Southwark bridge road, London SE 1.

à 56° C, dès lors inutile. On verra plus loin qu'un procédé de titrage du complément, en présence de la même quantité de phénol que celle qui existera dans la réaction finale, permet de tenir compte de son inactivation limitée (0,33 U.H.<sub>50</sub>).

— Réactifs habituels de la réaction de CAMPBELL et TURNER :

- Antigène bouilli, pré-titré au laboratoire; on utilise habituellement la dilution au 1/40 en tampon, fournissant 5 Unités Antigéniques (U.A.) par 0,25 ml.

- Complément lyophilisé (\*), dont le titre est déterminé au laboratoire. Il est dilué au moment de l'emploi en tampon réfrigéré, après avoir été réhydraté selon les indications du fabricant.

- Sérum hémolytique anti-hématies de mouton (\*) à diluer extemporanément en tampon à la dilution établie par titrage préalable au laboratoire; on utilise dans le test 6 Unités Hémolytiques 50 p. 100 (U.H.<sub>50</sub>).

- Hématies de mouton, en suspension toute prête à 6 p. 100 standardisée au laboratoire selon les indications de TEAKLE (33) (*vide infra*). Le liquide de suspension est la solution D.G.V. de CLARKE et CASALS (5), à laquelle on ajoute 1 p. 1.000 d'acide de sodium selon les indications de DUBOIS (6). Dans ce fluide, les hématies se conservent pendant plusieurs semaines. Pour éviter les chocs des bulles d'air dus aux chaos des pistes, on utilise pour le transport de la suspension des flacons en matière plastique souple de 100 cm<sup>3</sup>, à bouchage hermétique, qui permettent par compression de leur corps d'araser le niveau du liquide au bord du goulot.

- Sérum bovin antipéripneumonique positif, lyophilisé; il sert de témoin positif dans la réaction.

Le système hémolytique est obtenu extemporanément par mélanges à parties égales, en quantité requise (130 ml environ pour 234 sérums à examiner), d'hématies à 6 p. 100 et d'hémolyse à 12 U.H.<sub>50</sub>.

Tous les réactifs sont conservés pendant le transport en caisses isothermes et, si l'on en dispose, dans le réfrigérateur à gaz lorsque le camp est établi.

(\*) B-D Mérieux, 69 Marcy-l'Etoile, France, ou Wellcome Research Laboratories, Beckenham, Kent, Angleterre (référence VD 10-12).

## PROTOCOLES OPERATOIRES

### A. Titrage préalable des réactifs au laboratoire

L'un des avantages de la méthode est que les opérateurs disposent sur le terrain de réactifs pré-titrés qu'ils n'ont plus qu'à diluer au moment de l'utilisation. Cela est particulièrement précieux pour le complément qui, lyophilisé, se conserve parfaitement sous froid pendant plusieurs semaines; un témoin introduit lors de l'exécution du test indiquera que la quantité requise a bien été amenée.

Les titrages ci-après exposés ne diffèrent pas fondamentalement de ceux de CAMPBELL et TURNER. On peut les effectuer en tubes (avec la nécessité d'un bain-marie à 37° C) ou sur plaque.

#### 1. Préparation de la suspension d'hématies standardisée à 6 p. 100

Récolter comme à l'accoutumée le sang de mouton par ponction jugulaire stérile, soit sur billes de verre, soit en solution d'ALSEVER (2) de formule connue; dans ce dernier cas, ne pas utiliser les hématies avant 48 heures. Filtrer la suspension sur gaze, centrifuger à vitesse moyenne (3.000 tours, 20 minutes) et laver à 4 reprises en tampon le culot d'hématies.

Dans une éprouvette, préparer une suspension d'hématies en solution D.G.V. -acide de sodium, ajustée le plus près possible, à 6 p. 100. La quantité d'hématies en suspension représente, par convention d'approche, une quantité de 20 g d'hémoglobine par litre. A l'aide d'une pipette de SAHLI, on prélève 20 µl de suspension que l'on porte dans 5 ml d'eau distillée ammoniacquée à 0,05 p. 100; on laisse l'hémolyse se parfaire pendant 10 minutes. La quantité d'hémoglobine présente est estimée au colorimètre en utilisant une longueur d'onde de 545 nm, par rapport à une solution aqueuse connue d'hémoglobine. La concentration de la suspension d'hématies est alors ajustée à la demande.

Le diluant utilisé pour préparer la suspension d'hématies est la solution D.G.V. de CLARKE et CASALS, modifiée par adjonction d'acide de sodium, agent conservateur (9) :

Véronal . . . . .	0,58 g
Gélatine . . . . .	0,60 g
Véronal sodique . . . . .	0,38 g

CaCl <sub>2</sub> anhydre . . . . .	0,02 g	numéro du lot est inscrit de façon indélébile (sparadrap et crayon à bille).
MgSO <sub>4</sub> , 7 H <sub>2</sub> O . . . . .	0,12 g	
NaCl . . . . .	8,5 g	
Glucose . . . . .	10,0 g	
NaN <sub>3</sub> . . . . .	1,0 g	
Eau distillée Q.S. . . . .	1 l	

Dissoudre à chaud le véronal et la gélatine dans 250 ml d'eau; ajouter les autres ingrédients en complétant le volume à 1 litre dans une fiole jaugée; stériliser à 110° C (0,5 bar) pendant 10 minutes. Le pH doit se situer entre 7 et 7,6.

La suspension d'hématies standardisée est répartie en flacons plastiques de 100 cm<sup>3</sup>. Le

## 2. Détermination de l'Unité Hémolytique 50 p. 100 de sérum hémolytique (U.H.<sub>50</sub>)

Cette opération est à réaliser avant la détermination du titre exact du complément; on l'exécute en présence d'un léger excès de complément (dilué au 1/40 ou au 1/20) :

— diluer le sérum hémolytique au 1/250, 1/500, 1/1.000 ... 1/5.000 en tampon de MAYER et LEVINE;

— répartir chaque dilution de sérum hémolytique dans une série de tubes suspendus sur un portoir, selon le schéma du tableau I.

TABLEAU N° I

Titrage du sérum hémolytique

Sérum hémolytique	Dilution	1/250	1/500	1/1000	1/1500	1/5000
	Quantité	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Hématies à 6 p.100		0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
		..... 30 minutes température ambiante.....				
Complément 1/10 ou 1/20		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Tampon		0,50	0,50	0,50	0,50	0,625
		..... 30 minutes 37° C .....				
		puis centrifugation				

On recherche le tube dans lequel existe l'hémolyse 50 p. 100. Pour ce faire, si l'on n'a pas l'habitude d'apprécier l'hémolyse, on peut s'aider d'une gamme ainsi constituée :

- Mélanger à parties égales 5 ml de la suspension d'hématies à 6 p. 100 et 5 ml d'eau distillée ou de carbonate de sodium à 1 p. 100; on obtient ainsi une hémolyse à 100 p. 100 d'hématies à 3 p. 100.

- Préparer 3 tubes :

- tube 1 : 1 ml hématies lysées + 3 ml tampon;
- tube 2 : 2 ml hématies lysées + 2 ml tampon;
- tube 3 : 3 ml hématies lysées + 1 ml tampon.

- Préparer dans 4 tubes à hémolyse les mélanges :

- 0,25 ml du tube 1 + 0,75 ml tampon, fournissant l'hémolyse à 25 p. 100;

- 0,25 ml du tube 2 + 0,75 ml tampon, fournissant l'hémolyse à 50 p. 100;

- 0,25 ml du tube 3 + 0,75 ml tampon, fournissant l'hémolyse à 75 p. 100;

- 0,25 ml d'hématies lysées + 0,75 ml tampon, fournissant l'hémolyse à 100 p. 100.

Les couleurs des surnageants de centrifugation des tubes du titrage sont comparées à celles de la gamme d'hémolyse ainsi préparée; on retient le tube du titrage dont la couleur se rapproche le plus de celle de l'hémolyse à 50 p. 100; il contient 1 U.H.<sub>50</sub>. Le tube témoin sans sérum hémolytique ne devra présenter aucune hémolyse, preuve de l'absence de pouvoir hémolytique du complément et de la résistance des hématies utilisées.

Dans la réaction, on utilise 6 U.H.<sub>50</sub>. Le système hémolytique est donc préparé extemporanément en mélangeant 1 partie de sérum hémolytique dilué pour contenir 12 U.H.<sub>50</sub> et 1 partie d'hématies à 6 p. 100; on laisse le

mélange pendant 30 minutes à température ambiante avant de l'utiliser.

La dilution d'utilisation du sérum hémolytique est inscrite sur le flacon.

### 3. Titrage du complément lyophilisé

Ce titrage doit être obligatoirement effectué :

- pour tout nouveau lot de complément; on y procède alors en présence de l'antigène pour apprécier son éventuel pouvoir anti-complémentaire;

— pour chaque dilution de l'antigène lorsque l'on procède au titrage de ce dernier.

Le complément est réhydraté selon les indications du fabricant (ce qui est particulièrement important pour le complément de Wellcome). Ensuite, toutes les dilutions étant faites en fluides refroidis :

- diluer le complément du 1/10 au 1/100 puis répartir les dilutions dans une série de tubes à hémolyse sous le volume de 0,25 ml, comme indiqué au tableau II;

TABLEAU N° II

Titrage du complément

	Dilution	1/10	1/20	.....	1/100
Complément	Quantité	0,25	0,25		0,25
Antigène à 1/m		0,25	0,25		0,25 0,25
Tampon phéniqué		0,25	0,25		0,25 0,50
		..... 30 minutes 37° C.....			
Système hémolytique		0,25	0,25		0,25 0,25
		..... 30 minutes 37° C.....			

- ajouter à chaque tube 0,25 ml d'antigène à dilution préconisée pour la réaction (généralement 1/40) ou, dans le cas d'un titrage d'antigène, aux dilutions 1/m, 1/n, 1/p ...; il y a alors autant d'opérations de titrage du complément que de dilutions d'antigène à essayer;

- ajouter les autres réactifs comme indiqué : le tampon est du tampon *phéniqué* pour tenir compte du fait que, dans la réaction finale, le complément sera en présence de la même quantité d'acide phénique introduit pour inactiver le complément natif des sérums sous test.

On apprécie la dose minimale hémolytique (DMH) dans le tube où existe 100 p. 100 de lyse; on peut, là encore, s'aider d'une gamme d'hémolyse. Le tube témoin ne doit pas présenter de lyse.

Dans la réaction, on utilise 2,5 DMH, c'est-à-dire l'on divise par 2,5 la dilution du complément donnant 100 p. 100 de lyse pour

obtenir la dilution à utiliser dans la réaction. On ne doit pas utiliser les compléments dont les dilutions d'utilisation tombent au-dessous du 1/30.

Si l'équipe sérologique part avec plusieurs lots de complément, la dilution d'utilisation de chacun d'eux devra être connue et consignée dans le cahier d'essais.

### 4. Titrage de l'antigène

Etant donné la bonne stabilité de l'antigène, ce titrage n'est à effectuer au laboratoire que lorsqu'on met en circulation un nouveau lot.

Le titrage est réalisé « en échiquier », chaque dilution d'antigène étant titrée par rapport aux mêmes dilutions d'un même sérum positif connu. Pour chacune des dilutions d'antigène, on introduit la quantité de complément déterminée précédemment :

- diluer le sérum positif de 1/5 à 1/2.560;
- préparer les dilutions d'antigène en tampon 1/10, 1/20 ... 1/120.

TABLEAU N° III  
Titration de l'antigène

	Dilution	1/5	1/10	.....	1/2560
Sérum de référence	Quantité	0,25	0,25		0,25
Tampon					0,25
Antigène 1/x		0,25	0,25		0,25
Complément à 2,5 DMH		0,25	0,25		0,25
		..... 30 minutes 37° C .....			
Système hémolytique		0,25	0,25		0,25
		..... 30 minutes 37° C .....			

La réaction sera disposée comme indiqué au tableau III.

Il y a autant de portoirs que de dilutions d'antigène.

On recherche la plus haute dilution de l'antigène donnant le maximum de fixation avec la plus haute dilution de sérum. Elle contient 1 Unité Antigénique (U.A.). Dans la réaction, on utilise 5 U.A., soit une dilution de l'antigène 5 fois moins élevée. On devra alors se servir de la dilution de complément correspondant à la dilution de l'antigène et déterminée au temps précédent.

L'antigène non dilué est conditionné en flacons de plastique souple sur lequel on marque de manière indélébile sa dilution d'utilisation.

## B. Exécution de la réaction

### 1. Temps préliminaire après la prise de sang

L'opérateur, secondé par un aide non spécialisé, dispose sur l'une des deux tables (figure 9) :

- La plaque chauffante électrique, reliée par un prolongateur aux cosses de la batterie supplémentaire du véhicule; ajuster le thermostat à 37° C;

- Les portoirs contenant les tubes à saignée, débarrassés de leur bouchon de fermeture par l'aide; l'opération doit s'effectuer sans heurts pour ne pas remettre d'hématies en suspension. L'exsudation du caillot fournit les quelques microlitres de sérum nécessaires. Les très rares tubes où il n'y aurait aucune exsudation sont immédiatement centrifugés; c'est une éventualité exceptionnelle;



Fig. 9. — Ensemble du matériel pour la réaction de fixation du complément sur plaques.

- La réserve de tampon, qu'il aura auparavant préparée;
- La réserve d'eau déionisée;
- Le réveil.

Sur l'autre table :

- Les réactifs dont il a immédiatement besoin (tampon phéniqué; antigène, à la dilution requise);
- Les anses de Takatsy sur un portoir stable;
- Deux béciers d'eau déionisée;
- Une feuille de buvard ou une feuille « go-no-go »;
- Un tube Mecker alimenté en butane;
- 6 plaques O.M.S., répertoriées par une lettre, posées chacune sur l'un des bristol

quadrillés sur lequel est porté la lettre de la plaque correspondante (figure 7);

- 5 rhéomètres automatiques pour chacun des réactifs, préalablement contrôlés quant à l'exactitude de la quantité de liquide délivré.

## 2. Protocole

a) Dilution des sérums. — Délivrer au rhéomètre automatique 0,25 ml de tampon phéniqué dans tous les trous des plaques.

A l'aide de 2 anses de Takatsy, prélever dans le premier tube à saignée, en surface, deux fois 25  $\mu$ l de sérum. Ils sont immédiatement reportés et dilués dans les deux cupules correspondantes de la plaque O.M.S., les anses étant tenues comme des baguettes chinoises et tournées entre le pouce et l'index (figure 10).



Fig. 10. — Dilution des sérums. Les anses de Takatsy sont tenues comme des baguettes chinoises.

On obtient ainsi directement dans les cupules une dilution au 1/11 (\*) de sérum dont le complément natif est inactivé par le phénol.

Plonger les boucles des 2 anses qui viennent d'être utilisées dans un bécier d'eau déionisée. L'aide les saisit, les flambe au rouge sombre dans la flamme, les refroidit en les plongeant dans un autre bécier d'eau déionisée et les essore sur le buvard ou les contrôle sur le

papier « go-no-go », puis les replace sur le portoir.

Pendant ce temps, le technicien dilue un autre sérum avec une autre paire d'anses. En synchronisant leurs mouvements, aide et opérateur disposent toujours de 2 paires d'anses sèches et froides.

Le rythme de dilution est rapide, demandant de 5 à 7 minutes seulement pour traiter les 39 sérums d'un portoir.

Six plaques (unité de travail) sont préparées. Les sérums sont conservés jusqu'à la fin des opérations pour contrôler ceux pour lesquels existerait un doute.

(\*) Pour poursuivre l'analogie avec la réaction de CAMPBELL et TURNER, on considère qu'il s'agit d'une dilution au 1/10; cette manière de faire n'a aucune influence sur les résultats.

Pour les animaux cliniquement malades, on pourra effectuer sur le sérum la recherche de l'antigène circulant par précipitation-diffusion en gélose comme cela a été décrit plus haut.

b) Introduction des réactifs — Avec les rhéomètres automatiques, distribuer par colonne : 0,25 ml d'antigène dilué dans les cupules-réaction (colonnes de gauche), ainsi que dans la dernière cupule en bas à droite de chaque plaque (cupule témoin du complément); 0,25 ml de tampon dans les cupules-témoins des sérums (colonne de droite), de même que dans la cupule-témoin du complément; 0,25 ml de complément dilué extemporanément en tampon glacé à la dilution requise. Pour soutenir le rythme de travail et éviter les erreurs, il y a intérêt à ce que le chef d'équipe prépare le complément pendant les opérations antérieures.

*Remarque.* L'une des cupules-témoin du complément peut être remplacée par un témoin réalisé avec le sérum bovin positif de référence qui subira le même traitement (dilution en tampon phéniqué) que les sérums sous test.

c) Incubation. — Les plaques préparées sont placées sur le plateau chauffant pré-réglé à 37° C et couvertes d'une plaque pour éviter l'évaporation.

On incube pendant 30 minutes, qui sont mises à profit pour préparer le système hémolytique, rincer les rhéomètres à l'eau déionisée et reporter les numéros des sérums dans le cadre prévu sur les bristol.

d) Répartition du système hémolytique. — Répartir au rhéomètre 0,25 ml dans toutes les cupules.

Couvrir les plaques et réincuber pendant 30 minutes.

Au total, pour chaque sérum sous test, l'exécution de la réaction correspond aux normes du tableau IV.

### 3. Lecture

Après avoir, d'une chiquenaude, remis en suspension les hématies éventuellement sédimentées, les plaques sont inspectées en les posant sur un bristol auxiliaire du modèle ci-joint (figure 11) portant des disques noirs imprimés. Selon qu'il y a ou pas hémolyse, on perçoit ou non le disque noir sous-jacent.

La lecture s'effectue selon la gamme habituelle des réactions de fixation du complément : de ++++ (fixation totale, pas d'hémolyse) à — (absence de fixation, hémolyse totale).

Le test sur plaque étant conçu pour un contrôle sérologique de troupeaux, on doit s'attendre à ce que l'immense majorité des sérums soit négative, c'est-à-dire que l'on verra partout les disques noirs du bristol auxiliaire y compris, obligatoirement, celui situé en dessous de la cupule-témoin du complément. Un sérum positif ou douteux est immédiatement remarqué sur la plaque.

Les résultats sont notés sur le bristol correspondant à la plaque, dans la case de chaque sérum.

Les sérums anticomplémentaires, c'est-à-dire ceux pour lesquels il n'y aura pas lyse des hématies dans la cupule de droite, sont mis de côté pour traitement ultérieur.

### 4. Interprétation

La réaction décrite ne diffère de celle de CAMPBELL et TURNER (4) que par l'examen de la seule dilution au 1/10 des sérums. Ce faisant, on pourrait a priori supposer, sur des bases théoriques, que certains sérums très fortement positifs fournissent un phénomène de zone et puissent apparaître négatifs à cette dilution. En 15 ans de pratique de la réaction de CAMPBELL et TURNER, l'auteur n'a jamais rencontré une telle éventualité; l'examen de la littérature prouve qu'il en est de même ailleurs. La pratique de l'utilisation de la seule

TABLEAU N° IV  
Disposition de la réaction  
(pour chaque sérum)

	Dilution	1/10	1/10
Sérum	Quantité	0,25	0,25
Antigène 5 U.A.		0,25	
Tampon			0,25
Complément 2,5 DMH		0,25	0,25
		....30 mn 37° C....	
Système hémolytique		0,25	0,25
		....30 mn 37° C....	

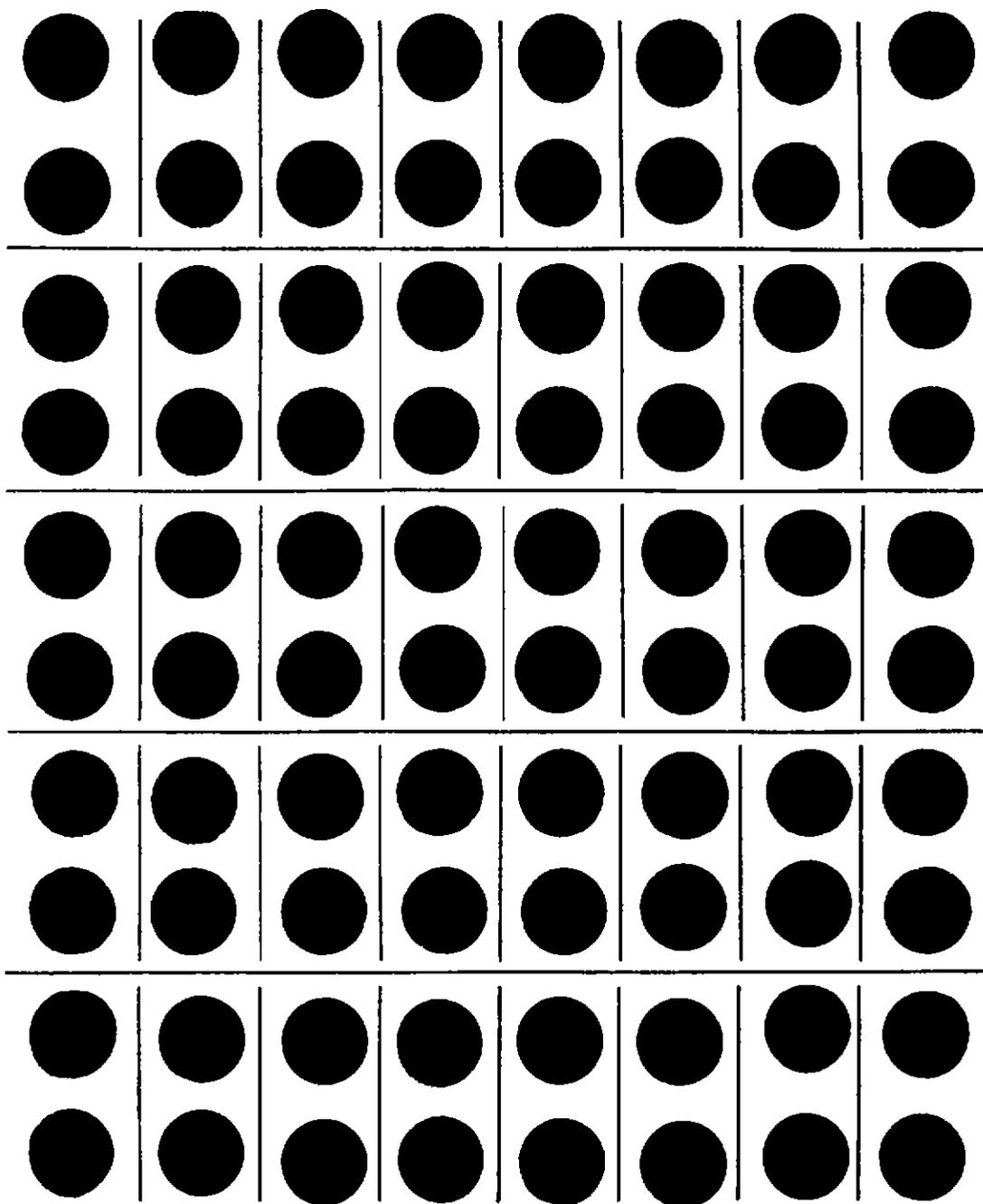


Fig. 11.

dilution au 1/10 paraît ainsi entièrement justifiée. C'est elle que HUDDART (11, 12) a utilisée dans l'est africain sur plusieurs centaines de milliers d'examen. Préconisé dès 1957 par GOLDING (8), l'examen de routine des sérums à cette seule dilution a été extensivement appliqué en Australie par TEAKLE (33) et PEARSON et McPHERSON (22).

Dans ces conditions, l'interprétation des résultats ne diffère pas de celle adoptée par les auteurs australiens (4, 8, 15). Toute réaction donnant une fixation à + + + +, + + + ou + + doit être considérée comme positive et entraîner l'élimination de l'animal en même temps que la mise en quarantaine du troupeau dont il provient. Ce point sera examiné plus loin.

Les sérums fournissant une fixation douteuse (+ ou quelques hématies non lysées) seront de nouveau examinés en fin de journée en même temps que les sérums anticomplémentaires.

### 5. *Traitement des sérums anticomplémentaires*

Les sérums anticomplémentaires sont traités dès qu'ils sont découverts par une technique dérivée de celle de LENNETTE et SCHMIDT (16) : adjonction de 1,05 ml de complément non dilué à 0,2 ml du sérum anticomplémentaire; séjour de quelques heures au frais; inactivation du complément résiduel par exposition à l'insolation directe ou, si le temps est couvert, par séjour dans un récipient d'eau portée à 60° C. On ajoute ensuite 0,37 ml de tampon qui fournit ainsi un sérum inactivé, dilué au 1/10. Le procédé a des analogies avec celui qu'a employé HUDDART (11) au Kenya.

Les sérums ainsi traités entrent directement en jeu dans un test complémentaire; ils sont introduits à la pipette dans les cupules. Les autres réactifs sont apportés au rhéomètre comme dans le test lui-même.

Les sérums douteux des tests précédents sont, eux aussi, repris et de nouveau examinés par le protocole décrit plus haut.

Certains sérums résistent au traitement d'abolition du pouvoir anticomplémentaire. D'après l'expérience de l'auteur, ces sérums proviennent de bovins péripneumoniques et doivent être considérés comme positifs; en effet, en poussant les dilutions, on fait disparaître

le pouvoir anticomplémentaire en même temps qu'apparaît la fixation spécifique.

## OPERATIONS ULTERIEURES

### 1. **Tri des animaux à sérologie positive**

Les bovins ayant fourni une réponse positive sont retirés du troupeau. Leur devenir est fonction des circonstances locales d'application des règles de police sanitaire applicables à la péripneumonie. En les suivant de manière orthodoxe, ils devraient être abattus dans le délai le plus bref.

La mise en pratique de l'abattage, l'indemnisation éventuelle des propriétaires sont à décider par l'autorité vétérinaire nationale. On trouvera sous la plume de HUDDART (12) une excellente description du problème et des solutions proposées.

### 2. **Lavage du matériel**

Les plaques O.M.S. sont vidées de leur contenu puis lavées dans une solution faiblement détergente de « 7 X » dilué dans de l'eau froide, subissent 2 rinçages en eau ordinaire et un dernier en eau déionisée. Elles sont vigoureusement essorées pour chasser les ménisques d'eau résiduelle dans le fond des cupules et mises à sécher retournées, cupules en dessous.

Le reste du matériel est rincé à plusieurs reprises à l'eau puis à l'eau déionisée.

### 3. **Tenue des archives**

Le détail des opérations est reporté sur le cahier journalier en mentionnant les lots de réactifs, les dilutions utilisées... Les bristols ayant servi aux réactions sont conservés directement en archives, ce qui simplifie encore leur tenue.

## CRITIQUE DE LA METHODE

Lors de la conception du test sur plaque, on a recherché la simplification des opérations à tous les stades, une standardisation poussée, l'augmentation de la vitesse d'exécution des tests, une interprétation des résultats ne pou-

vant donner lieu à appréciation individuelle ni à contestation.

Reprenant ce dernier argument qui possède toute sa valeur dans une campagne internationale contre la péripneumonie, il apparaît que ce n'est que la réaction de CAMPBELL et TURNER qui pouvait être utilisée. Les autres techniques de fixation du complément appliquées au diagnostic de la péripneumonie, ou bien n'ont pas fait l'accord unanime quant à l'interprétation des résultats, ou bien sont d'exécution trop délicate pour sortir du domaine du laboratoire. Ainsi en est-il de la réaction de LINDLEY (17), de Farcha (28), de PROVOST et QUEVAL (26) et, plus encore, celle de NEWING (21) qui réclame l'usage d'un photolorimètre.

Le test proposé a des analogies de conception avec la technique primitive de HUDDART (11) qui a eu son heure de gloire dans l'Est africain puis en Australie (19). Cette dernière n'a à son désavantage que d'être moins rapide que la technique que nous proposons, demandant un matériel plus fragile (centrifugeuse électrique, bain-marie) et d'être d'interprétation un peu plus délicate. Par contre, le nouveau test proposé par HUDDART (13), basé sur la capacité d'un sérum à fixer certaines quantités variables de complément, n'est pas entièrement standardisé quant à l'interprétation des résultats; les normes admises dans l'Est africain ne peuvent s'appliquer ailleurs ainsi que l'auteur a pu s'en rendre compte. De plus, relativement lente d'exécution, il paraît difficile de la recommander pour une campagne sérologique.

Au total, dans son essence même, le test proposé n'est qu'une adaptation sur plaque de la technique de CAMPBELL et TURNER (4). Mis à part des points de technologic (utilisation de plaques, dilution du sérum avec des anses, incubation sur plateau chauffant...), il ne se

départ de la technique australienne que par le procédé d'inactivation des sérums utilisant le phénol dilué au lieu de l'inactivation thermique. Le but recherché, et atteint, est le même, qui vise à se débarrasser du complément natif des sérums. La précaution prise de titrer le complément en présence de la même quantité d'acide phénique résiduelle que celle qui existera dans la réaction finale permet l'utilisation des mêmes paramètres de réactifs que dans la technique originale.

Il en résulte que les résultats fournis par le test sur plaque ne diffèrent absolument pas de ceux de la réaction de CAMPBELL et TURNER qui a fait l'unanimité des expérimentateurs (29) et se trouve être *la seule réaction de diagnostic de la péripneumonie à être incluse dans le Code Zoosanitaire de l'Office International des Epizooties*, après examen par la Commission pour l'étude des normes de produits biologiques approuvés par cette organisation (31). Il ne faut le prendre que comme une amélioration de la méthodologie d'exécution. Celle-ci est, au demeurant, sensible car une équipe de deux personnes peut traiter 1.000 sérums dans sa journée de travail, ne demandant à être aidée que pour la contention préalable à la prise de sang, ce qui peut être fait par les propriétaires eux-mêmes.

Le test sur plaque offre les mêmes garanties et souffre des mêmes critiques que la réaction australienne, garanties et critiques commentées par différents auteurs (29, 30, 8, 26).

En dernier ressort, on se souviendra qu'une technique sérologique met en évidence des anticorps sériques et que, ce faisant, elle est soumise aux aléas biologiques de leur apparition et de leur disparition mais aussi de leur spécificité. Vue sous cet angle, la réaction de CAMPBELL et TURNER est celle qui offre les meilleures garanties à l'heure actuelle.

## SUMMARY

### **Immunological studies on contagious bovine pleuropneumonia. XIV. Description of two field techniques for the diagnosis of the disease.**

In view of the setting-up of quick and specific diagnostic tests for the interafrican campaign against CBPP, the author makes proposals and describes in detail two techniques which can be easily performed in the field: one is a gel diffusion-precipitation micro-technique using a rehydratable agarose gel and dried, reagent-impregnated blotting-paper discs; the other is a plate adaptation of the classical Campbell and Turner test which

makes use of a robust, allground equipment and laboratory standardized reagents.

## RESUMEN

### Investigaciones inmunológicas sobre la peripneumonía. XIV. Descripción de dos técnicas aplicables sobre terreno para el diagnóstico de la enfermedad.

Teniendo por objeto la utilización de medios de diagnóstico rápidos y específicos para la campaña interafricana contra la peripneumonía, el autor propone y describe en detalle dos técnicas aplicables sin dificultades sobre terreno: la una es la precipitación-difusión en gelosa adaptada en micro-técnica, utilizando un agar-agar pudiendo rehidratarse y discos de papel secante impregnados con reactivos luego desecados; la otra es una adaptación sobre placas de plexiglas con cupulas de la reacción clásica de Campbell y Turner, utilizando un material robusto adaptado para el transporte todo terreno y reactivos unificados en el laboratorio.

## BIBLIOGRAPHIE

- BORDET (R.), SEVESTRE (J.) et BOIVIN (R.). Prise de sang aux vaisseaux coccygiens chez les bovins. *Rec. Méd. vét.*, 1967, **143**: 945-951.
- BUKANTZ (S.), REIN (C.) et KENT (J.). Studies on complement fixation. II. Preservation of sheep's blood in citrate dextrose mixtures (modified Alsever's solution) for use in complement fixation reaction. *J. Lab. Clin. Med.*, 1946, **31**: 394.
- BYGRAVE (A. C.), MOULTON (J. E.) et SHIFRINE (M.). Clinical, serological and pathological findings in an outbreak of contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1968, **16**: 21-46.
- CAMPBELL (A. D.) et TURNER (A. W.). Studies on contagious pleuropneumonia of cattle. IV. An improved complement fixation test. *Aust. vet. J.*, 1953, **29**: 154-163.
- CLARKE (D. H.) et CASALS (J.). Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropodborne viruses. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1958, **7**: 561-573.
- DUBOIS (M. P.). Conservation d'hématies destinées aux réactions d'immunohémolyse. *Path.-Biol.*, 1969, **17**: 791-792.
- ETHERIDGE (J. R.) et LLOYD (L. C.). Increased sensitivity of the complement fixation test for contagious bovine pleuropneumonia on sera preserved with phenol. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1968, **16**: 295-301.
- GOLDING (N. K.). The application of the complement fixation test to the control of contagious pleuropneumonia of bovines. *Aust. vet. J.*, 1958, **34**: 361-369.
- GRASSET (N.). Gel diffusion micro-technique in virology. *Symp. Series Immunobiol. Standard.*, 1965, **4**: 281-294. Basel, Karger, 1967.
- GRIFFIN (R. M.). A gel diffusion precipitin test for contagious bovine pleuropneumonia. *J. comp. Path.*, 1965, **75**: 223-231.
- HUDDART (J.). A field modification of the complement fixation test for contagious bovine pleuropneumonia. F.A.O., Rome 1963. (Animal Health Branch Monograph n° 6.)
- HUDDART (J.). Field control of CBPP under East african conditions. In: HUDSON (J. R.). Contagious bovine pleuropneumonia. Rome, F.A.O., 1971. (F.A.O. Agricultural Studies n° 86.)
- HUDDART (J. E.). Contagious bovine pleuropneumonia. Manual of field control methods. Document F.A.O. non publié.
- KARST (O.). Contagious bovine pleuropneumonia: a plate complement fixation test employed at the Federal Department of Veterinary Research, Vom. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1970, **18**: 5-11.
- LADDS (P. W.). The value of complement fixation testing of slaughter cattle in surveying the incidence of bovine contagious pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1965, **41**: 387-390.
- LENNETTE (B. H.) et SCHMIDT (N. J.). Studies on the development and persistence of complement - fixing and neutralizing antibodies in human poliomyelitis. *Am. J. Hyg.*, 1957, **65**: 210-238.
- LINDLEY (E. P.) et PEDERSEN (V.). The agar gel double diffusion test in studies on contagious bovine pleuropneumonia. Document non publié du cours F.A.O. sur les mycoplasmes animaux, Khartoum, février 1967.
- LINDLEY (E. P.) et PEDERSEN (V.). An experiment on the survival of *M. mycoides* in the tissues of animals vaccinated with contagious bovine pleuropneumonia vaccine. *Sud. J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1968, **9**: 1-8.
- LLOYD (L. C.). Progress in the eradication of contagious bovine pleuropneumonia in Australia. *Aust. vet. J.*, 1969, **45**: 145-149.
- MACKELLAR (J. C.). Collection of blood sample and smears for diagnosis. *Vet. Rec.*, 1970, **86**: 302-306.
- NEWING (C. R.). A quantitative complement fixation test for use in laboratory investigations of bovine contagious pleuropneumonia. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1957, **5**: 149-159.
- PEARSON (C. W.) et McPHERSON (G.). A modified complement fixation test for contagious bovine pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1966, **42**: 324-327.
- PERREAU (P.), GAYT (P.) et MONNIER (J.). La méthode d'immunofluorescence et l'identification des mycoplasmes. Application au diagnostic de la péripneumonie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22**: 481-493.
- PRIESTLEY (F. W.). The effect of phenol on the complement fixation test for Johne's disease. *Res. vet. Sci.*, 1960, **1**: 177-181.
- PROVOST (A.). Rapport de mission pour l'étude

- d'une campagne de lutte contre la péripneumonie bovine en Afrique centrale. Publication du Secrétariat d'Etat français aux Affaires Etrangères, Paris, juillet 1971.
26. PROVOST (A.) et QUEVAL (R.). Recherches immunologiques sur la péripneumonie. X. Proposition d'une nouvelle technique sérologique pour le diagnostic expérimental de la maladie: le test des quatre tubes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21**: 317-334.
  27. PROVOST (A.), QUEVAL (R.), BORREDON (C.) et MAURICE (Y.). Recherches en vue d'une méthode rapide de diagnostic de la peste bovine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1963, **16**: 287-297.
  28. QUEVAL (R.), PROVOST (A.) et VILLEMOT (J.M.). Comparaison de méthodes de déviation du complément utilisées dans l'étude de la péripneumonie bovine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **12**: 159-170.
  29. Rapport de la 3<sup>e</sup> réunion du groupe FAO/OIE/OUA d'experts de la péripneumonie bovine. Rapport de réunion AN 1967/2. F.A.O., Rome, 1967.
  30. Rapport de la 4<sup>e</sup> réunion du groupe FAO/OIE/OUA d'experts de la péripneumonie contagieuse bovine. Rapport de réunion AGA 1971/6. F.A.O., Rome, 1971.
  31. Résolutions de la 39<sup>e</sup> session générale de l'Office International des Epizooties, Paris, 24-29 mai 1971.
  32. SHIFRINE (M.). A rapid gel diffusion precipitin test for contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. Wildlife Dis. Ass.*, 1967, **3**: 36.
  33. TEAKLE (R. E.). A modified complement fixation test for bovine contagious pleuropneumonia for large-scale laboratory use. *Qd J. Agric. Sci.*, 1966, **23**: 609-616.
  34. TURNER (A. W.). Detection of *Mycoplasma mycoides* antigen and antibody by means of precipitin tests, as aids to diagnosis of bovine contagious pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1962, **38**: 335-337.
  35. WHITE (G.). Agar double diffusion precipitation reaction applied to the study of *Asterococcus mycoides*. *Nature*, 1958, **181**: 278-279.

## Étude des propriétés biologiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache

par J. RAMISSE (\*), H. SERRES (\*\*), P. RASOLOFOMANANA (\*),  
E. RAKOTONDRAMARY (\*) et R. RANDRIAMAMPINANINA (\*)

### RESUME

Toutes les techniques mises en œuvre n'ont pas permis de différencier le virus de l'encéphalomyélite porcine malgache de deux souches européennes du virus de Teschen, exception faite de la difficulté de l'infection buccale du porc et de l'absence de multiplication intestinale, avec les souches locales.

L'immunofluorescence donne des résultats en accord avec ceux de l'histochimie : replication cytoplasmique du virus. L'immunodiffusion est positive avec le virus de culture cellulaire. La séro-neutralisation montre l'antigénicité croisée entre les souches locales et européennes.

Le virus présente une étroite spécificité d'hôte et d'effet cytopathogène. Seules les cellules rénales de porc y sont sensibles. Sur ce système cellulaire, il produit des plages de dimensions variables.

La multiplication de ce virus est partiellement inhibée en culture cellulaire par le virus de Newcastle.

Les passages du virus en série sur cellules rénales de porc atténuent son pouvoir pathogène, tout en lui conservant un pouvoir immunisant.

Dans un précédent travail publié dans cette même revue (9), nous avons relaté les résultats de nos études sur les propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache, en les comparant avec celles des souches européennes de la maladie de Teschen.

Nous relatons maintenant, ci-après, l'étude que nous avons effectuée sur les propriétés biologiques du virus local, en faisant également, dans quelques cas, le parallèle avec les souches européennes.

Ces propriétés biologiques sont présentées en fonction des techniques utilisées, techniques dont certaines ont déjà été appliquées soit à des entérovirus humains ou animaux, soit plus particulièrement parfois au virus de Teschen.

### A. Immunofluorescence

Elle a été appliquée aux entérovirus par BROWN (3). De tous les procédés mis en œuvre, un seul nous a permis de caractériser correctement le virus intracellulaire : c'est l'utilisation, pour la préparation du conjugué, de sérum de porc convalescent. Pour la préparation du conjugué et la coloration des cultures cellulaires infectées, nous avons adopté la même technique que celle appliquée au virus de Newcastle (RAMISSE et Collab.) (7). L'examen a été fait sur fond noir.

Les préparations cellulaires infectées et témoins ont été colorées avec le conjugué anti-Teschen soit pur, soit dilué au 1/10 et contre-colorées au bleu de méthylène. La photo 1 représente une préparation de cellules infectées examinée à moyen grossissement. Les cellules sont lysées et agglomérées en amas nettement fluorescents. La fluorescence est plus ou moins

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire Central de l'Elevage. B.P. n° 862, Tananarive, République Malgache.

(\*\*) Adresse actuelle : I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons Alfort, France.

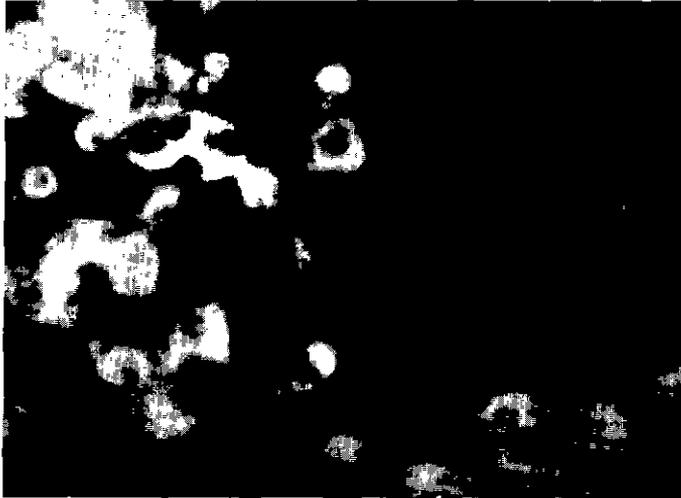


Photo 1.

intense dans le cytoplasme, mais elle est absente du noyau. Cela montre que la replication du virus est intracytoplasmique.

### B. Hémagglutination

Elle a été utilisée pour les entérovirus porcins par WEBSTER (12) et MORIMOTO (6). Nous l'avons pratiquée à différentes températures, et avec les hématies (fraîches ou formolées) de porc, souris, cobaye, lapin, veau, mouton, poulet.

Quelles que soient la température de la réaction, ou l'espèce animale ayant fourni les hématies, le virus local, pas plus que le virus européen, n'ont présenté de propriétés hémagglutinantes.

### C. Immunodiffusion

Elle a été appliquée au virus de Teschen par WITTMAN (13) puis à divers picornavirus du porc par BOULANGER et Collab., (1). Nous nous sommes servis d'antisérums préparés sur porcs ou sur moutons, et absorbés fortement avec de la poudre de rein de porc (1 g/ml, à 4 degrés, pendant 3 jours). Le gel de diffusion est classique : agar Noble DIFCO, tampon véronal, pH 8 et force ionique de 0,025. Le virus est introduit sous forme de culture cellulaire infectée brute, ou sous forme de cerveaux virulents broyés. La diffusion est faite à 25 degrés pendant 4 jours. Ensuite, on dessèche l'agar et les lignes de précipitation sont colorées à l'amido-schwartz.

Avec les antisérums bruts non absorbés, il y a plusieurs lignes de précipitation. Ceci s'explique par l'existence d'anticorps correspondants aux composants non viraux de l'antigène d'immunisation (débris cellulaires, protéines diverses). L'adsorption des sérums avec de la poudre de tissu rénal et de l'hydrolysate de caséine fait disparaître toutes les lignes de précipitation non spécifiques.

Si l'on utilise au départ des antisérums de titre neutralisant élevé (1/10.000), les résultats sont constants avec le virus de culture cellulaire : toutes les souches examinées donnent une ligne de précipitation, qu'il s'agisse des souches locales ou européennes. Les témoins milieu de culture et culture cellulaire non infectée ne précipitent pas (photo 2).

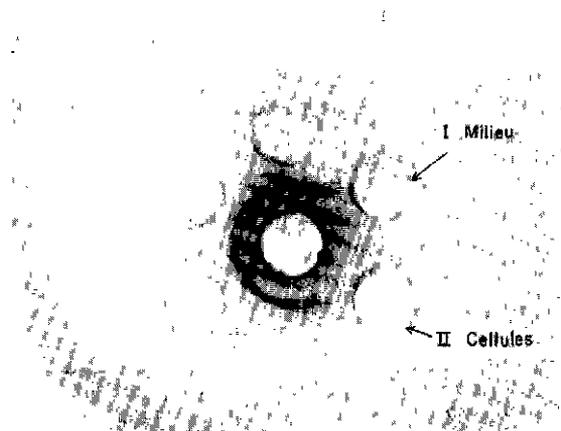


Photo 2.

A l'inverse du virus de culture, le virus contenu dans les tissus nerveux virulents ne donne aucune ligne. Il n'est donc pas possible, dans ces conditions, de se servir de l'immunodiffusion pour le diagnostic rapide de la maladie de Teschen.

L'immunodiffusion ne permet pas de différencier les souches de Madagascar et de Tchécoslovaquie.

#### **D. Production de plages sur cellules rénales de porc**

La technique a été employée pour les entérovirus porcins par SINGH et Collab. (10). Nous avons utilisé soit des tubes à lamelle, soit des flacons en plastique « Falcon » de 30 ml, soit des flacons plats en verre ordinaire de 125 ml. Dans les flacons en verre ordinaire, la culture cellulaire n'est pas toujours satisfaisante.

Nous nous sommes servis de cellules de premier explant ou de premier repiquage ou de cellules de souche PK 15. Comme milieu solide, nous nous sommes arrêtés à un mélange d'agar Noble DIFCO (15 p. 1.000) et de milieu de Schwöbel sans phosphate (pH 7,8) enrichi avec 2 p. 100 de sérum de veau. La mise en évidence des plages est faite par coloration au

rouge neutre à la dilution finale de 1/20.000. Le rouge neutre est appliqué directement (solution au 1/5.000) ou incorporé dans une deuxième couche de milieu solidifié.

Les souches locales aussi bien que les souches européennes produisent des plages sur cellules rénales de porc en couche mono-cellulaire. Ces plages sont décelables aux plus faibles dilutions de virus ( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) dès le deuxième jour. Aux dilutions plus poussées ( $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ), les plages n'apparaissent que vers le 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> jour.

Le nombre de plages est beaucoup plus grand sur cellules de premier explant que sur PK 15, ce qui correspond aux titres obtenus en milieu liquide sur ces deux systèmes cellulaires.

Le diamètre des plages est très variable (de 1 à 4 mm) pour une préparation virulente non purifiée.

Par cette technique nous n'avons pas davantage pu établir de différences entre les souches locales et européennes, examinées sous forme de suspensions virulentes brutes non clonées. Les photos 3 et 4 montrent l'aspect des plages obtenues en tubes à lamelles, et en flacons plats avec une souche locale et une souche européenne.



Photo 3.



Photo 4.

**E. Regroupement antigénique par séro-neutralisation**

De nombreux auteurs ont utilisé la séro-neutralisation spécifique du pouvoir cytopathogène, afin de classer les picornavirus du porc. L'un des travaux les plus récents et les plus complets est celui de WANG et DUNNE (11).

Nous donnons ci-après la neutralisation comparée de souches de Madagascar et de Tchécoslovaquie :

Antisérum utilisés :

Européens : anti-Konratice et anti-Tyrol.

Locaux : produit, sur moutons et sur porcs, avec des souches européennes (ZABREH envoyée par le Professeur JACOTOT, que nous remercions), ou locales (ANTSIRABE, D 388, TD 7 purifiée au Fréon).

Les virus sont employés sous forme de lysats centrifugés de cultures cellulaires infectées, titrées puis congelées.

TABLEAU N° I

Neutralisation de diverses souches  
(Diminution du titre cytopathogène par l'action de 3 sérums à dilution fixe)

Virus	A 41	D 54	D 57	D 110	D 116	D 155	D 300	D 380	D 388	D 423	D 457	D 704	D 937	D 1232	Zabreh	Ludrova
Antsirabe (1/20.000)	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>		10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>		10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>
D 388 (1/20.000)	-	-	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	-	-	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	-	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>
Zabreh (1/20.000)	-	-	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	-	-	-	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	-	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>

TABLEAU N° II

Neutralisations de souches européennes et malgaches  
par des antisérums européens et malgaches

Virus	Anti-Sérums	Konratice (1/80)	Tyrol (1/160)	Antsirabe (1/20.000)
Zabreh		10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
Ludrova		10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>
D 388		10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>
D 116		10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>5</sup>

**Technique :**

Les différents sérums ont été engagés dans la réaction à la dilution qui neutralise 1.000 doses cytopathogènes ZABREH. Cette dilution limite a été déterminée préalablement :

- sérum anti-Konratice : 1/80,
- sérum anti-Tyrol : 1/60,
- sérum anti-A 41 (souche locale) : 1/20.000,
- sérum anti-D 388 (souche locale) : 1/20.000,
- sérum anti-Zabreh (souche tchèque) : 1/20.000.

Les cellules d'une même culture sont utilisées pour titrer parallèlement l'activité cytopathogène de dilutions décimales des divers virus, et de ces mêmes virus soumis à l'action des antisérums aux dilutions fixes précédemment définies.

Chaque souche est opposée à chaque sérum. L'activité de chacun de ces derniers sur chaque virus est mesurée par la différence observée dans le titre décimal limite du pouvoir cytopathogène viral, suivant que le virus est utilisé

après exposition de 1 heure à 37°, soit tel quel, soit en présence de sérum aux dilutions définies plus haut.

Les résultats sont groupés dans les tableaux I et II. Leur examen montre une homogénéité des réactions sérologiques, qu'il s'agisse de souches européennes ou malgaches.

**F. Interaction avec le virus Newcastle**

BUCK et collab. (4) ont montré que certaines relations pouvaient exister entre les virus de Teschen et de Newcastle, chez le porc.

Afin de préciser la relation entre les deux virus, nous avons inoculé le virus de Newcastle à des cultures de cellules rénales de porc, et ces cultures ont été surinfectées par du virus de Teschen. La multiplication du virus de Newcastle a été démontrée par un effet cytopathogène, mais aussi par le test d'hémadsorption, tandis que le virus de Teschen a été caractérisé par l'effet cytopathogène (ECP) et par immunofluorescence.

Les résultats sont rassemblés au tableau III.

TABLEAU N° III  
Infection successive Newcastle et Teschen sur cellules rénales de porc.

Dilution Newcastle	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	T
ECP	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Hémadsorption	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Dilution Newcastle	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	T
Surinfection Teschen	10 <sup>-4</sup> DMI/tube - Le lendemain de la primo-infection Newcastle.										
ECP	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Hémadsorption	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
I. fluorescence Teschen	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Conclusion	Pas de virus			Newcastle				Teschen			

On observe d'abord pour l'infection Newcastle une sorte de phénomène de zone. Avec les dilutions les plus faibles (jusqu'à 10<sup>-3</sup>), il n'y a pas d'effet cytopathogène dû au virus

Newcastle, et celui-ci ne se réplique pas intégralement sur les cellules rénales de porc ainsi que le montre le test d'hémadsorption négatif.

Le virus de Newcastle se multiplie lorsqu'il est inoculé aux dilutions allant de  $10^{-4}$  à  $10^{-7}$ .

Si l'on inocule simultanément les deux virus, le virus de Teschen plus cytopathogène se multiplie seul et lyse rapidement les cellules.

Par contre si l'on inocule le virus de Newcastle 24 h avant le virus de Teschen, on observe des effets variables selon les dilutions. La surinfection Teschen étant faite à une dilution unique  $10^{-4}$  D.M.I., on constate :

- que, dans les tubes ayant reçu le virus de Newcastle aux plus fortes concentrations, non seulement le virus de Newcastle ne se développe pas, mais aussi qu'il n'y a pas répllication du virus de Teschen, sans doute à cause d'un phénomène d'interférence de type particulier;
- que dans les tubes où se multiplie le virus de Newcastle (dilution  $10^{-4}$  à  $10^{-7}$ ), il n'y a pas répllication du virus de Teschen. Ceci est montré par l'immunofluorescence. Il y aurait donc, ici, un véritable phénomène d'interférence classique entre le virus de Newcastle et le virus de Teschen;

— que le virus de Teschen se multiplie dans les tubes où le virus de Newcastle est absent (à partir de la dilution  $10^{-8}$ ).

Ce phénomène d'interférence constaté en cultures cellulaires ne se retrouve pas, lors de l'expérimentation sur porc.

### G. Stabilité de l'adsorption du virus sur le gel d'alumine

Pour évaluer la stabilité de l'adsorption du virus sur le gel d'alumine, nous avons titré le virus non inactivé restant dans le surnageant de centrifugation du mélange culture cellulaire virulente et gel d'alumine.

Le titrage a été fait après des délais de conservation variables en chambre froide.

Tout le virus présent dans le milieu de culture ne se fixe pas sur le gel d'alumine lors de la préparation du vaccin. Et même une partie de celui qui s'y fixe pendant la phase d'agitation, se libère ensuite, et se retrouve dans le milieu. L'instabilité de l'adsorption du virus sur le gel ressort des résultats des titrages rassemblés dans le tableau IV.

TABLEAU N°IV

Titrages du virus dans la phase liquide après mélange avec le gel

Souches virales	Durée d'agitation du mélange virus et gel	Durée de conservation en chambre froide	Titre du virus non fixé restant dans le milieu (surnageant de centrifugation)
TD 14	0 (pas de gel)	titrage immédiat	$10^8$
TD 14	5 minutes	"	$10^5$
TD 14	20 minutes	"	$10^5$
TD 14	1 heure	"	$10^5$
TD 15	0 (pas de gel)	titrage immédiat	$10^8$
TD 15	1 heure	"	$10^4$
TD 15	1 heure	24 heures	$10^{2,5}$
TD 15	1 heure	48 heures	$10^3$
TD 15	1 heure	5 jours	$10^4$
TD 15	1 heure	6 jours	$10^5$

On remarque que :

- la proportion de virus fixé dépend peu du temps d'agitation du mélange culture cellulaire et gel d'alumine;
- la proportion fixée varie selon la durée de conservation et elle semble passer par un maximum au bout de 2 à 3 jours de conservation.

### H. Etude de l'effet cytopathogène éventuel vis-à-vis de plusieurs systèmes cellulaires

Dans l'espoir d'atténuer davantage les souches utilisées pour la vaccination nasale, nous avons essayé d'adapter une souche cultivée sur cellules rénales de porc à d'autres systèmes cellulaires. De plus, nous voulions vérifier la sensibilité au virus local de lignées cellulaires.

Nous avons donc passé plusieurs fois le virus sur :

- cellules primaires : rénales de lapin et d'embryon de lapin, de cobaye, de souris, de fœtus de veau, testiculaires de porc, leucocytes de porc, fibroblastes d'embryon de poulets;
- cultures mixtes : cellules rénales et testiculaires de porc, rénales de porc et de lapin. Dans ce cas, au bout de 10 à 15 passages, le virus produit (par la lyse des cellules rénales de porc) a été inoculé sur des cultures pures de cellules testiculaires de porc ou rénales de lapin, afin de contrôler s'il avait acquis un pouvoir cytopathogène pour ces cellules;
- lignées cellulaires : KB, Hela, Hep, BHK 21, PK 15, RV (rénales de veau).

Malgré la répétition des essais, nous n'avons pas pu mettre en évidence d'effet cytopathogène dû au virus Teschen (local ou européen) sur d'autres systèmes cellulaires que les cellules rénales de porc, soit primaires ou secondaires, soit en lignée continue (PK 15).

Le titre est plus élevé ( $10^8$  habituellement) sur cellules primaires que sur PK 15 ( $10^8$  -  $10^4$ ).

Les passages successifs sur cultures mixtes n'ont pas permis d'adapter le virus aux cellules testiculaires de porc ou rénales de lapin. Dans les cultures mixtes, seules les cellules rénales de porc étaient lysées.

### I. Inoculations expérimentales aux animaux de laboratoire

Le virus est inoculé sous forme de suspension cérébrale ou de cultures cellulaires virulentes. Il s'agit de souches européennes ou locales récemment isolées, ou au contraire, passées de 20 à 40 fois sur cellules rénales de porc. Les voies d'inoculation et les doses sont les suivantes :

- Poulets :
  - intracérébrale : 0,05 ml
  - intranasale : 4 gouttes par narine
- Souris :
  - intracérébrale : 0,025 ml
  - intranasale : 2 gouttes par narine
- Lapereaux :
  - intracérébrale : 0,05 ml

intranasale : 4 gouttes par narine

— Cobayes :

intracérébrale : 0,05 ml

intranasale : 4 gouttes par narine

Les animaux inoculés sont observés pendant 1 mois au moins.

Aucun des animaux inoculés n'a présenté de symptômes particuliers pendant la période d'observation suivant l'inoculation. Par conséquent, ces animaux demeurent réfractaires au virus de l'encéphalomyélite porcine.

### J. Pathogénie de la maladie : infection par voie buccale

Avec les souches malgaches fraîchement isolées, il est très difficile d'obtenir l'infection par voie buccale, comme l'a déjà signalé SERRES (9).

Nous avons confirmé qu'aucune maladie clinique n'est consécutive à l'infection de porcelets âgés de plus de 1 mois après l'administration de quantités très importantes de virus (20 ml de suspension contenant  $10^6$  unités virulentes/ml par voie intracérébrale).

Par contre, la même infection se montre positive sur des porcelets âgés de 15 jours, au moment où l'immunité disparaît. Dans deux cas sur cinq, les porcelets succombent à une maladie paralytique classique, et présentent des lésions histologiques caractéristiques du système nerveux central.

Néanmoins, l'élimination fécale du virus ne peut pas être mise en évidence.

De ce point de vue, on note une différence certaine entre souches malgaches et européennes, car ces dernières permettent plus facilement l'infection par voie buccale.

### K. Atténuation de souches par passages sur cultures cellulaires et sélection de souches vaccinales

Selon BOURDIN et Collab. (2), une souche locale (d'Antsirabe) passée 25 fois sur cellules rénales de porc était devenue presque inoffensive pour le porc inoculé par voie nasale, et elle avait gardé son pouvoir immunisant. Dans le but d'atténuer complètement cette souche, nous avons continué à la passer sur cellules, nous fondant sur le travail de MAYR

qui démontrait la perte totale de virulence d'une souche passée 90 à 130 fois sur cellules. Nous avons donc passé jusqu'à 100 fois sur cellules la souche Antsirabe. A plusieurs reprises et au fur et à mesure des passages, nous avons testé sa virulence et son pouvoir vaccinant dans les conditions suivantes : inoculation nasale, observation pendant 1 mois, épreuve virulente par voie nasale ou cérébrale, autopsies systématiques des morts et des malades sacrifiés, examens histopathologiques des bulbes et moelles.

Par ailleurs, un certain nombre d'autres souches locales ou européennes ont également été passées sur cellules jusqu'au 25<sup>e</sup> passage, pour apprécier leur atténuation et leur capacité vaccinale, cela afin de sélectionner pour la

vaccination nasale la souche présentant le plus faible pouvoir pathogène résiduel et la meilleure capacité vaccinale.

Enfin, deux souches ont été cultivées jusqu'au 40<sup>e</sup> passage sur cellules rénales de porc à la température de 28° afin de produire des souches « froides » (au sens donné par LWOFF) dont le pouvoir pathogène est habituellement réduit, ou a disparu.

Les propriétés de ces différentes souches ont été vérifiées sur porcs. D'autre part, nous avons inoculé à des porcs deux souches vivantes atténuées, par les voies intraveineuse, sous-cutanée et intradermique. L'épreuve de ces porcs a permis de vérifier si les porcs ainsi inoculés étaient immunisés.

TABLEAU N° V

Souche	Passages sur cellules	Porcs vaccinés	Maladie de Teschen post vaccinale	Eprouvés	Résistants
Antsirabe	41	90	11	42	26
	53	42	2	31	25
	75	54	5	43	19
	100	37	2	35	16
Zabreh	25	65	3	61	53
Antsirabe cultivée à 28°	27	50	0	42	30

D'après les résultats rassemblés dans le tableau V, il n'a pas été possible jusqu'à maintenant d'obtenir une souche vivante atténuée pleinement satisfaisante, c'est-à-dire complètement dépourvue de pouvoir pathogène avec un pouvoir vaccinant élevé, et dont les propriétés seraient stables.

Pour juger de la valeur d'une souche, il faut tenir compte de la mortalité postvaccinale et du pourcentage de protection contre l'épreuve intracérébrale : l'épreuve par voie nasale quoique plus proche de l'infection naturelle ne donne pas des résultats assez réguliers, et ne tue pas chaque fois tous les témoins. C'est ainsi que les épreuves par voie nasale donnent toujours des taux de protection plus élevés pour une souche déterminée que les épreuves intracérébrales. Pour choisir une souche en vue de la vaccination nasale, dans l'état actuel des

recherches, on adoptera un compromis entre le pouvoir vaccinant et le pouvoir pathogène résiduel.

Pour chaque expérience, un lot de porcelets témoins est éprouvé dans les mêmes conditions que les vaccinés. Les témoins proviennent du même lot de porcelets que les vaccinés. Nous constatons d'une expérience à l'autre des variations importantes dans la sensibilité des porcelets au virus de l'encéphalomyélite, ce qui rend difficile la comparaison entre plusieurs expériences successives.

Cependant, il est quand même possible de tirer du tableau V quelques conclusions :

— En premier lieu, rappelons l'inégale réceptivité des porcs vis-à-vis du virus. Cela ressort par exemple des pourcentages de mortalités postvaccinales consécutives à la vacci-

nation avec une même souche (au même niveau de passage sur cellules).

— Aucune souche, sauf celle passée à 28°, n'est complètement dépourvue de pouvoir pathogène par l'inoculation nasale.

— Le pouvoir pathogène résiduel pour le porc paraît diminuer au fur et à mesure des passages sur cellules. C'est le cas de la souche A. Mais l'atténuation n'est pas très stable.

Au 25<sup>e</sup> passage sur cellules, les 3 souches locales examinées conservent un pouvoir pathogène non négligeable. Par contre, la souche tchèque Zabreh est moins virulente.

— Le pouvoir vaccinant varie selon les souches. Aucune ne peut être considérée comme protégeant à 100 p. 100, si l'on tient compte essentiellement des épreuves intracérébrales sur un nombre de porcs suffisamment important. Ce pouvoir vaccinant n'est pas constant et varie d'une expérience à l'autre pour une souche donnée. Peut-être cela s'explique-t-il par la variation de sensibilité des porcs.

— De même que le pouvoir pathogène résiduel paraît diminuer avec le nombre de passages sur cellules (Souche A), le pouvoir vaccinant lui aussi s'affaiblit.

Nous ne retrouvons pas, dans ce cas, de résultats comparables à ceux de MAYR et CORRENS (5).

— La souche A multipliée à 28° a perdu son pouvoir pathogène mais, malheureusement, elle vaccine assez mal lorsque l'épreuve est faite par voie cérébrale.

— Deux souches locales passées 25 fois sur cellules auraient un pouvoir vaccinant acceptable (à vérifier sur un plus grand nombre de porcs), mais leur pouvoir pathogène demeure

trop élevé et il n'est pas certain que l'augmentation du nombre de passages sur cellules améliore leurs propriétés (voir l'exemple de la souche A).

— La souche tchèque Zabreh, tout en ne manifestant qu'un pouvoir pathogène relativement réduit, présente des propriétés immunogènes convenables. C'est la souche actuellement la plus satisfaisante et c'est donc celle que nous utilisons pour la préparation du vaccin nasal. Il faut remarquer, à ce sujet, que la souche Zabreh provoque une immunité croisée avec les souches locales; ce qui confirme les résultats obtenus avec les séro-neutralisations croisées, et démontre la très proche parenté, sinon l'identité antigénique, entre les souches locales et la souche Zabreh.

— Le compromis optimal entre l'affaiblissement du pouvoir pathogène et le maintien du pouvoir vaccinant paraît se situer aux environs du 25<sup>e</sup> passage sur cellules; cela rejoint l'expérimentation de BOURDIN, SERRES et Collab. (2) avec la souche A.

La conservation du pouvoir pathogène résiduel, même réduit, implique que l'emploi de ces souches atténuées soit réservé encore actuellement aux élevages immédiatement menacés, contaminés, et où il est nécessaire d'établir une immunité rapide.

## CONCLUSION

Le comportement biologique du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache confirme la conclusion tirée de l'étude de ses propriétés physico-chimiques: parenté avec les souches européennes du virus de Teschen, classification parmi les entérovirus.

## SUMMARY

### Study of biological properties of malagasy porcine encephalomyelitis virus

No one of the technics used did permit to differentiate the virus from both european strains of Teschen disease virus except for the difficulty of the oral infection of swine and for the absence of intestinal multiplication of the local strains.

The immunofluorescent technique gives results in relation with those of the histochemistry: cytoplasmic replication of virus. The immunodiffusion is positive with the virus of cellular culture. The sero neutralization shows the cross-antigenicity between local strains and european strains of virus.

The virus presents a strict specificity of host and cytopathogenic effect. Only the renal cells of swine are sensible to it. On this cellular system, it shows plaques of variables sizes. The multiplication in cellular culture of the virus is partially inhibited by the Newcastle disease virus.

The changes of virus in series on renal cells of swine reduce its pathogenic power, but keep to the virus a protective power.

## RESUMEN

### Estudio de algunas propiedades biológicas del virus de la encefalomielititis del cerdo malgacho

Todas las técnicas utilizadas no permitieron diferenciar el virus de la encefalomielititis del cerdo malgacho de dos cepas europeas del virus de Teschen excepto en lo concerniente a la dificultad de la infección bucal del cerdo y de la ausencia de multiplicación intestinal encontradas con las cepas locales.

La inmunofluorescencia da resultados marchándose bien con los de la histoquímica; replicación citoplasmica del virus. La inmunodifusión es positiva con el virus de cultivo celular. La sero-neutralización muestra la antigenicidad cruzada entre las cepas locales y europeas.

El virus tiene una estrecha especificidad de huesped y de efecto patógeno. Solas las células renales del cerdo son sensibles para con ello. En este sistema celular, produce playas con dimensiones variables. El virus de Newcastle inhibe parcialmente la multiplicación de dicho virus en cultivo celular.

Los pasajes del virus en serie sobre células renales del cerdo atenuan su poder patógeno, al conservar un poder inmunizante.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOULANGER (P.), BANNISTER (G.L.) et GREIG (A.S.). The study of some viral infections of swine by means of the agar double diffusion precipitation test. *Canad. J. comp. Med.*, 1961, **25** (5): 113.
- BOURDIN (P.), SERRES (H.) et RASOLOFOMANANA (P.). Encéphalomyélite porcine à Madagascar. Essais de vaccination par aérosol. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (2): 119-130.
- BROWN (G.C.). Fluorescent antibody techniques for the diagnosis of enteric infection. *Arch. Ges. Virusforsch.*, 1963, **13**: 30.
- BUCK (G.), QUESNEL (J.J.) et RAMAMBAZAFY (H.D.). Expériences d'inoculation du porc avec le virus de la maladie de Newcastle. *Ann. Inst. Pasteur*, 1954, **87** (4): 450-457.
- MAYR (A.) et CORRENS (H.). Experimentelle Untersuchungen über Lebend und Totimpf staffe aus einem modifizierten Gewebe Kultur Stamm des Teschen virus. *Zentbl. Vet. Med.*, 1959, **6**: 416.
- MORIMOTO (T.), TOKUDA (G.), OMORI (T.), FUKUSHO (K.) et WATANABE (M.). Cytopathogenic agents isolated from the feces and the intestinal content of pigs. II. Properties of the isolates. *Nat. Inst. Anim. Hlth. Quart.* 1962, **2**: 66-75.
- RAMISSE (J.), SERRES (H.) et RAKOTOND
- DRAMARY (E.). Utilisation des cellules K.B. pour le diagnostic de la maladie de Newcastle et le tirage du virus. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4): 443-452.
- RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.) et RAKOTONDAMARY (E.). Etude de quelques propriétés physico-chimiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2): 191-201.
- SERRES (H.). Etude sur la pathogénie et l'épidémiologie de la paralysie contagieuse des porcs à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1960, **13** (4): 245-249.
- SINGH (K.V.), BOHL (E.H.) et BIRKELAND (J.M.). The use of the plaque technique for the study of porcine enteroviruses. *Am. J. vet. Res.*, 1959, **20** (76): 568-572.
- WANG (J.T.) et DUNNE (H.W.). Comparison of porcine picornaviruses isolated in north America and their identification with SMEDI viruses. *Am. J. vet. Res.*, 1969, **30** (9): 1677-1683.
- WEBSTER (R.G.). The isolation of orphan viruses from pigs in New Zealand. *Aust. J. exp. Biol. Med. Sci.*, 1959, **37**: 263.
- WITTMANN (G.). Virusspezifische Präzipitation bei der Austeckende Schweinelähmung (Teschner Krankheit) mit Hilfe des Agar-Diffusionsverfahrens. *Zbl. Vet. Med.*, 1958, **5**: 505.

# Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleu- monique lyophilisé utilisable, sur le terrain, sans réfrigération

## I. Sélection de virions bovipestiques à inactivation thermique retardée

par A. PROVOST (\*) et C. BORREDON (\*)

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

### RESUME

Ayant remarqué que l'inactivation thermique à 45° C du vaccin antibovipestique de cultures cellulaires lyophilisé se produisait selon un processus diphasique, les auteurs ont sélectionné un virus variant qui, après clonage, possède une demi-vie de quatre jours alors que celle de son parent n'est que de 1,8 jour à cette température.

Ce clone viral, dénommé 16 b-1009, a été caractérisé quant à son innocuité, son pouvoir immunigène et sa thermostabilité; il permet la confection d'un vaccin lyophilisé qui conserve sa pleine activité après 15 jours à 45° C, au titre universellement admis de  $10^{9,5}$  DCP<sub>50</sub> par dose vaccinale, qualité qui permet son utilisation sans glace sur le terrain.

Il n'est pas osé de prétendre que l'introduction de la technique de lyophilisation a été un tournant décisif dans l'histoire de la lutte contre la peste bovine. Appliquée successivement aux virus-vaccins caprinisés, lapinisés, avianisés et lapinisés-avianisés, c'est avec le vaccin de cultures cellulaires que les raffinements de technique ont pu intervenir, permettant la délivrance par les laboratoires d'un produit préparé selon un protocole standardisé, parfaitement titré quant à son pouvoir immunigène. Les normes de production et de contrôle qui ont été récemment édictées par l'O.M.S. (15) représentent le couronnement de cette évolution. C'est grâce au vaccin lyophilisé de cultures cellulaires qu'a pu être menée à

bien la campagne interafricaine contre la peste bovine en Afrique Centrale et Occidentale (P.C. 15), au cours de laquelle 60 millions de doses de ce vaccin ont été utilisées (11) avec le succès le plus complet.

Pourtant, les vaccins lyophilisés, quels qu'ils soient, restent tributaires d'une sujétion en région tropicale, qui est celle de la « chaîne du froid », depuis le moment de leur sortie du lyophilisateur jusqu'à celui de leur inoculation à l'animal : stockage à — 25° C voire — 78° C au laboratoire en attendant les résultats des contrôles de production d'un lot et son expédition aux utilisateurs, expédition en récipients isothermes sous glace hydrique ou carbonique, stockage en congélateurs dans les centres de vaccination, transport en flacons thermos ou récipients isothermes sous glace hydrique jusqu'au lieu d'utilisation par les équipes vac-

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Farcha, B.P. 433, Fort-Lamy, Tchad.

cinales, la glace étant alors nécessaire tant à la conservation du vaccin qu'à sa réhydratation dans un liquide réfrigéré. Dans les meilleures conditions, qui furent celles du P.C. 15, une machine à glace ravitaille une dizaine d'équipes de vaccination dans un rayon de 60 à 100 km, selon la nature du terrain; chaque équipe dispose aussi d'une autonomie de glace de 5 à 6 jours, des rotations de véhicules devant être prévues pour les séjours de plus longue durée.

En la comptabilisant, on découvre que le coût de cette chaîne de froid est important, *atteignant le tiers du prix de revient de la vaccination tous postes budgétaires compris* (12). Outre ce boulet financier, il est évident que toute panne des machines à glace dans les centres secondaires de stockage et de distribution du vaccin immobilisera les équipes d'intervention par manque de moyens de conservation sous froid; nombreux ont été les exemples de ces circonstances malheureuses au cours du P.C. 15 (11). Point n'est besoin d'épiloguer plus avant pour conclure que la nécessité de l'utilisation de la glace sur le terrain est une entrave à l'efficacité des équipes de vaccination en même temps qu'elle grève lourdement les budgets des services de l'élevage. Il s'agit pourtant là d'une obligation. En effet, lorsque l'on étudie la stabilité thermique des vaccins antipestiques de cultures cellulaires (figure 1), on arrive à plusieurs conclusions importantes sur les plans théoriques et pratiques.

Le titre minimal requis par un vaccin au moment où il va être injecté à l'animal est de  $10^{2,5}$  DCP<sub>50</sub> (dose cytopathogène 50 p. 100) par dose vaccinale. Ce titre, imposé maintenant par les normes internationales (15), a été ainsi déterminé à la suite des travaux de PLOW-RIGHT et FERRIS (20), confirmés par ceux de SINGH et collab. (27), montrant qu'une seule DCP<sub>50</sub> était capable d'immuniser un bœuf réceptif. La norme de  $10^{2,5}$  DCP<sub>50</sub> a néanmoins été adoptée de façon à créer une marge de sécurité suffisante permettant de compenser la destruction du virus occasionnée par la manipulation finale du vaccin réhydraté, les bovins vaccinés recevant toujours de ce fait la quantité minimale de virus nécessaire à leur immunisation. L'un des facteurs intervenant sur ce titre minimal est le titre qu'aura le vaccin à la sortie du laboratoire producteur; il appartient à ce

dernier de délivrer un produit du plus haut titre possible, et non de se contenter du minimum autorisé, afin de pallier les pertes, contrôlables ou non, que subira le vaccin durant son stockage, son transport et son utilisation. Les autres facteurs agissant dans la résistance du vaccin lyophilisé à l'inactivation thermique sont: la température, le temps d'exposition aux températures inaliées, la qualité de l'excipient de lyophilisation. La figure 1, colligée des résultats de plusieurs auteurs, rend compte de cette inactivation et explique la nécessité du stockage à basse température et du transport sous froid.

Les essais d'amélioration de la conservation des vaccins lyophilisés ont jusqu'alors porté sur l'excipient de lyophilisation. D'une manière générale, les producteurs utilisent des diluants contenant des peptones (hydrolysate de caséine ou de lactalbumine, peptones enzymatiques). D'après les résultats publiés, la meilleure formule de diluant paraît être le mélange saccharose-hydrolysate de lactalbumine (22). Des recherches ont été réalisées à Dakar et à Farcha (2, 23) avec adjonction de sulfate de sodium ou de magnésium, sans qu'elles débouchent sur un résultat pratique.

Il est dès lors patent que d'énormes progrès restent à accomplir dont le but final est d'améliorer la stabilité thermique, donc la conservation du vaccin, avec en filigrane la suppression du transport sous glace sur le lieu de vaccination.

Il est en effet apparu en 1965, à la fin de la phase I du P.C. 15, que la réduction des moyens d'action des Services Vétérinaires ne leur permettrait pas de renouveler, voire même d'entretenir, le matériel frigorifique producteur de glace. Aussi, en dehors de toute éthique scientifique, l'amélioration des propriétés de conservation du vaccin devenait-elle une impérieuse nécessité si l'on voulait poursuivre l'effort de lutte contre la peste bovine et appliquer ces mesures conservatoires. Ce sont ces dernières considérations qui ont déterminé les recherches ci-après exposées.

### CONSIDERATIONS THEORIQUES SUR L'INACTIVATION THERMIQUE DES VIRUS

L'inactivation thermique d'un virus est le

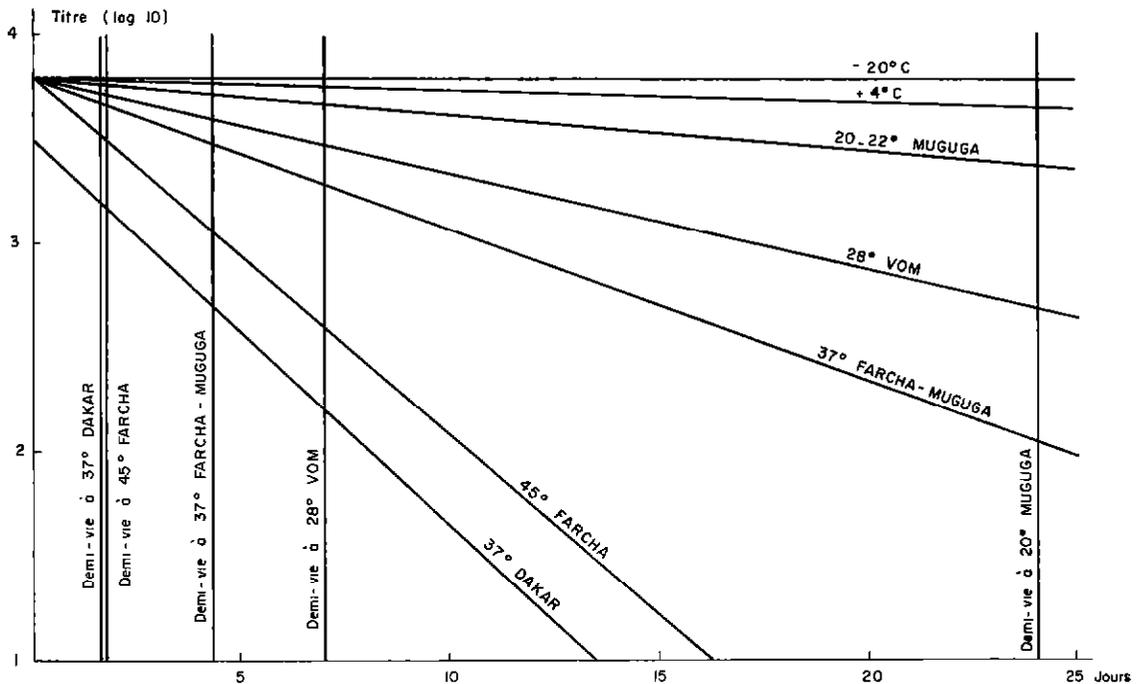


Fig. 1. — Inactivation du virus-vaccin bovine pestique lyophilisé (cultures cellulaires) à différentes températures.

Cette figure composite, dont les éléments sont tirés des résultats publiés par différents laboratoires (2, 16), reflète le comportement disparate du produit selon les températures et les diluants de lyophilisation. Pour la commodité de la lecture, on a donné aux droites la même origine sauf pour le vaccin de Dakar, ce qui n'influe pas sur la pente des droites ni sur la demi-vie.

phénomène physio-chimique qui se produit lorsqu'un « stress » thermique défini est appliqué à une population virale définie contenue dans un milieu physique défini; pratiquement, elle se mesure en comparant le titre  $N$  de l'une des activités biologiques de la population virale soumise au stress thermique (infectiosité, pouvoir hémagglutinant ...) à celui  $N_0$  d'une même population virale non soumise à ce stress. Elle est soumise à la relation générale :

$$(1) \quad \frac{N}{N_0} = e^{-kt} \text{ ou } \log N = \log N_0 - \frac{kt}{2,303}$$

où  $t$  est le temps d'exposition à une température donnée et  $k$  une constante appelée « constante de vélocité » pour cette température. La classique équation d'ARRHENIUS lui assigne la valeur :

$$(2) \quad \log k = - \frac{E}{2,303 RT} + C$$

où  $E$  est l'énergie d'activation et  $R$  la constante des gaz parfaits (1,987 cal. par degré et par

mole) et  $T$  la température absolue (8). Dans les limites des températures vitales (0 à 45° C), l'inactivation thermique d'un virus est une réaction du premier ordre et sa représentation graphique en coordonnées semi-logarithmiques est une droite à pente négative; la figure 1 en donne un exemple. Il est alors commode de définir, comme pour les corps radioactifs, une période dite demi-vie, temps au bout duquel la moitié des virions est inactivée (ou, à l'inverse, la moitié est toujours active). Cette propriété est vraie, que les virus soient en phase liquide ou lyophilisés; dans ce dernier cas, la demi-vie est notablement augmentée.

Toutefois, pour beaucoup de virus, lorsque l'on atteint des températures relativement dysgénésiques (45 à 60° C), on s'aperçoit que la droite d'inactivation s'infléchit comme s'il existait à ces températures une population virale plus résistante que la population d'origine; on appelle parfois ce phénomène « effet de queue » (tailing effect). Le cas existe, que le virus soit en phase liquide (11) ou lyophilisé (9);

on l'observe avec le virus bovipestique (4, 22) sans que cette observation ait donné lieu à commentaires.

L'interprétation de cet infléchissement des droites d'inactivation a reçu diverses interprétations : les uns admettent une hétérogénéité phénotypique de la population virale vis-à-vis du stress thermique, d'autres le rapportent à des facteurs expérimentaux (aggrégation de virions, adsorption aux parois, voire aérosol viral à l'interface liquide-air) (3, 8); WOESE (29), enfin, suppose que l'acide nucléique existerait sous deux formes qui ne se dénaturent pas de la même façon. C'est sur ces bases que le raisonnement suivant a été tenu : si le vaccin bovipestique lyophilisé soumis à un stress thermique important présente un effet de queue, il suffirait d'isoler les virions qui se montrent particulièrement thermorésistants et d'étudier la population virale qui en découle lors de leur réplication, pour éventuellement obtenir une souche de virus plus thermorésistante à l'inactivation thermique que la souche d'origine, à condition que la thermorésistance phénotypique soit conditionnée par le génome viral.

L'exposé qui va suivre est le compte rendu de l'isolement d'une telle population virale à partir du vaccin bovipestique de cultures cellulaires. On verra que l'hypothèse faite au départ a été vérifiée, ce qui ne va pas sans remettre en cause certaines données de virologie fondamentale (6, 8).

Pour le sujet qui nous occupe, certains points méritent d'être précisés en exergue :

- Le virus est le virus bovipestique adapté aux cultures de néphrocytes bovins par PLOWRIGHT et FERRIS.

- Ce virus est le virus-vaccin bovipestique utilisé pour les campagnes de vaccination; il est produit selon des normes déjà décrites (25).

- Il ne sera fait mention que du produit à l'état lyophilisé; en conséquence, lorsque l'on parlera plus loin d'inactivation thermique, de thermodégradation et de thermorésistance, *tous ces termes se référeront au produit lyophilisé* et non au virus en phase liquide. La thermorésistance dont il sera fait mention est celle des virions bovipestiques en phase solide lyophilisée; elle n'a rien à voir, on le verra, avec leur thermorésistance en phase liquide.

Elle est également parfaitement différente du facteur « rt » (résistance à la température) (14) qui définit les conditions thermiques de réplication cellulaire de certains virus, *in vitro* comme *in vivo*, et qui est généralement associé au facteur virulence (13).

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Virus

Ainsi qu'il a déjà été dit, le virus de départ est le virus-vaccin bovipestique adapté aux cultures cellulaires par PLOWRIGHT et FERRIS (18). On a utilisé le lot n° 27 du vaccin Pestosec du Laboratoire de Farcha, produit dans les conditions déjà décrites; il correspond au 38<sup>e</sup> passage de la souche RPOK-BK.

Le titrage primitif, de nombreuses fois répété par la suite, lui assigne une richesse de  $10^{3,8}$  DCP<sub>50</sub> par 0,2 ml de vaccin reconstitué à son volume initial d'avant la lyophilisation. Ce titre ne correspond pas exactement aux normes internationales qui sont définies par rapport à la dose vaccinale, mais on a préféré le rapporter au volume de 0,2 ml, car c'est celui qui est utilisé pour infecter les tubes de cultures, et aussi pour ne pas trop augmenter la taille des graphiques. Dans la suite de l'exposé, c'est à ce volume que l'on se référera. De plus, lorsqu'il sera fait mention des vaccins expérimentaux, il sera sous-entendu qu'ils ont été produits selon le même protocole que le vaccin original Pestosec.

### 2. Traitement thermique

Après avoir constaté la réalité du vide dans les flacons de vaccin lyophilisé avec un éclateur à haute fréquence, on les place dans une étuve réglée à  $45^{\circ} \text{C} \pm 0,5$ . Ils y séjournent jusqu'à ce qu'ils soient retirés pour le titrage. La température de  $45^{\circ} \text{C}$  a été pragmatiquement choisie comme étant la température moyenne des heures chaudes de la saison sèche au Tchad.

### 3. Techniques virologiques

#### a) Titrage

A la sortie de l'étuve, les flacons soumis au chauffage à  $45^{\circ} \text{C}$  sont réfrigérés pendant quelques minutes dans un bain d'eau glacée de façon à ce que, lors de la réhydratation, le

virus ne subisse pas de choc thermique en phase liquide; la réhydratation se fait avec de l'eau distillée à 4° C au volume initial du vaccin avant lyophilisation (5 ml).

Les dilutions pour titrage sont effectuées en tampon phosphaté à pH 7,2 en suivant une progression géométrique de 10 en 10 ou de 2 en 2, selon le titre moyen attendu. On utilise 10 tubes de cultures cellulaires par dilution, chaque tube recevant 0,2 ml de suspension virale mélangée aux cellules en suspension; on porte sur rouleur pendant 24 heures en position stationnaire puis on met à tourner. Le calcul de la DCP<sub>50</sub> est fait selon la méthode de REED et MUENCH après 10-12 jours de culture.

#### b) Clonage

Après plusieurs efforts infructueux pour obtenir des plages sur tapis cellulaire infecté par des dilutions de virus bovine pestique et recouvert de milieux nutritifs solidifiés soit par gélose Noble, l'agarose, la méthyl-cellulose ou la gomme adragante, on s'est rabattu sur la technique des dilutions terminales de BURNET en milieu liquide déjà utilisé par De BOER et BARBER (5). L'interprétation sera donnée au chapitre des résultats.

#### c) Identification du virus

On la réalise par séro-neutralisation sur les virus réisolés en cultures cellulaires en utilisant un sérum antivirale pestique préparé sur lapin. En quelques occasions, on a appliqué la méthode d'immunofluorescence à deux souches mettant en œuvre un sérum de lapin antivirale pestique et des globulines fluorescentes anti-lapin (24).

#### d) Techniques sérologiques

La recherche des anticorps antivirale pestiques neutralisants s'effectue classiquement selon la technique de PLOWRIGHT et FERRIS (19) et celle des anticorps hétérologues inhibant l'hémagglutination morbilleuse selon celle de BÖGEL et collab. (1).

### 4. Animaux d'expérience

Les pouvoirs pathogènes et immunigènes des virus clonés puis identifiés en cultures cellulaires ont été testés sur bouvillons de race Zébu Bororo sans anticorps antivirale pestiques, importés de la République Centrafricaine et maintenus en étables d'isolement.

## RESULTATS

### 1. Isolement de variants à inactivation thermique retardée

L'isolement de clones de virus bovine pestiques vaccinal à thermo-inactivation retardée a été réalisé en 4 phases successives; les 3 premières seront décrites dans ce chapitre.

#### Phase 1

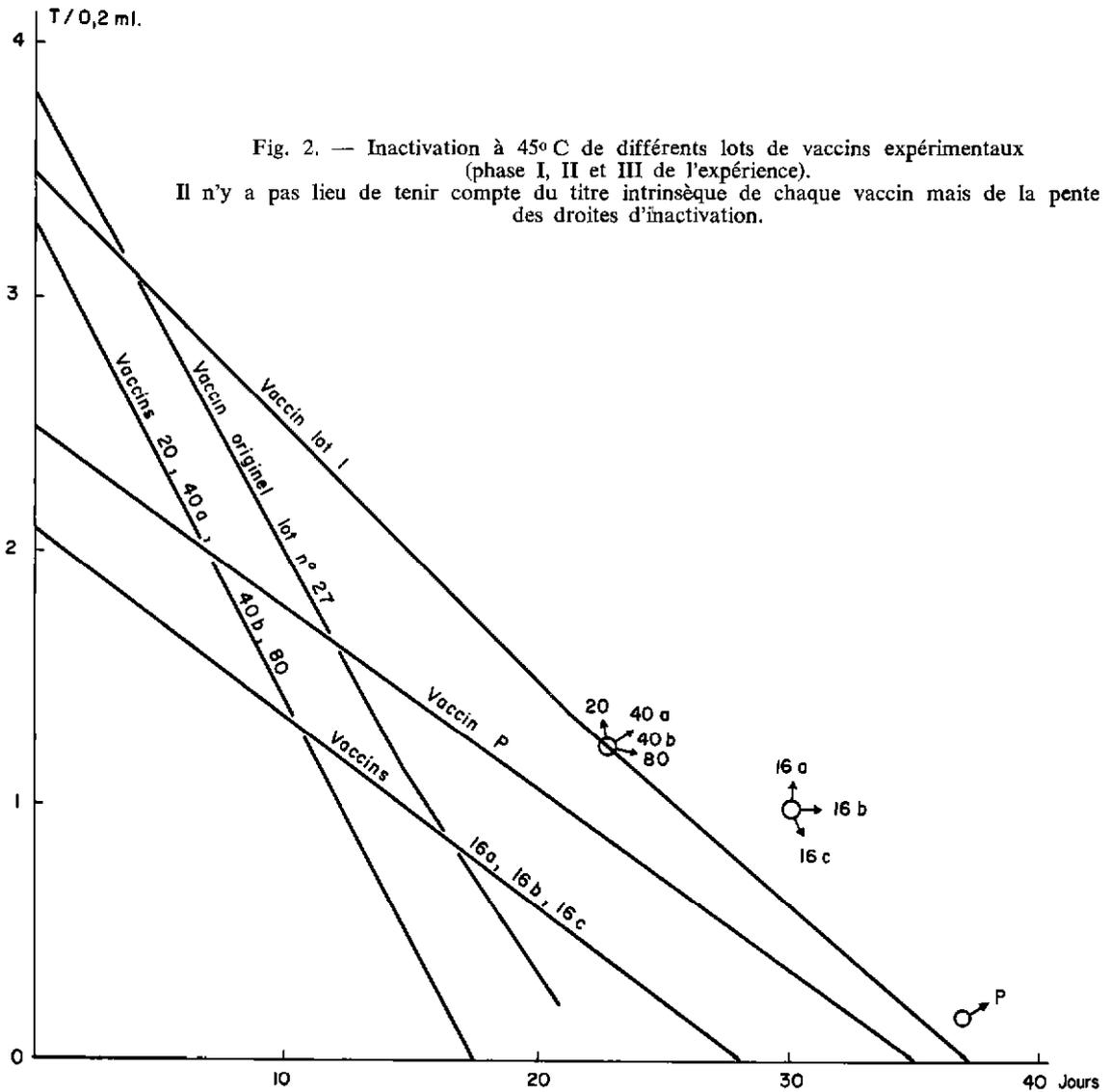
Les titrages du lot n° 27 de vaccin Pestosec maintenu pendant 21 jours à 45° C ont permis l'établissement de la courbe d'inactivation tracée sur la figure 2. On remarque que la droite s'infléchit à partir du jour 15 du titrage; ce fait étant dû à ce que le titrage du 21<sup>e</sup> jour est encore positif par suite de l'existence d'un tube à la dilution 10<sup>-1</sup> dans lequel existe un effet cytopathique.

Mettant en application le raisonnement exposé plus haut, on récolte le liquide de culture de ce tube avec lequel on infecte, sans effectuer de dilution, une culture de cellules de rein d'embryon de veau. Cette culture récoltée lorsque l'effet cytopathique atteint environ 70 p. 100 du tapis cellulaire, sert à préparer un lot expérimental n° I. Après lyophilisation, le titre du produit est de 10<sup>8,5</sup>/0,2 ml. Des flacons sont placés à l'étuve à 45° C.

#### Phase 2

Les titrages des 15 premiers jours du chauffage à 45° C laissent présager que ce lot expérimental est déjà considérablement plus résistant à l'inactivation thermique que le vaccin d'origine; calculée dans cette limite de temps, la demi-vie passe de 1,8 à 3,2 jours.

A partir du 21<sup>e</sup> jour du titrage, la droite d'inactivation s'infléchit par suite du résultat des titrages des jours 21, 23 et 30. On récolte les tubes des dilutions au 1/20, 1/40 et 1/80 du jour 23 et 3 tubes de la dilution au 1/16 du jour 30 (numérotés respectivement 16a, 16b et 16c). Le titrage du 37<sup>e</sup> jour fournit encore un tube (vaccin non dilué) dans lequel existe un effet cytopathique; il est récolté et numéroté P. Avec les récoltes des jours 23, 30 et 37, on réalise des lots expérimentaux de vaccin qui sont identifiés par les sigles 20, 40a, 40b, 80, 16a, 16b, 16c, P, rappelant la dilution du titrage d'où ils sont issus. Ces lots expérimentaux sont placés à l'étuve à 45° C.



### Phase 3

Les droites d'inactivation des 8 lots expérimentaux fournissent une famille très hétérogène : les vaccins 20, 40a, 40b et 80 s'inactivent comme le vaccin d'origine; les vaccins 16a, 16b et 16c ont entre eux le même comportement tandis que le vaccin P se montre le plus thermorésistant avec une demi-vie de 4 jours à 45° C.

Ce résultat reflète l'hétérogénéité phénotypique au regard de l'inactivation thermique des

virions présents dans les titrages ayant servi à préparer les lots expérimentaux. Il apporte aussi une confirmation de l'hypothèse que cette variante phénotypique est génétiquement déterminée puisque, lorsque les isolations de particules virales thermorésistantes sont poussées (cas des vaccins 16a, 16b, 16c et P), la résistance thermique constatée est de beaucoup supérieure à celle des vaccins réalisés avec des populations virales non sélectionnées.

La phase IV de la sélection sera exposée plus loin.

## 2. Caractéristiques des variants (\*) thermorésistants

### a) *Nature bovipestique*

Il convient de se demander si les virus que l'on manipulait étaient bien du virus bovipestique et non un virus cytopathogène issu des cultures cellulaires. A cet effet, on réalise une séro-neutralisation avec le sérum de lapin antibovipestique sur chacun des variants de la phase 3; tous sont neutralisés, attestant ainsi que l'on travaille bien avec le virus de la peste bovine.

### b) *Effet cytopathique*

Alors que le vaccin originel fournit en cultures cellulaires de grands plasmodés multinucléés, les variants de la phase 3 déterminent la formation de petits polycaryocytes et de nombreuses cellules étoilées. La lyse du tapis cellulaire est rapide, pratiquement totale 4 jours après l'infection.

### c) *Thermorésistance en phase liquide*

On pouvait se demander si la thermorésistance plus marquée des variants 16a, 16b, 16c et P à l'état lyophile par rapport à celui du vaccin originel était liée à la thermorésistance en phase liquide. A cet effet, on étudie les inactivations thermiques au bain-marie à 45° C du lot de vaccins Pestosec n° 27 et des 4 variants, après reconstitution de la pastille lyophilisée dans 100 ml d'eau distillée. Elles se révèlent être identiques, avec une demi-vie de 12 minutes.

Il en découle 2 conclusions : l'une dogmatique qui est l'indépendance des deux caractères phénotypiques d'inactivation thermique à l'état liquide et à l'état lyophile; l'autre pratique, conditionnant en fait toute l'utilité de cette recherche : le but final étant de se passer de l'utilisation de la glace sur le terrain, il conviendra de trouver un diluant qui soit thermoprotecteur du vaccin à température ambiante pour que les opérations vaccinales puissent s'effectuer dans des conditions satisfaisantes.

## 3. Innocuité et pouvoir immunigène des variants

Bien qu'il n'y ait *a priori* aucun lien entre la thermorésistance à l'état lyophile et les facteurs associés « rt-virulence » (14), on devait se demander si les mutants phénotypiques possédaient toujours les mêmes qualités d'innocuité que le vaccin originel.

Des bouvillons sensibles reçoivent une dose vaccinale de chacun des lots expérimentaux de vaccin et sont logés en étable d'expérience, selon le schéma indiqué dans le tableau I, avec des bouvillons sensibles non vaccinés qui seront les témoins d'une éventuelle excrétion et de la diffusion des vaccins expérimentaux. La cinétique de la sérologie est suivie pendant 47 jours, temps au bout duquel tous les bovins reçoivent un aérosol de virus bovipestique virulent appliqué dans des conditions expérimentales déjà décrites (26).

Le pouvoir pathogène des vaccins expérimentaux n'est apparemment pas supérieur à celui du 38<sup>e</sup> passage en cultures cellulaires qui, chez quelques veaux, produit une légère montée thermique de peu d'ampleur. Par contre, il est plus surprenant de constater que l'un des bovins en contact du box I (n° 3912) a présenté un peu de fièvre 12 jours après la vaccination, soit une semaine après le n° 3906 vacciné avec le vaccin 20. Rien de spécial n'est à remarquer pour l'animal en contact du box 2.

La montée d'anticorps neutralisants est normale pour les animaux vaccinés; il y a également séro-conversion antimorbilleuse sauf pour les n°s 3901 et 3906. On constate par ailleurs au 21<sup>e</sup> jour de l'expérience, soit 9 jours après la phase hyperthermique du bovin contact n° 3912 du box I, que les deux témoins hébergent des anticorps neutralisants qu'ils ne possédaient pas avant l'expérience.

Lors de l'épreuve d'immunité, seul l'animal du box 2 contracte la peste.

Il est dès lors patent que l'un des virus-vaccins expérimentaux injectés aux bovins du box I a été excrété et s'est montré contagieux.

Pour cette raison et aussi parce que leur thermorésistance à l'état lyophile n'est pas spécialement remarquable, ils ont été exclus dans la suite de la recherche.

(\*) Le terme de variant est pris dans l'acceptation en génétique virale que lui donne FENNER (6).

TABLEAU N° I

Essai d'innocuité et de pouvoir immunigène de vaccins expérimentaux produits avec les variants à thermo-dégradation retardée.

Logement	N°	Vaccin	Titre ( $\log_{10}$ ) par dose	Hyperthermie	Ac IHM	Ac SN	Immunité
Box I	3 909	N° I	3,9	-	4	2,5	+
	3 906	20	2,5	+	0	1,9	+
	3 907	40a	2,9	-	8	2,2	+
	3 910	40b	3,7	-	16	2,2	+
	3 911	contact	-	-	2	0,7	+
	3 912	contact	-	+	4	0,7	+
Box II	3 902	16a	2,9	+	4	2,2	+
	3 904	16b	2,9	-	16	2,5	+
	3 901	16c	2,5	-	2	2,2	+
	3 903	P	2,9	+	16	2,2	+
	3 905	contact	-	-	0	0	-

Ac SN : anticorps sériques neutralisants, exprimés par l'exposant du  $TN_{50}$  (19).

Ac IHM : anticorps sériques inhibant l'hémagglutination morbilleuse, exprimés par l'inverse de la dilution de sérum inhibant totalement l'hémagglutination.

Les chiffres des anticorps SN et IHM sont ceux du 21e jour de l'expérience.

Dans un autre essai, le pouvoir immunigène de 3 vaccins expérimentaux conservés pendant un certain temps à 45° C a été recherché concurremment à l'expérience précédente. Un certain nombre de flacons des vaccins 40b, 16b et P sont soumis pendant 26 jours au chauffage à 45° C.

Deux bovins par vaccin reçoivent une dose vaccinale (reconstitution en eau distillée réfrigérée à 4° C), les jours 15, 23 et 26, soit au total 18 bovins divisés en 3 lots correspondant aux 3 jours; un témoin non vacciné est inclus dans chacun des 3 lots.

Lors de l'épreuve virulente faite un mois après la vaccination, les bovins vaccinés avec les vaccins 16b et P chauffés pendant 15 jours résistent, tandis que ceux ayant reçu le vaccin 40b et le témoin contractent la peste. Tous les animaux ayant reçu les vaccins chauffés pendant 23 et 26 jours contractent eux aussi la peste lors de l'épreuve (tableau 2).

On conclut aisément que les variants 16b et P permettent de faire les vaccins pouvant supporter pendant au moins 15 jours, mais pas 23, un séjour à 45° C et à l'obscurité. C'est évidemment un net progrès par rapport au vaccin ordinaire, mais les titrages réalisés au

15<sup>e</sup> jour du chauffage à 45° C n'indiquent qu'une richesse de  $10^{1,6}$  et  $10^{2,5}DCP_{50}$  par dose vaccinale, respectivement, inférieure au minimum internationalement admis. La technologie de production des vaccins expérimentaux n'avait pas été spécialement poussée, d'où leur titre modeste au départ qui conditionne en partie celui que l'on retrouve 15 jours plus tard.

Il en résulte que c'est à partir du titre minimal de  $10^{2,5}DCP_{50}$ , après 15 jours de chauffage à 45° C, que devra être calculée la norme minimale de production à la sortie du lyophilisateur; on l'obtient par extrapolation des droites d'inactivation, soit  $10^{3,8}DCP_{50}$ /dose vaccinale pour 16b et P.

TABLEAU N° II

Vaccin	Temps de chauffage à 45° C		
	15 j	23 j	26 j
16b	+	-	-
P	+	-	-
40b	-	-	-

+ indique que les bovins vaccinés ont résisté à l'épreuve virulente.

#### 4. Clonage du vaccin à thermo-dégradation retardée (phase 4)

La dernière expérience laisse un sentiment d'insatisfaction car, au vu des droites d'inactivation thermique de la figure 2, on s'attendait à ce que les variants 16b et P soient toujours immunigènes après chauffage pendant 23 jours à 45° C, ce qui n'a pas été. On s'est demandé si ce fait ne provenait pas d'une hétérogénéité phénotypique des virions composant la population virale des vaccins expérimentaux, aussi décida-t-on d'effectuer un clonage de cette population et d'étudier la thermorésistance des clones isolés.

La technique du clonage est celle des « dilutions limites » dont le principe est de récolter les liquides des tubes d'un titrage dont les dilutions les plus poussées donnent encore un effet biologique (hémadsorption, effet cytopathique ...); pour le virus bovine pestique, c'est l'effet cytopathique qui est le révélateur de la présence de virions dans la dilution limite.

On confectionne un lot expérimental de vaccin avec le variant 16b; un titrage préliminaire lui assigne une richesse de  $10^{3,4}$  DCP<sub>50</sub>/ml après 15 jours de séjour à 45° C. Un flacon est alors soumis à cette température pendant la même période de temps, au bout de laquelle on réalise des dilutions précises de la dilution terminale pour laquelle on escompte avoir un effet cytopathique par 0,2 ml. Des tubes de cultures cellulaires sont ainsi infectés pour chacune des dilutions 1/700, 1/800 ... 1/1.300, à raison de 10 tubes de cellules rénales d'embryon de veau de 2<sup>e</sup> explantation par dilution, puis portés sur rouleur.

Le milieu est changé dès qu'il a tendance à virer vers l'acidité. La lecture intervient les 8, 9 et 10<sup>e</sup> jours après l'infection.

L'effet cytopathique est net (destruction de la nappe cellulaire) pour tous les tubes jusqu'à dilution 1/900 comprise. Dans la dilution 1/1.000, il n'y a qu'un tube qui présente un effet cytopathique certain; quatre montrent des couches cellulaires un peu sales, les autres sont normaux. Le tube n° 2 présentant des lésions non équivoques est baptisé 1002; ceux pour lesquels on a des doutes sont respectivement numérotés 1003, 1004, 1008 et 1009 dans l'ordre où ils se présentent sur la roue du rouleur.

Il n'a pas été possible de réisoler le virus du tube 1002, fait *a priori* surprenant mais qui s'est éclairé par la suite.

Les couches cellulaires subsistant dans les tubes 1003, 1004, 1008 et 1009 sont décollées avec une spatule caoutchoutée et les agrégats cellulaires réensemencés avec une suspension cellulaire de néphrocytes de fœtus bovin. Neuf jours plus tard, un effet cytopathique (plasmodes et cellules étoilées) se manifeste dans les cultures infectées à partir des tubes 1003 et 1009; les deux autres ne montrent aucune modification jusqu'au 15<sup>e</sup> jour et sont éliminés.

Partant de ces cultures, on réalise deux banques de virus appelés clones 1003 et 1009; elles sont lyophilisées et conservées à — 20° C.

Ces clones représentent le 43<sup>e</sup> passage en cultures cellulaires de la souche originelle RPOK-BK de PLOWRIGHT et FERRIS.

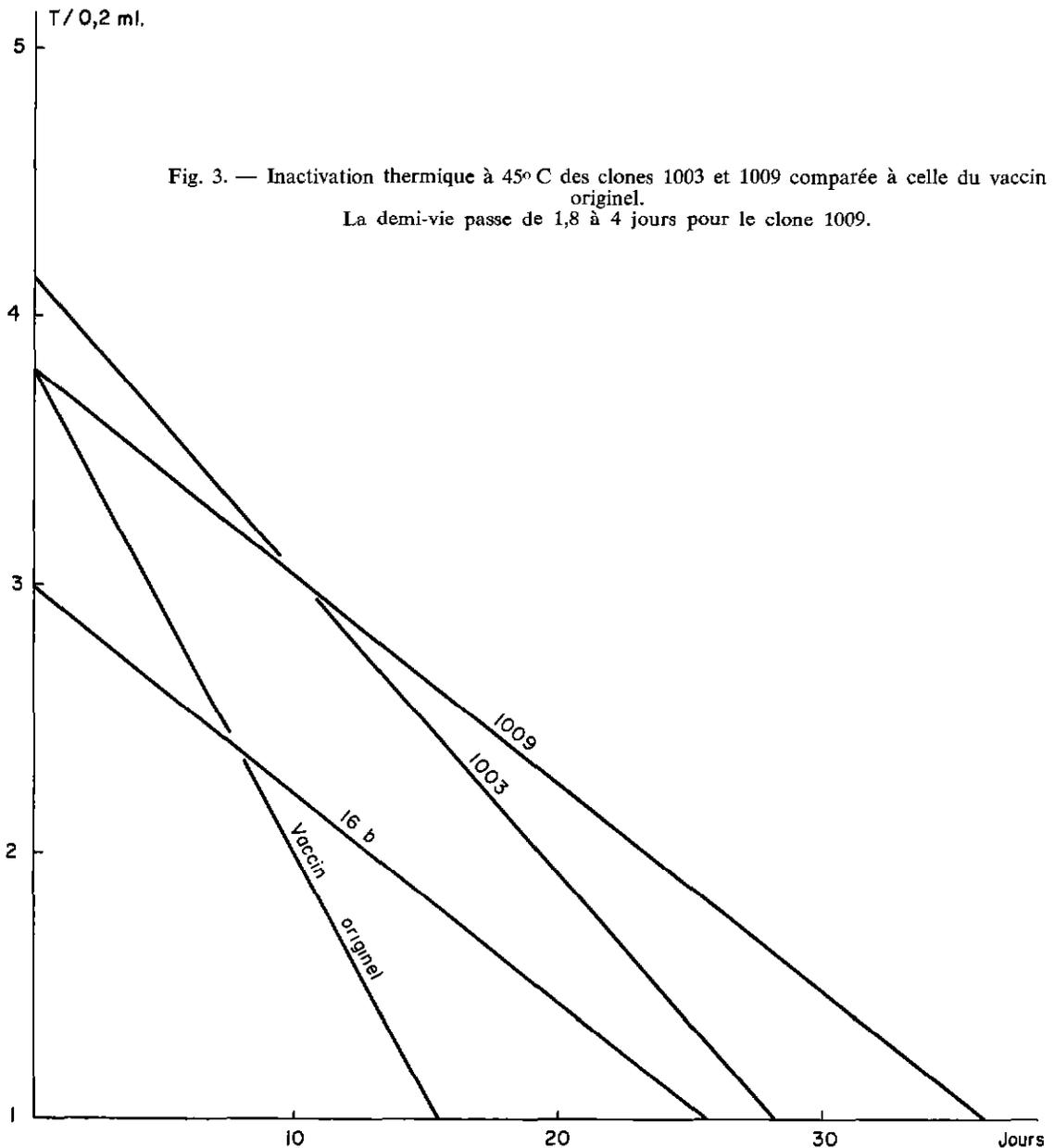
#### 5. Caractérisation du clone 16 b-1009

##### a) Thermorésistance

Des échantillons de chacune des deux banques lyophilisées sont soumis au chauffage à 45° C et titrés tous les 5 jours par dilution de base log<sub>2</sub>. On construit ainsi des courbes d'inactivation thermique (figure 3). Le clone 1009 se révèle légèrement plus thermorésistant. C'est lui qui sera utilisé par la suite.

On remarquera que pour les deux clones, les points des titrages sont sur une ligne droite, ce qui pourrait justifier le travail de sélection entrepris et l'obtention d'un clone viral à comportement phénotypique homogène quant à son inactivation thermique.

Par ailleurs, l'isolement de 2 clones à comportement thermique légèrement différent à partir du variant 16b laisse à penser que ce dernier était encore phénotypiquement hétérogène, fait qui n'a pu être apprécié vraisemblablement par suite de l'imprécision relative des titrages utilisant des lots de cellules différents (21).



#### b) Nature bovipestique

Elle est confirmée par une épreuve de séro-neutralisation. De plus, dans le mélange neutralisé, on recherche la possibilité d'existence d'une souche non cytopathogène du virus de la maladie des muqueuses par interférence virale avec une souche cytopathogène (MD-MI) et par immunofluorescence. Les deux tests sont négatifs.

#### c) Effet cytopathique

Il est identique à celui du variant 16b :

débutant le 3<sup>e</sup> jour après l'infection (rapport d'infection de 0,01 environ), il est total le 4<sup>e</sup>. On observe alors, dans les restes du tapis cellulaire des cellules étoilées et quelques rares petits polycaryocytes. Par contre, dans les tubes d'un titrage, on note la présence, aux hautes dilutions, des plasmodes classiques.

#### d) Innocuité

Tenant compte des remarques de PLOW-RIGHT et FERRIS (20) quant à la possibilité qu'a le virus bovipestique après un nombre

relativement bas de passage en cultures cellulaires de donner des réactions thermiques, voire une peste bénigne par passages successifs *in vivo* sur bovin, on a voulu explorer cette éventualité pour le clone 16b-1009 parce qu'elle conditionne son utilisation en temps que souche vaccinale éventuelle.

On inocule par voie sous-cutanée à un bouvillon sensible 100 doses vaccinales ( $10^{5.8}$  DCP<sub>50</sub>); un bouvillon témoin est laissé à son contact. Le 5<sup>e</sup> jour après la vaccination, 20 ml de sang sont prélevés sur héparine et immédiatement inoculés à un autre bouvillon sensible, lui aussi logé avec un animal témoin. Cinq passages de retour sont ainsi réalisés. A chaque passage, on pratique un réisolement du virus en cultures cellulaires à partir de la fraction leucocytaire sanguine. A la fin de l'expérience, animaux inoculés et témoins sont éprouvés par un aérosol d'une souche bovipestique pathogène.

Aucun des cinq bovins ayant reçu soit le vaccin (1<sup>er</sup> passage), soit le sang du passage précédent n'a présenté de fièvre ni de symptômes pouvant évoquer une peste atypique; il en a été de même des témoins lors de l'épreuve virulente, ceux-ci contractent la peste alors que les autres résistent. Le virus n'a pas été réisolé en cultures cellulaires à partir des leucocytes, fait classique avec le virus-vaccin et qui constitue précisément un marqueur par rapport aux souches virulentes (28).

Il paraît donc que l'on peut être assuré de l'innocuité du clone 16b-1009, qui se montre fixé dans son atténuation et dépourvu de contagiosité.

Depuis 1968, ce clone sert à préparer le vaccin antipestique au Laboratoire de Farcha. Plus de 8 millions de doses ont été produites et utilisées au Tchad, au Cameroun et en République Centrafricaine sans qu'elles donnent lieu à des remarques de la part des utilisateurs.

## DISCUSSION

Les résultats qui viennent d'être exposés fournissent matière à réflexion sur les plans théoriques et pratiques.

L'inactivation thermique du virus bovipestique lyophilisé ne se départ pas d'un phénomène

qui paraît bien être général en virologie : c'est l'existence dans une population virale donnée de virions qui présentent une plus grande résistance à la dégradation thermique.

Indépendamment de nous, le fait a été confirmé par PLOWRIGHT et collab. (22). En d'autres termes, cela signifie que l'inactivation thermique d'un virus ne suit pas strictement une loi exponentielle et que l'assimilation à la dégradation naturelle des corps radioactifs ne saurait être faite, sans que pourtant cela remette en cause la définition de la demi-vie.

On a dit que l'existence de ces virions variants phénotypiquement avait donné naissance à diverses hypothèses rapportées plus haut.

D'une manière générale, les virologistes n'ont pas admis que cette résistance phénotypique puisse être génétiquement déterminée (8).

L'isolement des virions à inactivation thermique retardée (dénomination qui paraît être préférable à celle de thermostable) a pourtant été accomplie par YOUNGER (30) qui a montré qu'il s'agissait là d'un caractère génétiquement stable (31). Il paraît en être de même dans nos mains avec le virus bovipestique et il semble raisonnable de pouvoir affirmer que des virions ayant les propriétés du clone 16b-1009 existaient dans la population de départ, au milieu d'autres à propriétés différentes au regard de la stabilité thermique. La courbe d'inactivation ne fait que refléter l'inactivation thermique d'une population dans son ensemble.

On a vu dans l'observation rapportée plus haut que ce caractère génétique de thermodégradation retardée à l'état lyophile est indépendant de la thermodégradation en phase liquide. Il est possible que le processus d'inactivation ne soit pas le même sur les plans moléculaires et architecturaux des virions bovipestiques, sans qu'aucune précision puisse être donnée plus avant.

Il est possible par contre qu'il y ait un caractère qui soit lié dans certains cas au caractère thermodégradation retardée : c'est celui de la sensibilité au Ph acide. Il n'en n'a pas été fait mention dans le texte relatif au clonage du variant 16b-1009 mais cette opération a dû être répétée de nombreuses fois car le virus que l'on isolait se montrait très labile

aux pH inférieurs à 6,8. Le clone 1009 ne possède pas ce caractère.

Sur le plan pratique, il est évident que le clone 1009 est plus thermorésistant que le vaccin originel, avec une demi-vie à 45° C de quatre jours comparée à celle de 1,8 jour. Toutefois, dans une récente publication (17), PLOWRIGHT fait état d'une thermostabilité assez étonnante du vaccin lyophilisé de l'EAVRO, avec une demi-vie de 14 semaines à 20° C, et de 3 semaines à 37° C, ce qui diffère considérablement de la demi-vie de 4,3 jours, reportée dans la figure 1 d'après les chiffres qu'il a publiés en 1963 (16).

Comme les résultats de PLOWRIGHT ne sont pas comparables aux nôtres, étant donné la dissemblance des températures d'inactivation, on a calculé, selon la méthode de GREIFF et RIGHTSEL (7), la droite de régression de la constante de vélocité  $k$  (\*) du vaccin de l'EAVRO en fonction du temps requis pour qu'il perde 1 log de son titre, en utilisant pour ce faire les données expérimentales de PLOWRIGHT et collab. (22). On obtient ainsi la droite de la figure 4. En reportant sur ce graphique le point correspondant au clone 1009 calculé à partir des données de la figure 3, on

---

(\*) La constante de vélocité se calcule aisément à l'aide de la formule (1) citée plus haut.

constate qu'il reflète une thermorésistance à peine plus grande ( $k = 0,077$  pour le clone 1009 et  $k = 0,085$  pour le vaccin de l'EAVRO); en d'autres termes, cela signifie que le vaccin de l'EAVRO et celui produit avec le clone 1009 ont pratiquement la même résistance à l'inactivation thermique. C'est une conclusion surprenante si l'on se rappelle que les chiffres avancés par PLOWRIGHT étaient au départ identiques aux nôtres avec la souche RPOK-BK originelle non clonée. Doit-on penser que c'est la modification du diluant de lyophilisation, (incorporation de saccharose à la peptone), qui est à l'origine d'une telle amélioration des résultats actuels ?

Quoi qu'il en soit, l'introduction du clone 1009 à thermo-inactivation retardée a totalement changé la stratégie des opérations de vaccination au Tchad où elles s'effectuent maintenant sans glace. Le vaccin actuellement délivré est donné comme pouvant être conservé pendant 15 jours à la température ambiante, même à la température extrême de la saison chaude (45° C), pour autant qu'il soit maintenu à l'obscurité et qu'on ne l'expose pas à l'insolation directe.

Pour en arriver là, il a néanmoins fallu résoudre des problèmes de technologie qui seront exposés dans la seconde partie de cet article.

## SUMMARY

### **A combined lyophilised rinderpest-CBPP vaccine to be used in the field without refrigeration.**

#### **I. Selection of rinderpest virions with delayed thermal inactivation properties**

The thermal inactivation at 45° C of the lyophilised rinderpest cell culture vaccine follows a diphasic process, of which it has been taken profit to select a viral variant; after cloning, the half life of the clone at 45° C is 4 days instead of 1,8 days for its parent virus.

This clone, named 16 b-1009, has been characterized for its safety, potency and thermal stability; it is used for the manufacturing of a freeze-dried vaccine which, after exposure at 45° C for 15 days, keeps its potency at the internationally recommended titer of  $10^{5.6}$  TCD<sub>50</sub>; this quality allows its use without refrigeration in the field.

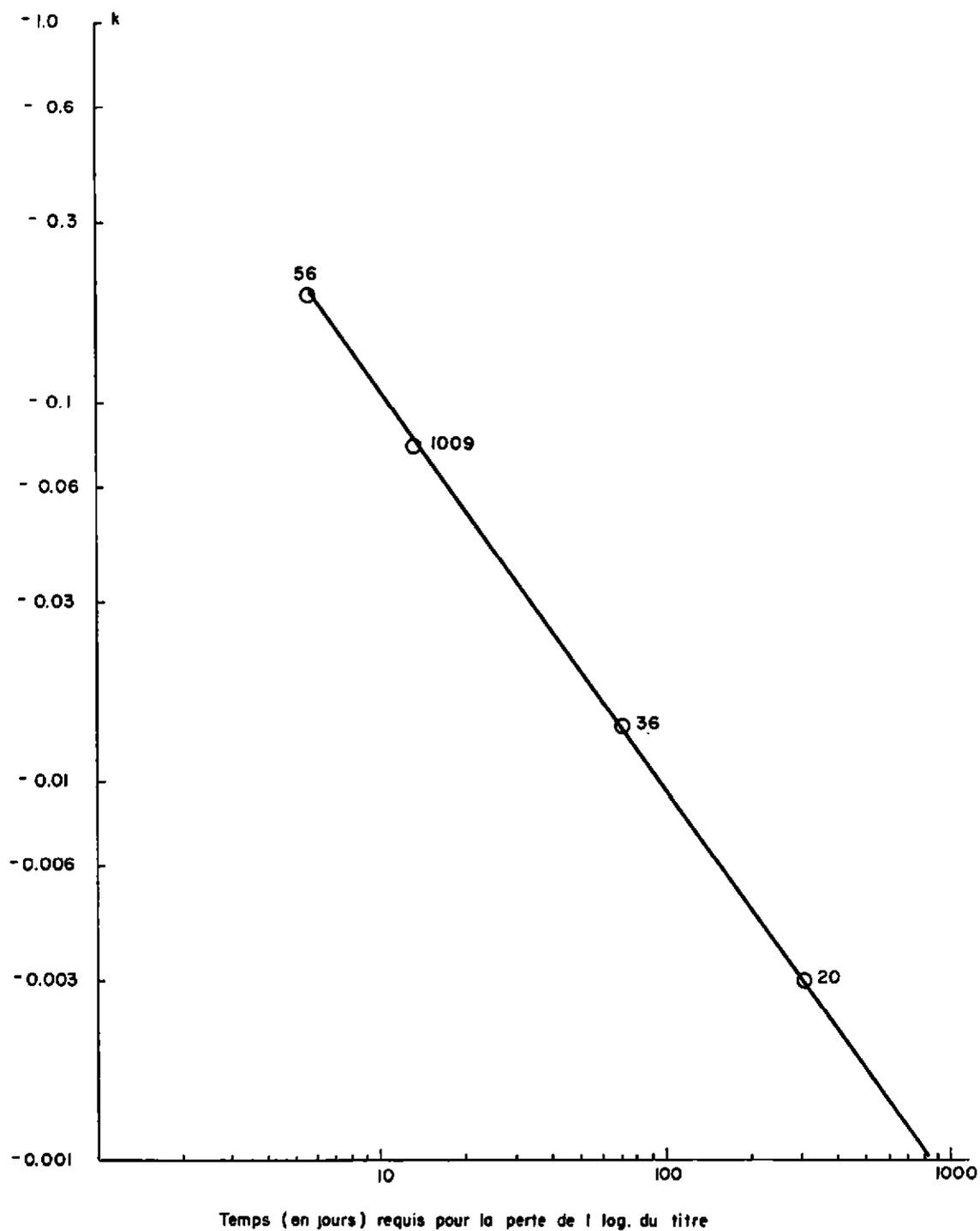
## RESUMEN

### **Una vacuna mixta liofilizada contra la peste bovina y la perineumonía utilizable sobre terreno sin refrigeración.**

#### **I. Selección de viriones bovipéuticos teniendo una inactivación térmica retrasada**

Los autores habían notado que la inactivación térmica a 45° C de la vacuna antibovipestica de cultivos celulares liofilizada ocurría según

Fig. 4. — Droite de régression de l'indice de vélocité en fonction du temps requis pour la perte d'un log du titre.  
Cette droite a été calculée à partir des données expérimentales de la référence 22.



un proceso difásico. Seleccionaron un virus variable que, después de clonaje posee una media vida de cuatro días mientras que la de su pariente no es más que de 1,8 días a dicha temperatura.

Se caracterizó este clone viral, denominado 16 b-1009, desde el punto de vista de su inocuidad, su poder inmunogeno y su termoestabilidad.

Permite la fabricación de una vacuna liofilizada que conserva su actividad completa después de 15 días a 45° C, al título universalmente admitido de  $10^{2.3}$  DCP<sub>50</sub> por dosis vaccinal, cualidad que permite su utilización sin helado sobre terreno.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BÖGEL (K.), ENDERS-RUCKLE (G.) et PROVOST (A.). Une réaction sérologique rapide de mesure des anticorps antibovipestiques. *C. R. Acad. Sci.*, 1964, **259** : 482-484.
2. BOURDIN (P.). In: Rapport annuel du Laboratoire de Dakar pour 1966, pp. 56-59.
3. CLARK (R. M.). A mathematical model of the kinetics of viral devitalisation. *Mathematical Bioscience*, 1968, **2** : 413-423.
4. De BOER (C. J.) et BARBER (T. L.). pH and thermal stability of rinderpest virus. *Arch. ges. Virusf.*, 1964, **15** : 98-108.
5. De BOER (C. J.) et BARBER (T. L.). Segregation of an avirulent variant of rinderpest virus by the terminal dilution technique in tissue culture. *J. Immun.*, 1964, **92** : 902-907.
6. FENNER (F.). The Biology of animal viruses. I. Molecular and cellular biology. New York, Academic Press, 1968.
7. GREIFF (D.) et RIGHTSSEL (W. A.). An accelerated storage test for predicting the stability of suspensions of measles virus dried by sublimation in vacuo. *J. Immun.*, 1965, **94** : 395-400.
8. HIATT (C. W.). Kinetics of the inactivation of viruses. *Bact. Rev.*, 1964, **28** : 150-163.
9. HOFSTAD (M. S.) et YODER (H. W.). Inactivation rates of some lyophilised poultry viruses at 37 and 3 °C. *Avian Dis.*, 1963, **7** : 170-177.
10. KAPLAN (C.). Heat inactivation of vaccinia virus. *J. Gen. Microb.*, 1958, **18** : 58-63.
11. LEPISSIER (H. E.). Campagne conjointe O.U.A./C.T.S.R. contre la peste bovine en Afrique centrale et occidentale. Lagos, O.U.A./S.T.R.C., 1971. (Publ. n° 103).
12. LEPISSIER (H. E.). Communication personnelle.
13. LWOFF (A.). Factors influencing the evolution of viral diseases at the cellular level and in the organism. *Bact. Rev.*, 1959, **23** : 109-124.
14. LWOFF (A.) et LWOFF (M.). Remarques méthodologiques à propos de la thermostabilité du développement viral. *Ann. Inst. Pasteur*, 1961, **101** : 313-317.
15. Normes relatives au vaccin anti-peste bovine (vivant) préparé en cultures cellulaires et au vaccin anti-peste bovine (vivant) préparé sur l'animal. Genève, O.M.S., 1970. (Rapport technique O.M.S. n° 444.)
16. PLOWRIGHT (W.). The production and use of culture-attenuated rinderpest vaccine. Rapport 17<sup>e</sup> Congrès Mondial Vétérinaire, (Hanovre), 1963, **1** : 679-682.
17. PLOWRIGHT (W.). The production and use of rinderpest cell culture vaccine in developing countries. *Wild Anim. Rev.*, 1972 (1) : 14-18.
18. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). Studies with rinderpest in tissue culture. I. Growth and cytopathogenicity. *J. comp. Path.*, 1959, **69** : 152-172.
19. 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. Virusf.*, 1961, **11** : 516-533.
20. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). Studies with rinderpest virus in tissue culture. The use of attenuated culture virus as a vaccine for cattle. *Res. vet. Sci.*, 1962, **3** : 172-182.
21. PLOWRIGHT (W.), HERNIMAN (K. A. J.) et RAMPTON (C. S.). Studies on rinderpest vaccine. II. Factors influencing the accuracy of vaccine potency tests. *Res. vet. Sci.*, 1969, **10** : 502-508.
22. PLOWRIGHT (W.), RAMPTON (C. S.), TAYLOR (W. P.) et HERNIMAN (K. A. J.). Studies with rinderpest culture vaccine. III. Stability of the lyophilised product. *Res. vet. Sci.*, 1970, **11** : 71-81.
23. PROVOST (A.). In: Rapport annuel du Laboratoire de Farcha pour 1968, pp. 101-102.
24. PROVOST (A.). Peste bovine et immunofluorescence. *Bull. Off. int. Epiz.*, 1970, **73** : 915-922.
25. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.). Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XI. Un vaccin mixte vivant antibovipestique-antipéripneumonique inoculé en un seul temps. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** : 143-162.
26. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). Note sur la peste bovine expérimentale du dromadaire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** : 293-296.
27. SINGH (K. V.), OSMAN (O. A.), BAZ (T. I.) et ELCICY (I. F.). The use of tissue culture rinderpest vaccine for egyptian cattle and water buffaloes. *Cornell Vet.*, 1967, **57** : 465-479.
28. TAYLOR (W. P.) et PLOWRIGHT (W.). Studies on the pathogenesis of rinderpest in experimental cattle. III. Proliferation of an attenuated strain in various tissues following subcutaneous inoculation. *J. Hyg. (Camb.)*, 1965, **63** : 263-275.
29. WOESE (C.). Thermal inactivation of animal viruses. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1960, **83**, art. 4 : 741-751.
30. YOUNGER (J. S.). Thermal inactivation studies with different strains of poliovirus. *J. Immun.*, 1957, **78** : 282-290.
31. YOUNGER (J. S.) et HALLUM (J. V.). Cystine-independent thermoresistant mutants of poliovirus. *J. Bact.*, 1964, **88** : 265-266.

# Incidence sérologique des anticorps anti-brucelliques chez les animaux domestiques de l'homme en Iran

par H. TADJEBAKHCHE (\*) et A. GATEL (\*\*)

## RESUME

L'incidence des anticorps anti-brucelliques en Iran a été recherchée sur 3.647 sérums récoltés chez les principales espèces animales domestiques et chez l'homme. Les pourcentages d'infectés sont :

Ovins 4,24 p. 100 (mâles 2,6 p. 100 - femelles 4,3 p. 100), Caprins 2,18 p. 100, Bovins 12 p. 100 (veaux 8,2 p. 100 - mâles 4,7 p. 100 - femelles 16,1 p. 100), Equins 0,73 p. 100, Porcins 17,6 p. 100, Canins 4,87 p. 100, Buffles 5,5 p. 100, Homme 5,5 p. 100 (hommes 5 p. 100 - femmes 6,8 p. 100).

Les résultats obtenus par séro-agglutination (S.A.L.) et fixation du complément (F.C.) ont été comparés sur 674 sérums :

- 79,5 p. 100 des sérums positifs en S.A.L. sont positifs en F.C.;
- 29,3 p. 100 des sérums suspects en S.A.L. sont positifs en F.C.;
- 9,9 p. 100 des sérums négatifs en S.A.L. sont positifs en F.C.

Compte tenu des pourcentages de positivité obtenus, l'établissement de mesures rigoureuses concernant la prophylaxie de cette maladie en Iran est suggéré.

La brucellose est en Iran la cause primordiale d'avortement chez les animaux domestiques et est responsable d'importantes pertes économiques, surtout dans la zone d'élevage intensif autour de Téhéran. Quelques enquêtes sont régulièrement effectuées chez les bovins et ovins, dans le cadre du dépistage de cette maladie (9, 10, 11); mais elles restent limitées au secteur géographique de Téhéran.

Notre propos dans ce travail a été de diversifier notre échantillonnage de sérum, tant du point de vue origine géographique que du point de vue espèce.

(\*) Université de Téhéran. Faculté de Médecine Vétérinaire. Chaire de Microbiologie et Maladies contagieuses, B.P. n° 3262, Téhéran-Iran.

(\*\*) Coopérant technique, appelé du Service national.

## MATERIEL ET METHODES

### a) Origine des sérums

Les sérums de bovins, d'ovins, de caprins et de buffles ont été récoltés à l'abattoir de Téhéran sur des animaux de provenances diverses (Azerbaïdjan, Khorasan, Mazandéran, Baluchistan, Téhéran... etc.).

Les sérums de porcins proviennent de l'abattoir « Arzouman » de Téhéran.

Les sérums d'équins proviennent soit de la chaire d'anatomie et d'histologie de la Faculté Vétérinaire de Téhéran, soit de l'Institut Razi.

Les sérums canins proviennent des cliniques de la Société protectrice des animaux de Téhéran.

Les sérums humains ont été obtenus auprès de patients, dans des laboratoires d'analyses médicales. Les prélèvements chez ces patients

étaient effectués pour d'autres motifs qu'une éventuelle atteinte brucellique.

#### b) Séro-agglutination (S.A.L.)

Nous avons retenu une technique de séro-agglutination lente en tube (1, 5, 7, 13), les dilutions allant de 1/10 à 1/5120. Pour limiter les phénomènes de zones, nous avons dilué les sérums avec une solution aqueuse de NaCl à 5 p. 100.

L'antigène a été fourni par l'Institut Razi. Il est préparé à partir de la souche *Brucella abortus* 99 et est agglutiné à ++ au 1/500 par le sérum étalon international (titrant lui-même 1.000 U.I.) (2).

Les seuils de positivité suivants ont été retenus :

- 100 U.I. (3/40) pour les sérums de bovins, de porcins, de canins, d'équins, de buffles et d'hommes (1, 3, 4, 8, 13).
- 60 U.I. (3/20) pour les sérums ovins et caprins (1, 5, 7).

Ont été considérés comme suspects les sérums titrant entre :

- 30 U.I. et 100 U.I. pour les bovins, les équins, les buffles.
- 25 U.I. et 60 U.I. pour les ovins et les caprins.
- 50 U.I. et 100 U.I. pour les porcins.

Pour l'homme et le chien, ont été considérés comme suspects les sérums présentant une agglutination comprise entre 20 U.I. (2/10) et 100 U.I. (3/40).

#### c) Fixation du complément (F.C.)

Nous avons utilisé une méthode de fixation à froid de type Kolmer (1, 5, 7, 13, 14), les dilutions allant du 1/4 au 1/1024.

L'antigène est celui employé pour la S.A.L.; il est lavé trois fois au tampon véronal (pH 7,3) et dilué au 100<sup>e</sup> pour les animaux et au 150<sup>e</sup> pour l'homme.

Tous les sérums suspects en S.A.L., ainsi que quelques positifs et négatifs, ont été soumis à la F.C. Tous les sérums fixant le complément au 1/4 ont été considérés comme positifs (4, 13).

## RESULTATS

### I. Pourcentages de positifs

Nous avons établi nos pourcentages en considérant comme positifs les sérums positifs en S.A.L. et les sérums suspects en S.A.L. et positifs en F.C.'

Le tableau I donne le nombre de sérums examinés et le pourcentage de positifs.

TABLEAU N° I

	Nombre de sérums	S.A.L. positives	S.A.L. suspectes	S.A.L. suspectes à F.C' positives	S.A.L. positives + S.A.L. suspectes à F.C' positive	Pourcentage
Ovins	1.021	31	96	20	51	4,24
Caprins	640	9	37	5	14	2,18
Bovins	923	80	111	31	111	12,0
Equins	273	1	24	1	2	0,73
Porcins	227	27	36	13	40	17,6
Canins	41	1	1	1	2	4,87
Buffle	36	1	4	1	2	5,5
Homme	306	12	36	6	18	5,5
Total	3.467	162	345	78	240	

Dans le tableau II sont distingués, d'une part le sexe et l'âge des bovins, d'autre part le sexe pour les sérums humains et ovins (il est à noter

que cette étude n'a pu être possible que sur 757 des sérums ovins recueillis).

TABLEAU N°II

		Nombre de sérums	Positifs	Pourcentage
Homme	M	160	8	5,0
	F	146	10	6,84
Ovins	M	115	3	2,6
	F	642	28	4,36
Bovins-Veaux		182	15	8,24
	M	210	10	4,7
	F	531	86	16,1

## II. Comparaison entre S.A.L. et F.C.'

Nous avons effectué le test de F.C.' sur 674 sérums des 3.647 déjà examinés en S.A.L.

Les résultats sont consignés dans le tableau III.

TABLEAU N°III

	S.A.L. positive F.C' positive	S.A.L. positive F.C' négative	S.A.L. suspecte F.C' positive	S.A.L. suspecte F.C' négative	S.A.L. négative F.C' positive	S.A.L. négative F.C' négative	Nombre de sérums
Bovins	29		31	46	5	37	148
Ovins	16	7	20	64	9	57	173
Caprins	5	4	5	32	6	55	107
Equins	1		1	14	3	15	34
Porcins	14	5	13	23	4	13	72
Canins	1		1			6	8
Buffles	1		3				4
Homme	3	2	6	14	4	99	128
Total	70	18	80	193	31	282	674

## DISCUSSION

Selon les rapports de l'Institut Razi et des Services Vétérinaires d'Iran, le pourcentage d'infectés est de l'ordre de 20 p. 100 chez les bovins de la zone d'élevage intensif de Téhéran et de 15 p. 100 chez les ovins des zones d'élevage de Téhéran et d'Isfahan (9, 10, 11). Les résultats que nous avons obtenus sont différents (12 p. 100 chez les bovins et 4,2 p. 100 chez les ovins du fait que notre échantillonnage provient en majeure partie de zones à élevage extensif et d'aires géographiques plus diverses.

Chez les espèces bovines et ovines pour lesquelles nous avons pu distinguer le sexe, les femelles sont plus infectées que les mâles (tableau II) tandis que chez l'homme aucune différence notable n'apparaît.

Sur 674 sérums d'espèces différentes (des 3.647 sérums étudiés en S.A.L.) soumis aux deux tests S.A.L. et F.C.' (tableau III),

79,5 p. 100 des 88 sérums positifs en S.A.L. ont une F.C.' positive et 20,5 p. 100 une F.C.' négative. Il est à noter que ces derniers sont à la limite de positivité en S.A.L.

Sur 273 sérums suspects en S.A.L., 29,3 p. 100 ont une F.C.' positive.

Sur 313 sérums négatifs en S.A.L., 9,9 p. 100 ont une F.C.' positive.

Cela confirme la plus grande sensibilité de la méthode de F.C.' par rapport à la S.A.L. (2, 4, 5, 6, 14) et montre la concordance et la non-concordance des résultats en S.A.L. et F.C.' dans le diagnostic de la brucellose.

## CONCLUSIONS

La brucellose sévit chez toutes les espèces animales et l'homme en Iran. Il ne faut pas négliger l'importance des espèces porcines, équines, canines dans l'épizootologie et l'épidémiologie de cette maladie.

Pour le diagnostic sérologique, il est recommandé d'effectuer les deux tests (S.A.L., F.C.) simultanément. Eventuellement, dans le cadre d'une enquête sérologique portant sur un nombre important de prélèvements, on pourrait se contenter de faire une F.C. sur tous les suspects en S.A.L.

Les pourcentages de positivité obtenus suggèrent la nécessité de la mise en place en Iran de mesures plus rigoureuses concernant le dépistage et la prophylaxie de cette maladie.

## Remerciements

Nous tenons à remercier vivement : MM. les Professeurs Rafyi, Chimie pour les facilités qu'ils nous ont accordées dans l'élaboration de ce travail. M. le Dr Ebadi de l'Institut Razi qui a bien voulu nous fournir l'antigène. M. Attei qui nous a aimablement procuré des sérums humains ainsi que M. le Dr Farges pour son excellente assistance et M. le Dr Keyvanfar.

## SUMMARY

### Serological incidence of Brucella-antibodies in domestic animals and man in Iran

The occurrence of brucella-antibody among the different species of domestic animals in Iran has been studied. The percentage of infected animals are as follow: sheep 4,24 p. 100 (female 4,3 p. 100 - male 2,6 p. 100), goats 2,18 p. 100, cattle 12 p. 100 (calves 8,2 p. 100 - male 4,7 p. 100 - female 16,1 p. 100), horses 0,73 p. 100, swines 17,6 p. 100, dogs 4,87 p. 100, buffaloes 5,5 p. 100, man 5,5 p. 100 (masc. 5 p. 100, fem. 6,8 p. 100).

The results of two S.A.T. and C.F.T. has been compared :

- 79,5 p. 100 of serums positive by S.A.T. were also positive by C.F.T.
- 29,3 p. 100 of suspicious serums by S.A.T. were positive by C.F.T.
- 9,9 p. 100 of negative serums by S.A.T. were positive by C.F.T.

Because of the distribution of the disease in the different species of animals strict control procedures are essential.

## RESUMEN

### Incidencia serológica de los anticuerpos contra la brucelosis en los animales domésticos y el hombre en Iran

Se buscó la incidencia de los anticuerpos contra la brucelosis en Iran en 3.647 sueros recogidos en las principales especies animales domésticas y en el hombre.

Los porcentajes de animales infectados son los siguientes: oveja: 4,24 p. 100 (machos 2,6 p. 100; hembras 4,3 p. 100), cabra 2,18 p. 100, bovinos 12 p. 100 (terneros 8,2 p. 100 - machos 4,7 p. 100; hembras 16,1 p. 100), equinos 0,73 p. 100, porcinos 17,6 p. 100, caninos 4,87 p. 100, búfalos 5,5 p. 100, hombre 5,5 p. 100 (machos 5 p. 100 - hembras 6,8 p. 100).

Se compararon los resultados obtenidos mediante la sero-aglutinación (s. a.) y la fijación del complemento (f. c.) en 674 sueros.

- 79,5 p. 100 de los sueros positivos en s. a. son positivos en f. c.
- 29,3 p. 100 de los sueros sospechosos en s. a. son positivos en f. c.
- 9,9 p. 100 de los sueros negativos en s. a. son positivos en f. c.

Teniendo en cuenta los porcentajes de positividad obtenidos, se sugiere el establecimiento de medios rigurosos de profilaxis de dicha enfermedad en Iran.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALTON (G. G.) et JONES (L.). F.A.O. Working Document. Animal Health Branch Monograph, n° 7., Rome, F.A.O., 1963.
2. EBADI (A.). Comparison of various serological tests on the milk of sheep in relation to the isolation of *Brucella melitensis*. *Brit. vet. J.*, 1971, **127**: 105-112.
3. EL BAHRI (L.), BEN OSMAN (F.) et CHADLI (A.). Enquête sérologique sur la brucellose canine en Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 1970, **43**: 315-331.
4. GERAL (M. F.), LASSERE (J.), SAURAT (P.), LAUTIE (R.), CHANTAL (J.) et MEIGNIER (B.). Enquête sérologique sur l'infection brucellose des étudiants vétérinaires toulousains. *Rev. Méd. vét.*, 1971, **122**: 415-432.
5. MORGAN (B. W. J.). The serological diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Rec.*, 1967, **80**: 612-621.
6. OPITZ (H. M.). Brucellosis in Sierra Leone, a serological survey in cattle, sheep and goats. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1969, **17**: 383-391.
7. PILET (Ch.), TOMA (B.) et BONNEAU (M.). Sur le choix d'une technique de fixation du complément adaptée au diagnostic de la brucellose. *Ann. Inst. Pasteur*, 1967, **113**: 984-950.
8. PILET (Ch.) et TOMA (B.). Les techniques de séro-agglutination dans le diagnostic de la brucellose. *Cah. Méd. vét.*, 1969, **38**: 3-22.
9. Rapport Annuel de l'Institut Razi, 1968, Téhéran, 544 p.
10. Rapport Annuel de l'Institut Razi, 1969, Téhéran, 449 p.
11. Rapport Annuel des Services Généraux Vétérinaires d'Iran, 1968, Téhéran, 153 p.
12. RENOUX (G.). Etude sur la brucellose ovine et caprine. XV. Du diagnostic sérologique de la brucellose individuelle de chèvres artificiellement infectées par *Brucella melitensis*. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 1957, **34**: 207-225.
13. RENOUX (G.) et GAUMONT (R.). Pathologie de la production du lait. II. Méthodes de diagnostic des brucelloses animales. *Ann. Nutr. Alim.*, 1966, **20**: 1-51.
14. WISNIOWSKI (J.). The role of the complement fixation test in the serological diagnosis of brucellosis in cattle. *Brit. vet. J.*, 1964, **120**: 15-20.

# Les Nématodes parasites du tube digestif des bovins en Iran

par A. H. ESLAMI (\*) et F. FAKHRZADEGAN (\*)

## RESUME

Cent tubes digestifs de bovins obtenus à l'abattoir de Téhéran ont été examinés pour rechercher les Nématodes parasites. Quatorze espèces différentes de Nématodes ont été décrites pour la première fois en Iran.

Ce sont : *Congylnema pulchrum*, *Haemonchus (contortus ou placei)*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, *Marshallagia marshalli*, *Cooperia oncophora*, *Bunostomum phlebotomum*, *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus filicollis*, *Trichuris ovis*, *Chabertia ovina*, *Oesophagostomum venulosum*, *Oesophagostomum radiatum* et *Setaria cervi*.

D'une manière générale, le nombre de vers collectés était peu abondant.

## INTRODUCTION

A notre connaissance, il n'y a aucune information précise en Iran sur les Nématodes du tube digestif des bovins, bien que l'élevage de ces animaux soit très important et joue un rôle remarquable dans l'économie des sociétés rurales. L'élevage des bovins, sauf dans quelques grandes villes de l'Iran, s'effectue à l'état naturel et les animaux hébergent de ce fait des parasites divers.

## MATERIEL ET METHODES

Cent tubes digestifs de bovins obtenus à l'abattoir de Téhéran (sept. 1970-sept. 1971) ont été examinés. Ces animaux sont habituellement de race locale et originaires du nord-ouest (Azerbaïdjan), du nord-est (Meshed), et du Nord (Mer Caspienne).

Au laboratoire, les abomasums, les intestins grêles et les gros intestins ont été lavés séparément dans un tamis métallique (avec

100 mailles par pouce) sous l'eau courante, jusqu'à ce qu'ils soient propres. Puis les vers ont été ramassés et conservés dans l'alcool à 70 p. 100 et éclaircis par lacto phénol pour identification. La muqueuse de l'œsophage a été spécialement examinée pour y rechercher les parasites.

## RESULTATS

Œsophage : *Gongylnema pulchrum* a été observé dans quelques cas.

Caillette : les espèces suivantes ont été trouvées : *Haemonchus (contortus ou placei)*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei* et *Marshallagia marshalli*.

Intestin grêle : quatre espèces de Nématodes ont été également rencontrées :

*Nematodirus filicollis*, *Bunostomum phlebotomum*, *Cooperia oncophora* et *Strongyloides papillosus*.

Gros intestin : quatre espèces de parasites ont été identifiées : *Trichuris ovis*, *Chabertia ovina*, *Oesophagostomum venulosum* et *Oesophagostomum radiatum*.

(\*) Faculté de Médecine Vétérinaire, B.P. n° 3262, Téhéran-Iran.

Peritoine : une seule espèce de Nématode, *Setaria cervi*, a été trouvée dans la cavité péritonéale.

Les résultats sont résumés dans le tableau n° 1.

TABLEAU N° I  
Helminthes trouvés dans 100 tubes digestifs

Parasites	Pourcentage d'infection	Nombre total de vers ramassés	Minimum et maximum de vers par animal	Nombre moyen de vers par tête	Rapport : Mâles Femelles
Abomasum					
<i>Haemonchus</i> sp.	22	204	1- 24	19,2	1,1 : 1
<i>Ostertagia ostertagi</i>	33	1.954	4-964	59,3	1 : 1
<i>Marshallagia marshalli</i>	2	30	6- 24	15	1 : 1
<i>Trichostrongylus axei</i>	5	1.114	1-400	224,8	1- : 1,9
Intestin grêle					
<i>Nematodirus filicollis</i>	19	417	2- 83	22	1 : 2,6
<i>Bunostomum phlebotomum</i>	1	1	1	1	-
<i>Cooperia oncophora</i>	35	2.943	4-410	84	1 : 1,16
<i>Strongyloides papillosus</i>	2	7	3- 4	3,5	-
Gros intestin					
<i>Trichouris ovis</i>	15	48	1- 16	3,2	1- : 13
<i>Chabertia ovina</i>	3	5	1- 2	1,6	1 : 1,5
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	13	82	1- 9	6,3	1 : 1,5
<i>O. radiatum</i>	6	16	1- 3	2,7	1 : 1,6
Oesophage					
<i>Gongylonema pulchrum</i>	45	1.186	1-102	26,3	1 : 1,8

## DISCUSSION

De l'examen de ce tableau, il ressort qu'*Haemonchus* (*contortus* ou *placei*) qui est un des parasites les plus importants chez les ruminants dans beaucoup de régions du monde est assez rare en Iran. SKERMAN, SHAHLAPOUR, ESLAMI, ELIAZIAN (1967) qui ont étudié les parasites chez les moutons en Iran sont arrivés au même résultat. Il résulte de ces deux investigations qu'*Haemonchus* ne joue qu'un rôle mineur dans la pathologie des bovidés iraniens.

D'une manière générale, les parasites ramassés sont peu abondants et ne peuvent pas provoquer de maladie, peut-être à cause de l'âge avancé des bovins examinés. En tout cas le nombre trouvé n'est pas comparable à celui qui est cité par les autres auteurs dans les autres points du globe. Par exemple, BECKLUND (1962-1963) a signalé qu'un nombre de 111.978-447.212 vers dans l'infestation mixte

peut provoquer des symptômes cliniques. RITCHIE et Collab. (1966) ont montré que dans l'infestation expérimentale de bovins, 100.000 *Ostertagia ostertagi* sont pathogènes. Cependant SKERMAN et Collab., (1967) ont montré en Iran que des moutons relativement peu infestés présentent une réduction de poids remarquable. A notre avis la situation est la même pour les bovins, à cause du régime alimentaire qui est semblable, c'est-à-dire insuffisant.

*Oesophagostomum venulosum* est généralement considéré comme un parasite de la chèvre et du mouton; il est rarement rencontré chez les bovins. Dans notre étude, nous l'avons rencontré plus abondamment et plus fréquemment que *Oesophagostomum radiatum*. Non seulement le pourcentage était plus grand (13 p. 100 contre 6 p. 100), mais le nombre moyen de vers par viscère était plus élevé (6,3 contre 2,7). ASADOV (1960) et KARAMENDIN et GUBAIDULIN (1964) l'ont déjà signalé respectivement au Kazakhstan (à l'est de la Mer

Caspienne) et en Azerbaïdjan U.S.S.R. (à l'ouest de la Mer Caspienne) chez les bovins; cela est conforme à ce que nous avons observé à l'occasion de cette étude. Par ailleurs on peut dire qu'autour de la Mer Caspienne, grâce au climat, *Oesophagostomum venulosum* a su s'adapter chez les bovins, adaptation qui pourrait résulter de la communauté des pâturages

pour les moutons et les bovins de ces régions.

### Remerciements

Nous remercions Monsieur le Docteur RA-FYI, Doyen de la Faculté Vétérinaire de l'aide qu'il nous a apportée pour la préparation de cet article.

### SUMMARY

#### Nematode parasites of the alimentary canal of cattle in Iran

The authors give the results of an examination of alimentary canal contents of 100 cattle from Teheran slaughter-house. They enumerate 14 different Nematode species determined for the first time in Iran. Parasitism is not important.

### RESUMEN

#### Los Nemátodos parásitos del tubo digestivo de bovinos en Iran

Se dan los resultados obtenidos durante el examen del contenido del tubo digestivo de cien bovinos matados en el matadero de Teheran. Se enumeran las 14 especies de Nemátodos descritas por primera vez en Iran. Generalmente el parasitismo era poco importante.

### BIBLIOGRAPHIE

- AZADOV (S. M.). Helminths of domestic and wild ruminants in Azerbaïdhan. *Trudy Inst. Zool-Azerbaïdhan SSR*, 1960, 5 (21): 97-108. (Russian text.)
- BECKLUND (W. W.). Helminthiasis in Georgia cattle. A clinical and economic study. *Am. J. vet. Res.*, 1962, 23 (94): 510-515.
- BECKLUND (W. W.). Helminths of ruminants: geographic distribution and economic importance. *Proc. U.S. live Stk sanit. Ass.*, 1963, 67: 523-532.
- KARAMENDIN (O. S.), GUBAIDULIN (N. A.). Parasitism sel' Skokhziaisty. *Zhivotnykh.*, 1964, 3: 136.
- RITCHIE (J. D. S.), ANDERSON (N.), ARMOUR (J.), JARRETT (W. F. H.), JENNINGS (F. W.), URQUHART (G. M.). Experimental *Ostertagia ostertagi* infections in calves: Parasitology and pathogenesis of a single infection. *Am. J. vet. Res.*, 1966, 27 (118): 659-667.
- SKERMAN (K. D.), SHAHLAPOUR (A. A.), ESLAMI (A. H.), ELIAZIAN (M.). Observations on the incidence, epidemiology, control and economic importance of gastro-intestinal parasites of sheep and goats in Iran. *Vet. Med. Rev.*, 1967: 141-152.

# Parasitisme et mortalité chez les veaux malgaches

## Influence du déparasitage sur la composition des troupeaux

par P. DAYNES (\*) et A. BOUCHET (\*)

### RESUME

Les auteurs, après avoir rappelé les résultats généraux obtenus par enquêtes à Madagascar, font état d'une étude effectuée dans une région délimitée.

Les contrôles coproscopiques des jeunes veaux révèlent un parasitisme important dominé par l'ascaridose qui se complique d'une strongyloïdose. Ces deux parasitoses sont remplacées vers le 5<sup>e</sup> mois par des strongles digestifs.

Une étude de compositions de troupeaux montre une mortalité atteignant 40 p. 100 des veaux de 0 à 6 mois, que les auteurs rattachent en partie au parasitisme élevé. Cette étude montre également qu'un déparasitage systématique a pu diminuer cette mortalité de 25 p. 100 et les auteurs expliquent pourquoi on peut espérer faire encore mieux.

### INTRODUCTION

Le parasitisme a la réputation, solide et justifiée, d'être plus important, plus répandu, plus lourd de conséquences en pays chaud et humide qu'ailleurs.

A Madagascar, il a été rendu responsable de nombreuses pertes économiques dont les plus sensibles sont les mortalités sévissant surtout chez les veaux et contribuant à la structure actuelle du troupeau.

Il est donc évident que le parasitisme helminthique doit être étudié sous tous les angles possibles.

Dans une précédente communication (1) nous faisons état des résultats d'ensemble obtenus à Madagascar dans diverses régions de l'Ile, régions représentant autant de zones climatiques différentes.

Les enquêtes réalisées par numérations coproscopiques sur des animaux d'élevage semi-extensif (parcage le soir) montraient que plus de 90 p. 100 des animaux sont parasités à l'âge de 1 à 3 mois.

L'infestation par ascaris, très fréquente chez les plus jeunes animaux diminue ensuite dès que ceux-ci atteignent l'âge de 2 à 3 mois. L'infestation par strongyloïdes présente une courbe identique à celle de l'ascaridose.

Quand ces deux parasitismes diminuent en fréquence, apparaît alors l'infestation par les strongles digestifs, infestation qui va croître en fréquence jusqu'à atteindre plus de 70 p. 100 des animaux âgés de 3 à 7 mois.

Il apparaît que l'allure générale des courbes traduisant les résultats obtenus est sensiblement la même quelle que soit la région considérée et le climat en cause, la seule différence étant un léger décalage sur l'axe des ordonnées.

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire Central de l'Elevage, B.P. n° 862, Tananarive.

Il nous a paru intéressant d'approfondir ces résultats par une étude plus ponctuelle portant sur une seule région.

Nous nous proposons donc d'apporter ici une contribution à la connaissance du parasitisme chez les jeunes et à la mortalité qui peut en découler en nous appuyant sur les résultats d'enquêtes helminthologiques et sur des études statistiques de compositions de troupeaux. Les unes et les autres ont été effectuées dans la Province de Majunga aux environs de Tsaramandroso (sous-préfecture d'Ambato-Boeni), de Mampikony et de Port-Bergé.

Nous essayerons ensuite de dégager les avantages d'un déparasitage systématique à la lueur de ces études de compositions de troupeaux dont certaines ont été faites avant toute intervention de déparasitage et d'autres après que l'on ait mis en place et maintenu une opération systématique de déparasitage bisannuel des veaux.

## ENQUÊTES HELMINTHOLOGIQUES

La région étudiée est située au nord-ouest de Madagascar, c'est une plaine côtière de basse altitude caractérisée par un climat tropical humide, avec une saison sèche de sept mois. La température moyenne est de 35° pour le mois le plus chaud et 17,5° pour le mois le plus froid, la pluviométrie est de 1.600 mm et essentiellement répartie de décembre à février.

Les résultats des enquêtes helminthologiques portent sur 2.718 animaux. Elles intéressent surtout des veaux, animaux âgés de moins de 1 an, et quelques animaux de plus de 1 an, mais de moins de 18 mois. Tous les animaux examinés sont parqués chaque soir.

Ces enquêtes ont été effectuées pour moitié en milieu de saison des pluies et pour moitié en milieu de saison sèche (janvier et juillet).

Les méthodes employées sont la numérotation selon MacMASTER en solution de sulfate de zinc à 33 p. 100 et la sédimentation lente.

La fréquence du parasitisme est étudiée en fonction de l'âge des animaux répartis en 7 groupes :

1. Animaux de 0 à 15 jours.
2. Animaux de 15 jours à 1 mois.

3. Animaux de 1 à 2 mois.
4. Animaux de 2 à 3 mois.
5. Animaux de 3 à 7 mois.
6. Animaux de 7 à 12 mois.
7. Animaux de 12 à 18 mois.

Nous ne retiendrons que l'infestation par les Nématodes. L'infestation par les amphistomes n'a pratiquement pas d'incidence sur l'élevage. L'infestation par les *Moniezia* bien qu'étant parfois décelable chez les plus jeunes est encore faible en général chez les veaux. L'infestation par *Fasciola gigantica* n'existe pas actuellement dans la région considérée (on la recherche régulièrement).

## A. RESULTATS GLOBAUX

### 1. Nature de l'infestation parasitaire

Les parasites gastro-intestinaux mis en évidence sont :

- *Neoascaris vitulorum* (Goeze 1782).
- *Strongyloïdes papillosus* (Weld 1856).
- *Oesophagostomum radiatum* (Rudolphi 1803).
- *Cooperia pectinata* (Ransom 1907).
- *Bunostomum phlebotomum* (Railliet 1900).
- *Haemonchus contortus* (Rudolphi 1803).
- *Trichostrongylus* (Leoss 1905).
- *Moniezia* sp. (Blanchard 1891).
- Paramphistomes divers.
- Coccidies.

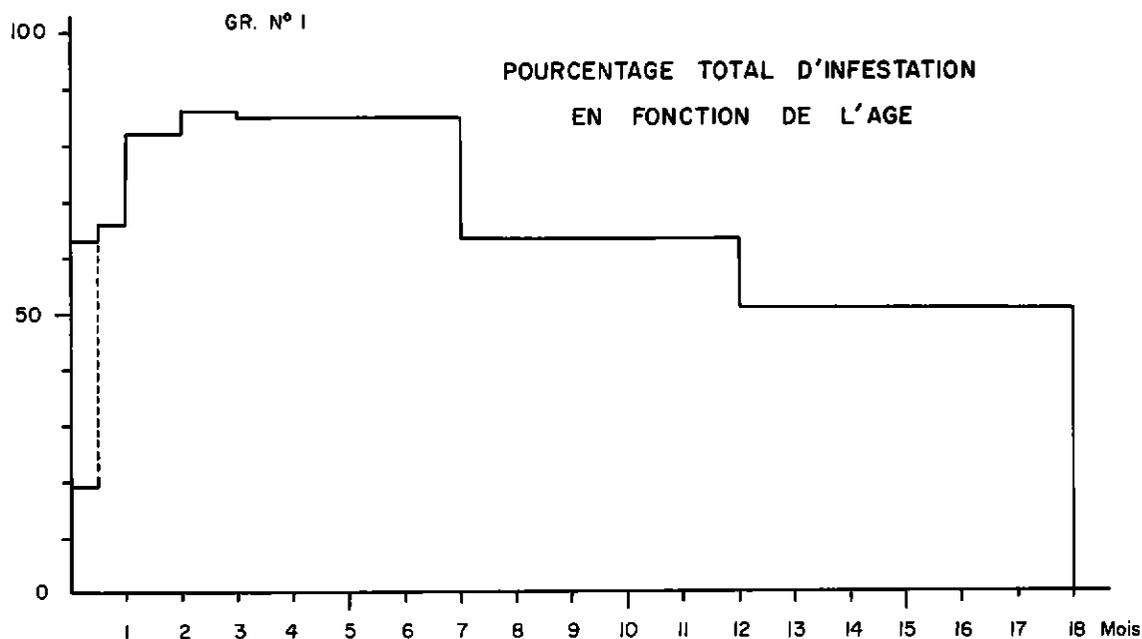
### 2. Taux d'infestation

Le pourcentage d'animaux à coproscopie positive par rapport aux animaux examinés apparaît par groupe d'âges dans le tableau n° I et au graphique n° 1.

Les chiffres obtenus par la coproscopie sont entachés d'une marge d'erreur par défaut, la méthode pouvant donner des réponses faussement négatives. Ils montrent l'importance du parasitisme chez les animaux les plus jeunes. Ceux concernant les animaux de moins de 1 mois sont très au-dessous de la réalité puisque les animaux déjà infestés d'ascaris à la naissance n'éliminent cependant pas encore d'œufs d'ascaris dans leurs excréments.

TABLEAU N° I

Age des animaux	1 0 à 15 jours	2 15 jours à 1 mois	3 1 à 2 mois	4 2 à 3 mois	5 3 à 7 mois	6 7 à 12 mois	7 12 à 18 mois	8 Totaux
Nombre d'animaux examinés A	26	82	189	301	1.059	716	345	2.718
Nombre d'animaux à coproscopie positive B	5	54	155	258	901	454	179	2.002
Pourcentage C	19,2	65,9	82	85,7	85	63,4	50,7	73,7



## B. RESULTATS PAR HELMINTHE EN CAUSE

Les résultats retenus sont ceux correspondant aux ascaris, aux strongyloïdes et aux strongles digestifs. Dans cette dernière catégorie nous incluons indifféremment les *Hoemonchus*, les œsophagostomes, les *Cooperia*, les trichostrongles et les bunostomes.

Nous avons calculé le pourcentage d'animaux à coproscopie positive pour tel ou tel parasite, d'une part par rapport aux animaux examinés, d'autre part par rapport aux animaux reconnus parasités. Ce dernier pourcentage donne une idée de l'importance particulière de tel helminthe dans le parasitisme général.

La numération des œufs d'helminthes en cellules de MacMASTER permet d'obtenir le nombre moyen d'œufs par gramme d'excrément, ce qui donne une idée de l'intensité du parasitisme.

### 1. Infestation par ascaris

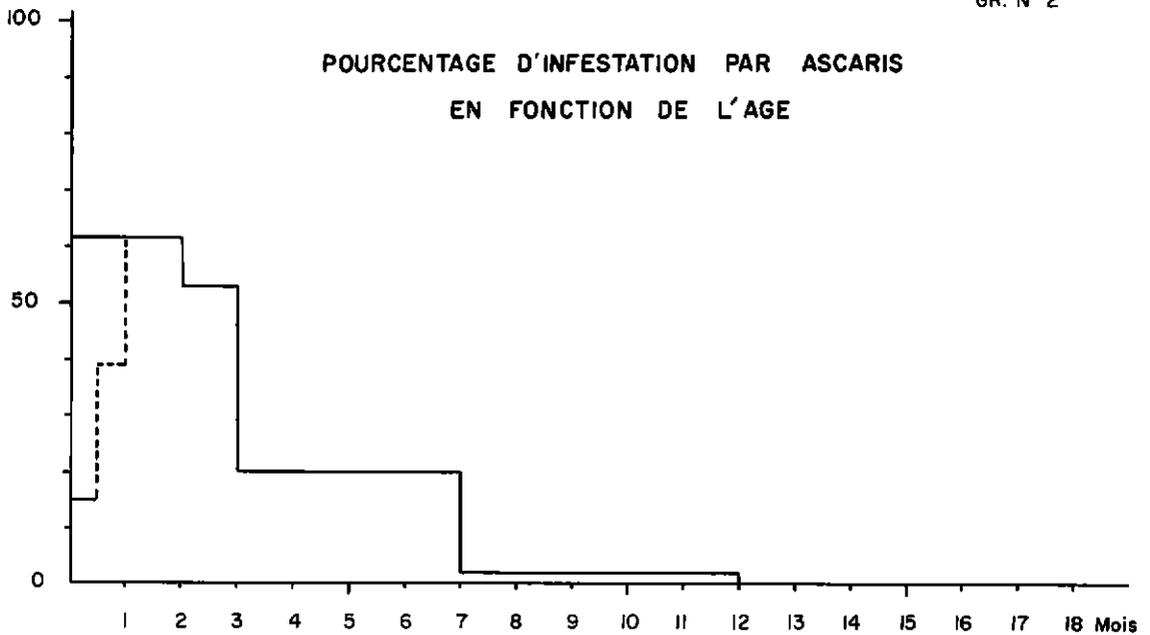
Les pourcentages d'animaux à coproscopie positive pour ascaris apparaissent dans le tableau n° II ci-dessous et au graphique n° 2.

La coproscopie fait apparaître un maximum d'animaux parasités à l'âge de 1 à 2 mois.

Cependant, du fait de l'infestation transplacentaire du veau, il ne peut y avoir moins d'animaux parasités à la naissance qu'à 2 mois.

TABLEAU N° II

		Age des animaux	1 0 à 15 jours	2 15 jours à 1 mois	3 1 à 2 mois	4 2 à 3 mois	5 3 à 7 mois	6 7 à 12 mois	7 12 à 18 mois	8 Totaux
Ascaris	A	Nombre d'animaux à coproscopie positive	(4)	(32)	116	160	209	12	0	533
	B	Pourcentage par rapport au total des animaux examinés	(15,4)	(39)	61,4	53,2	19,7	1,7	-	19,6
	C	Pourcentage par rapport aux animaux reconnus parasités par la coproscopie	(80)	(59,3)	74,8	62,0	23,2	2,6	-	26,6
Strongyloïdes	A <sub>2</sub>	Nombre d'animaux à coproscopie positive	1	26	68	77	50	5	0	235
	B <sub>2</sub>	Pourcentage par rapport au total des animaux examinés	3,8	31,7	35,9	25,6	5,5	0,7	-	8,6
	C <sub>2</sub>	Pourcentage par rapport aux animaux reconnus parasités par la coproscopie	20	48,1	43,9	29,8	6,4	1,1	-	11,7
Strongles digestifs	A <sub>3</sub>	Nombre d'animaux à coproscopie positive	1	10	56	146	772	411	149	1.545
	B <sub>3</sub>	Pourcentage par rapport au total des animaux examinés	3,8	12,2	29,6	48,5	72,9	57,4	43,2	56,8
	C <sub>3</sub>	Pourcentage par rapport aux animaux reconnus parasités par la coproscopie	20	18,5	36,1	56,6	85,7	90,5	85,1	77,2



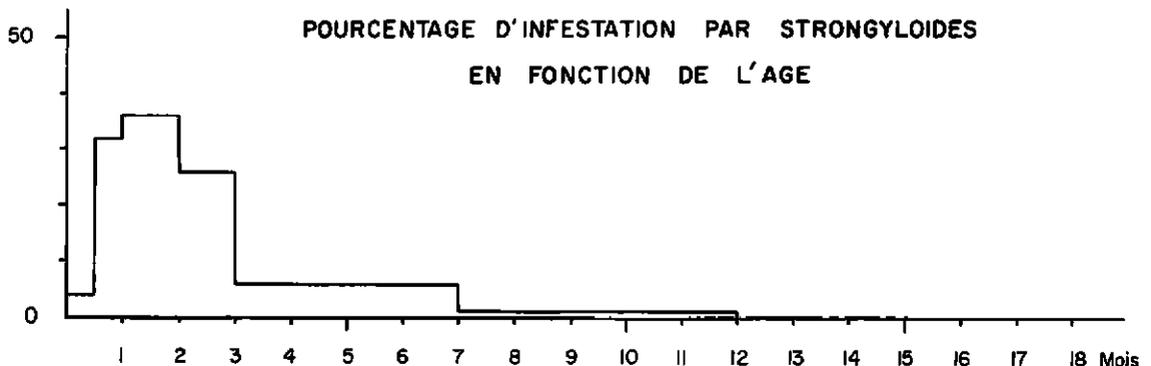
C'est pourquoi les chiffres correspondant aux animaux de 0 à 15 jours et de 15 jours à 1 mois sont entre parenthèses. Entre la naissance et 1 mois d'âge, il y a au moins 62 p. 100 des veaux qui sont parasités par ascaris, soit 2 à 4 fois plus que n'en indique la coproscopie.

La coproscopie permet donc de dire que près des 2/3 des nouveau-nés sont infestés par ascaris. Cette fraction d'animaux infestés diminue avec l'âge, assez rapidement dès le 3<sup>e</sup> mois et après le 7<sup>e</sup> mois il n'y a presque plus d'animaux infestés, ce qui est dû à la faible longévité des ascaris.

L'intensité moyenne de cette infestation est donnée par le chiffre moyen d'œufs d'ascaris par gramme d'excrément. Celui-ci atteint 8.000 chez les animaux âgés de 1 mois environ. Il descend rapidement jusque vers l'âge de 3 mois (2 à 3.000), puis plus lentement jusque vers le 10<sup>e</sup> mois.

## 2. Infestation par strongyloïdes

Le pourcentage maximal d'animaux à coproscopie positive pour strongyloïdes est de l'ordre de 36 et se situe au 2<sup>e</sup> mois (tableau n° II et graphique n° 3).



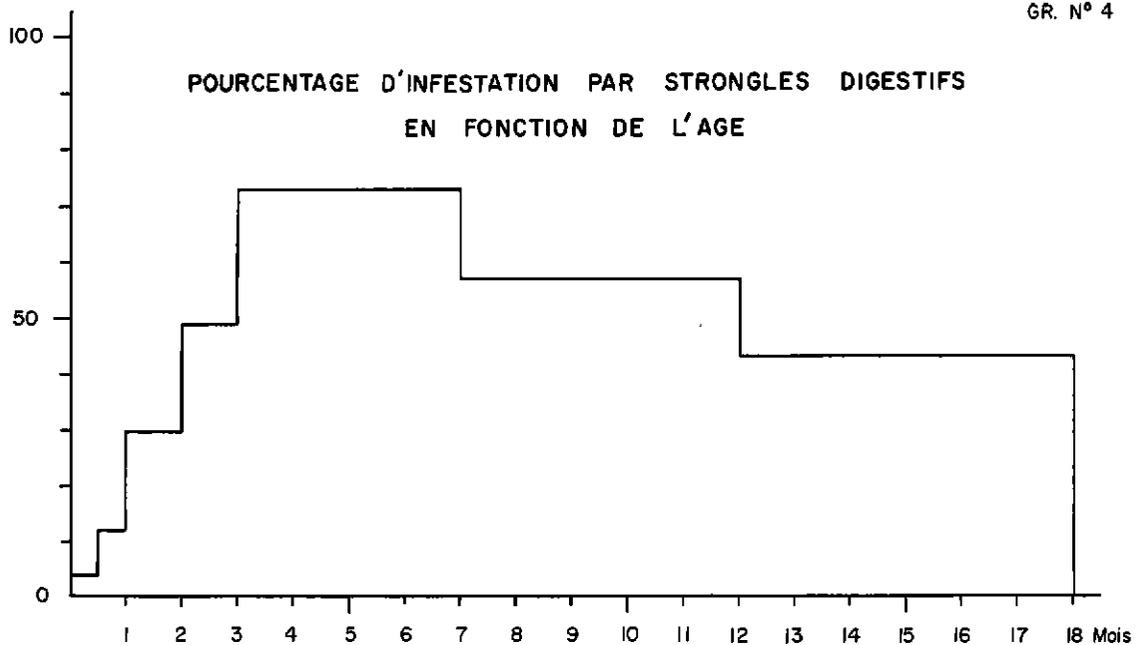
L'évolution de ce pourcentage ressemble à ce que l'on constate pour l'ascaridose. La diminution amorcée dès le 3<sup>e</sup> mois conduit à un chiffre très faible dès le 7<sup>e</sup> mois.

Le nombre moyen d'œufs par gramme d'excréments est de l'ordre de 1.500 entre 1 et 2 mois. Il descend vers 900 à 3 mois, puis plus lentement, pour être très faible vers 10 ou 12 mois.

### 3. Infestation par les strongles digestifs

Le pourcentage d'animaux à coproscopie positive augmente avec l'âge jusque vers le 5<sup>e</sup> mois où 73 p. 100 des animaux sont reconnus infestés par la coproscopie. Ce pourcentage diminue lentement mais reste supérieur à 43 chez les animaux de plus de 12 mois.

Le nombre moyen d'œufs par gramme d'excréments passe lentement de 300 chez les animaux de 1 à 2 mois à 800 chez les animaux de 12 mois et plus.



### C. DISCUSSION

Les tableaux I et II et les graphiques correspondants montrent un taux d'infestation important chez les tout jeunes veaux de moins de 2 mois.

Le parasitisme du nouveau-né est dominé par l'ascaridose à laquelle se surajoute rapidement la strongyloïdose. Ces deux helminthoses vont décroître rapidement en fréquence mais les strongyloses digestives s'installent et entre le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> mois prennent en fréquence la place qu'occupait l'ascaridose.

Les nombres moyens d'œufs par gramme

d'excréments sont également éloquentes : 8.000 pour l'ascaris chez les animaux de 1 à 2 mois, 5 à 600 pour les strongles digestifs chez les animaux de 6 mois. Ces chiffres ne sont pas tellement éloignés de ceux habituellement retenus (2) comme limite de l'infestation — maladie en milieu tempéré et monoparasitisme. En milieu tropical, la malnutrition quasi permanente augmente la sensibilité au parasitisme et le pouvoir pathogène apparaît pour des degrés d'infestation inférieurs à ceux retenus pour les pays tempérés.

D'autre part les associations parasitaires, ascaridose, strongyloïdose, strongyloses digestives, augmentent encore ce pouvoir pathogène.

## COMPOSITIONS DE TROUPEAUX

Des compositions de troupeaux ont été effectuées dans la région considérée, d'une part fin 1969, d'autre part en 1971, juillet et novembre.

Les compositions de troupeaux de 1969 portent sur 4.500 animaux et les compositions de 1971 sur 8.125 animaux.

Elles ont été faites en même temps qu'un déparasitage des veaux. On peut considérer que l'ensemble des femelles et l'ensemble des veaux étaient présents.

Le taux de naissances observé pour la région étudiée est de l'ordre de 65 p. 100. Il correspond au rapport des naissances annuelles sur le nombre de « vaches ».

LACROUTS (3) admet que les vaches sont les femelles de plus de trois ans. Nous pensons qu'il faut plutôt considérer les femelles de plus de 4 ans et ce sont celles-ci que nous appelons vaches.

A partir de nos relevés, nous avons établi le pourcentage de veaux présents lors de nos enquêtes par rapport aux vaches présentes également. Ce pourcentage était de 39 en 1969. Il était de 45,6 en 1971.

Si l'on compare ces pourcentages au taux de naissance moyen de 65 p. 100, on en déduit une mortalité des nouveau-nés de 39,9 p. 100 (1969) ou de 29,8 p. 100 (1971), mortalité ayant sévi entre la naissance des animaux et le moment des observations.

L'âge moyen des veaux de moins d'un an lors des observations peut être considéré comme étant 6 mois; les naissances ne sont pas également réparties au cours de l'année mais les observations ayant été faites en plusieurs mois (septembre à décembre en 1969), (juin, juillet et novembre, décembre en 1971), l'approximation est valable pour notre propos.

On peut en conclure que 29,8 p. 100 ou 39,9 p. 100 des veaux sont morts entre leur naissance et l'âge de 6 mois, suivant que l'on a déparasité ou non.

## CONCLUSIONS

Il est intéressant de rapprocher les chiffres obtenus par l'étude des compositions de trou-

peaux des résultats obtenus par la coproscopie des veaux.

Les premiers indiquent que 30 à 40 p. 100 des veaux nés ont disparu avant d'atteindre l'âge de 6 mois. Or, la simple observation des graphiques 1, 2, 3 et 4 montre un taux élevé d'animaux infestés chez les plus jeunes et particulièrement chez les animaux de moins de 6 mois.

Même si le parasitisme interne ne peut être tenu pour le seul responsable de la mortalité des veaux, il y contribue certainement pour une grande part. La malnutrition frappe tous les veaux et les plus parasités y sont évidemment plus sensibles que les autres.

L'étude des graphiques montre également la nécessité d'effectuer précocement les traitements anthelminthiques éventuels.

S'il apparaît que l'on a intérêt à lutter contre la strongyloïdose dès le premier mois de vie, il est encore plus important de traiter contre l'ascaridose dès la naissance des animaux.

Ultérieurement il faut traiter contre les strongyloses digestives. Si le pourcentage d'animaux infestés semble régresser légèrement nous avons vu que, par contre, l'intensité de leur infestation augmente. Ce déparasitage se situera judicieusement à la période du sevrage qui constitue une transition difficile pour le jeune animal.

Les chiffres obtenus par l'étude des compositions de troupeaux sont également instructifs à un titre différent. Ils montrent l'impact que peut avoir sur l'élevage une entreprise de déparasitage systématique des jeunes.

Les compositions de troupeaux de 1969 portaient sur des troupeaux non déparasités. Celles de 1971 portaient sur des troupeaux où un déparasitage des veaux a été effectué pratiquement 2 fois par an depuis la fin 1969.

Plus précisément les veaux des troupeaux vus en juillet 1971 avaient été déparasités en février 1971, pour ceux qui étaient déjà nés, et les veaux des troupeaux vus en novembre 1971 avaient été déparasités en juillet et même en février pour les plus vieux.

Les chiffres semblent traduire de façon objective un effet favorable du déparasitage,

effet perçu par ailleurs et signalé avec insistance par les paysans.

En effet le pourcentage de veaux par rapport aux vaches augmente entre 1969 et 1971 de façon sensible (45,6 au lieu de 39) et la mortalité des veaux marque une régression de 25 p. 100 (29,8 contre 39,9).

Il est bien évident qu'il convient d'être prudent dans l'interprétation des chiffres relevés, mais on ne peut manquer de noter l'influence favorable d'un déparasitage dont on sait cependant qu'il n'a pu être réalisé dans les meilleures conditions; ce déparasitage, en effet, a

été réalisé en deux passages d'équipes au cours de l'année.

Une opération de déparasitage mieux conduite ne peut qu'aboutir à des résultats meilleurs encore. Lors de passage systématique d'équipes de déparasitage beaucoup d'animaux sont déjà morts, la plupart ne sont déjà plus des nouveau-nés. Or, la simple observation des graphiques de parasitisme montre l'obligation de traiter dès la naissance comme nous l'avons précisé ci-dessus. Plus le déparasitage sera fait précocement et meilleurs seront les résultats obtenus.

### SUMMARY

#### **Parasitism and death rate in malagasy calves. Influence of parasite control on herd composition**

The authors first recall the general results proceeding from different investigations in Madagascar, and then present a study done in a delimited territory.

Coprosopic controls from calves show an important parasitism with ascaris and strongylids, both being soon overcome by digestive strongylids.

A study of compositions of herds shows a death rate reaching 40 p. 100 of calves 0 to 6 months old, partly because of high parasitism, according to the authors. This study also shows that a systematic treatment possibly reduce that death rate of 25 p. 100 and the authors explain why they think it is very possible to get more better results.

### RESUMEN

#### **Parasitismo y mortalidad en los terneros de Madagascar. Influencia de la lucha contra los parásitos en la composición de las manadas**

Los autores recuerdan los resultados generales obtenidos durante encuestas parasitológicas en Madagascar y presentan un estudio efectuado en una región delimitada.

Las comprobaciones coprosopicas de los terneros muestran un parasitismo importante dominado por la ascariidosis que se complica por una estrongiloidosis, luego substituidas por las estrongilas digestivas. Un estudio de composición de las manadas muestra una mortalidad llegando a 40 p. 100 de los terneros de 0 à 6 meses de edad, que los autores atribuyen por parte al parasitismo elevado.

Este estudio muestra tambien que una lucha sistemática contra los parásitos pudo disminuir dicha mortalidad de 25 p. 100 y los autores explican por qué se puede esperar obtener mejores resultados.

### BIBLIOGRAPHIE

1. DAYNES (P.) et BOUCHET (A.). Enquêtes helminthologiques sur les nématodoses du veau. XIX<sup>e</sup> Congrès Mondial Vétérinaire, Mexico 15-28 août 1971.
2. EUZEBY (J.). Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Paris, Vigot Frères, 1958.
3. LACROUTS (M.), TYC (J.), BERTRAND (S.), SARNIGUET (J.). Etude des problèmes posés par l'élevage et la commercialisation du bétail et de la viande à Madagascar. Tome I et II. Paris, Ministère de la Coopération, 1962.

## Essais de transmission cyclique de trypanosomes du groupe *congolense* (2<sup>e</sup> note)

par L. MAILLOT (\*)

### RESUME

Les essais de transmission cyclique de *Trypanosoma congolense* ont été poursuivis et la souche a été entretenue uniquement par voie cyclique de juillet à janvier 1971.

Un souche de trypanosomes du groupe *congolense*, ayant pour origine un stabilat d'Afrique orientale, E.A.T.R.O. 325, a été entretenue au laboratoire pendant environ 3 ans, de décembre 1967 à janvier 1971 : par transmission directe et cyclique pendant 2 ans 1/2, jusqu'en juillet 1970, ensuite uniquement par voie cyclique pendant environ 6 mois.

A partir de février 1970, sept stabilats ont été isolés à partir des différentes souches filles obtenues au cours des transmissions.

— Au cours des précédents essais de transmission cyclique — voir première note — onze animaux de laboratoire : six lapins, quatre souris et un cobaye avaient été contaminés.

— De février à mars 1970, trois animaux de laboratoire, deux souris et un lapin ont été contaminés au cours de deux essais : en février des *G. austeni* mâles infectés sur une souris ont contaminé une souris et un lapin, sur ce dernier des *G. austeni* mâles se sont infectées et ont, en mars, contaminé une souris.

— La transmission cyclique effectuée de juillet à décembre 1970 a été réalisée en 4 séries de passages successifs.

Le 28 juillet 1970, un lot de 195 tsé-tsé comprenant des *G. morsitans* et des *G. austeni* des

deux sexes a été placé sur des souris infectées, par voie directe, par des trypanosomes de la souche E.A.T.R.O. 325 : au 40 et 41<sup>e</sup> passage (*G. austeni*) et au 45 et 46<sup>e</sup> passage (*G. morsitans*). A partir du lendemain et les jours suivants, ces mouches ont été nourries sur un lapin, qui, examiné le 7 septembre, présentait des *T. congolense* dans le sang; il est resté positif jusqu'au 9 novembre (la contamination a eu lieu sans doute au plus tôt le 13 août).

2<sup>e</sup> série. A partir du 9 septembre 1970, un lot de 309 tsé-tsé (*G. morsitans* des deux sexes, des mâles de *G. austeni* et quelques mâles de *G. tachinoides*) est placé sur ce lapin et le 5 octobre sur 20 souris neuves dont 8 s'infectent (les examens sont positifs à partir du 20 octobre) la dernière survivante des souris infectées est morte le 1<sup>er</sup> février 1971. Au cours de ces deux séries de passage, seules les *G. morsitans* mâles ont à l'examen présenté de l'infection salivaire, et seules des *G. morsitans* mâles seront utilisées dans les essais suivants.

3<sup>e</sup> série. 155 *G. morsitans* mâles sont placées le 22 octobre sur les souris contaminées au cours de l'essai précédent et le 16 novembre sur 7 souris neuves dont 6 s'infectent (examen positif le 25 novembre), ces souris meurent accidentellement le 3 décembre des suites de leur anesthésie au nesdonal.

(\*) Avenue Ernest Reyer, 43, 75014 Paris.

4<sup>e</sup> série. 92 *G. morsitans* mâles sont placées le 3 décembre sur les dernières souris contaminées et le 30 décembre sur cinq souris neuves, deux souris sur cinq présentent des trypanosomes le 8 janvier (la souche est alors à son 50<sup>e</sup> passage) et meurent accidentellement des suites d'anesthésie le 12 janvier.

Le 12 janvier 1971, 87 *G. morsitans* mâles sont gorgées sur ces deux souris et sont placées le 1<sup>er</sup> février sur six souris neuves, celles-ci 22 jours après ne présentaient pas de trypanosomes.

— Le taux d'infection salivaire observé à l'examen des différents lots était le suivant :

— 1<sup>er</sup> lot : 195 mouches utilisées, 178 examinées. *G. austeni* 0/120, *G. morsitans* femelles 0/29, *G. morsitans* mâles 2/29 soit 6,8 p. 100.

— 2<sup>e</sup> lot : 309 mouches utilisées, 261 examinées : *G. austeni* et *G. tachinoides* 0/128, *G. morsitans* femelles 0/3, mâles 6/130 soit 4,6 p. 100.

— 3<sup>e</sup> lot : 155 mouches : 15/133 soit 11 p. 100.

— 4<sup>e</sup> lot : 92 mouches : 2/82 soit 2,4 p. 100.

— Au dernier essai d'infestation du 12 janvier, un seul cas d'infection salivaire est noté pour 65 mouches examinées.

— L'échec de ce dernier essai peut être attribué au nombre peut-être trop faible de mouches utilisées dans les deux derniers essais, mais surtout au petit nombre de souris, cinq seulement utilisées dans l'épreuve précédente et éventuellement à une baisse de la virulence de la souche ou à l'affaiblissement de son aptitude à infecter la tsé-tsé.

#### SUMMARY

##### Cyclic transmission trials of *Trypanosoma* of *congolense* group. Second note

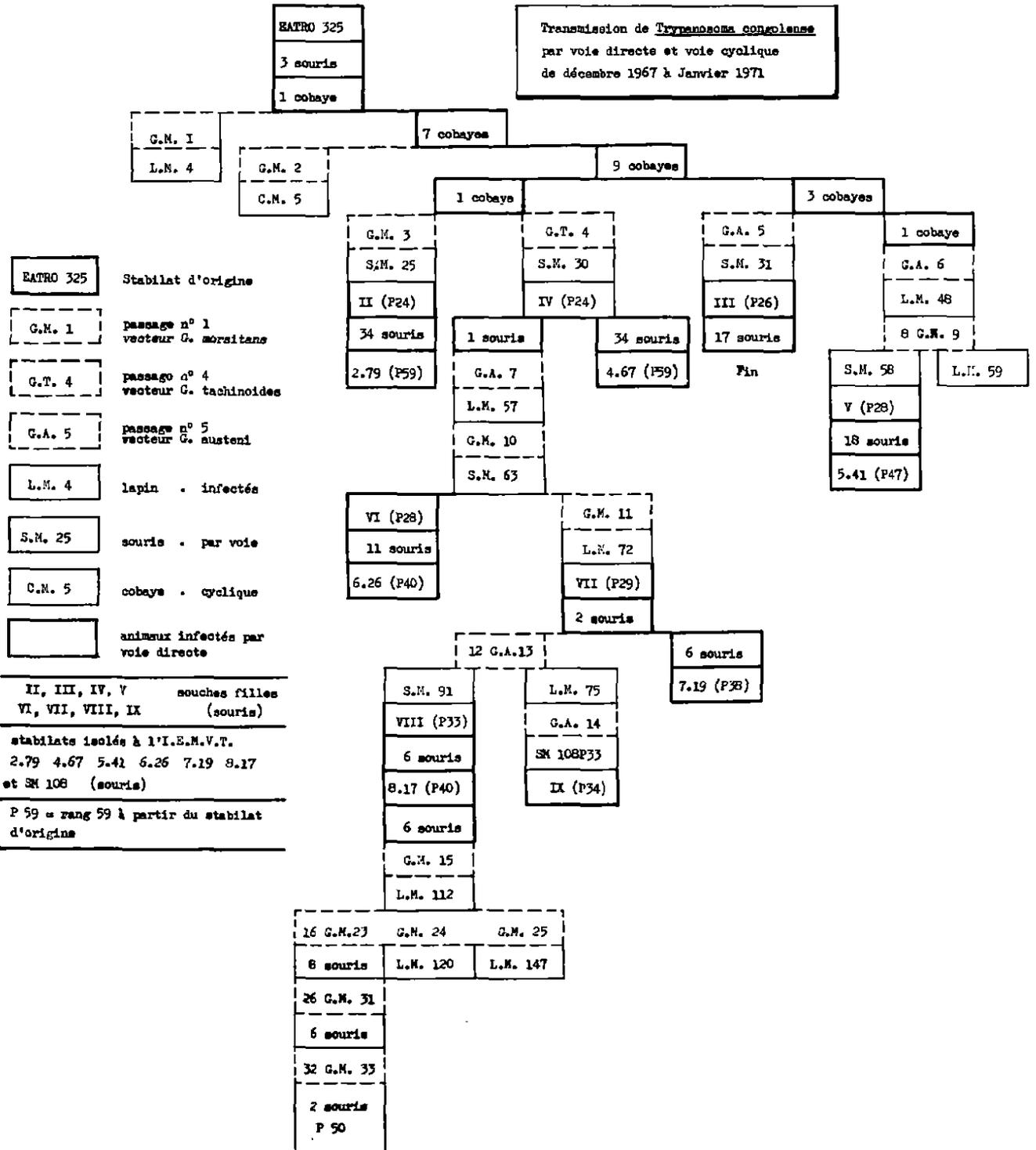
Cyclic transmission trials of *Trypanosoma congolense* were carried on and the strain was maintained only by cyclic way from July 1970 to January 1971.

#### RESUMEN

##### Ensayos de transmisión ciclica de tripanosomos del grupo *congolense*. Segunda nota

Se persiguieron los ensayos de transmisión ciclica de *Trypanosoma congolense* y se mantuvo la cepa unicamente por via ciclica desde julio de 1970 hasta enero de 1971.

Transmission de Trypanosoma congolense  
par voie directe et voie cyclique  
de décembre 1967 à Janvier 1971



# Etude sur la composition moyenne de troupeaux de bovins de Haute-Volta et de Côte d'Ivoire en fonction de l'âge et du sexe

par R. GIDEL (\*)

## RESUME

Après avoir indiqué brièvement les conditions dans lesquelles cette étude a pu être réalisée, les résultats sont exposés et discutés. Il apparaît que :

- la composition moyenne des troupeaux ne varie en général que faiblement d'une région à l'autre, malgré les conditions écologiques souvent très différentes;
- le pourcentage d'animaux âgés de dix ans ou plus est faible (6 p. 100 sur l'ensemble);
- les sujets mâles représentent en moyenne le quart de l'effectif du troupeau, mais ce pourcentage varie considérablement avec l'âge (47 p. 100 jusqu'à deux ans; 1,4 p. 100 après neuf ans).

Il semble donc établi que, contrairement à certaines affirmations traditionnelles, les éleveurs savent commercialiser leurs animaux âgés et que les causes de la faible productivité des troupeaux soient à rechercher ailleurs, notamment dans la présence à peu près générale de la brucellose dans toutes les régions où cette affection a été recherchée.

## INTRODUCTION

Au cours des six enquêtes que nous avons effectuées, dans des zones géographiques très différentes, sur l'épidémiologie de la tuberculose bovine, nous avons pris soin de noter l'âge des 9.964 bovins tuberculés, dans le but d'étudier l'incidence éventuelle de l'âge sur la fréquence de la maladie (GIDEL et collab., 1969). Nous avons été alors frappés de constater que, quelle que soit la région, il était exceptionnel de rencontrer des sujets mâles âgés, hormis ceux conservés pour la reproduction. Cette observation allait à l'encontre de l'opinion largement répandue selon laquelle les éleveurs, même avertis, se refusent à se séparer de leurs animaux âgés. Nos enquêtes ayant

été réalisées par sondage aléatoire et dans des régions très variées, il nous a paru intéressant d'étudier et de comparer la structure des troupeaux dans ces différentes régions. Ce sont les résultats de cette étude que nous exposons ci-dessous.

## METHODES D'ETUDES

### Régions prospectées

Ce sont celles qui avaient été choisies pour l'étude sur l'épidémiologie de la tuberculose. Elles sont au nombre de six, situées entre les quatrième et quinzième degrés de latitude Nord :

- Zone de savane sahélienne (région de Dori, en Haute-Volta).
- Zone de savane soudanienne (région de Dédougou, en Haute-Volta).

(\*) Docteur Vétérinaire, s/Section Zoonoses du Centre Muraz, O.C.C.G.E., B.P. n° 153, Bobo-Dioulasso, Haute-Volta.

- Zone de savane sud-soudanienne (région de Gaoua en Haute-Volta).
- Zone de savane guinéo-soudanienne (région de Boundiali, en Côte d'Ivoire).
- Zone de forêt (région de Daloa - Gagnoa, en Côte d'Ivoire).
- Zone côtière (région de Sassandra, en Côte d'Ivoire).

Les caractères de ces régions ont été décrits dans l'article consacré à l'exposé des résultats des enquêtes tuberculiques (GIDEL et collab., loc. cit.), sauf en ce qui concerne celle de Gaoua, qui n'avait pas été incluse dans cette étude.

La région de Gaoua est située au sud-ouest de la Haute-Volta, entre les dixième et onzième degrés de latitude Nord et les troisième et quatrième degrés de longitude Ouest. C'est une zone volcanique ancienne, se présentant comme une pénéplaine, dont l'aspect général est celui d'une savane arborée. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1.200 mm, et on y rencontre quelques rares cours d'eau. L'ethnie majoritaire est représentée par les Lobis, surtout agriculteurs et chasseurs, très attachés aux traditions, farouchement indépendants, et vivant sous un régime matriarcal. Il s'ensuit que l'élevage des bovins, bien qu'assez largement répandu, ne joue pas le rôle économique qui devrait être le sien eu égard à son importance numérique. Cet élevage constitue surtout en fait une « monnaie de compte », particulièrement utilisée à l'occasion des mariages, et sa productivité importe peu en général. Du point de vue ethnologie, on retiendra que dans les deux premières régions prospectées (Dori et Dédougou) nous avons eu à faire exclusivement à des zébus tandis que dans les quatre autres régions (Gaoua, Boundiali, Daloa, Gagnoa et Sassandra) nous n'avons rencontré que des taurins.

### Choix des animaux

Selon la densité du cheptel dans les régions prospectées, la totalité des animaux, ou seulement un certain nombre d'entre eux, ont été contrôlés. Dans ce cas, le choix en était fait par sondage aléatoire. On procédait à un tirage au sort parmi les villages de la région intéressée, de façon à en retenir une vingtaine. Dans chaque village ainsi choisi, tout le cheptel était contrôlé.

### Evaluation de l'âge

Cette évaluation a été faite par confrontation des quatre critères suivants, l'importance accordée à chacun d'entre eux pouvant varier selon les circonstances :

- Les commémoratifs fournis par les propriétaires ou les bergers;
- L'aspect général de l'animal;
- L'examen de la dentition;
- L'examen des cornes.

L'évaluation ainsi faite était suffisante pour pouvoir classer les animaux par groupe d'âge.

### Groupes d'âge adoptés

Les animaux ont été classés dans les cinq groupes d'âge suivants :

- Groupe 1 : animaux de 1 à 11 mois.
- Groupe 2 : animaux de 12 à 23 mois.
- Groupe 3 : animaux de 2 à 5 ans.
- Groupe 4 : animaux de 6 à 9 ans.
- Groupe 5 : animaux de 10 ans et plus.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Répartition des animaux par groupe d'âge selon les régions

Cette répartition est indiquée dans le tableau I et représentée par l'histogramme 1 où nous n'avons retenu que le pourcentage moyen et les pourcentages extrêmes (Dori, Gaoua, Boundiali).

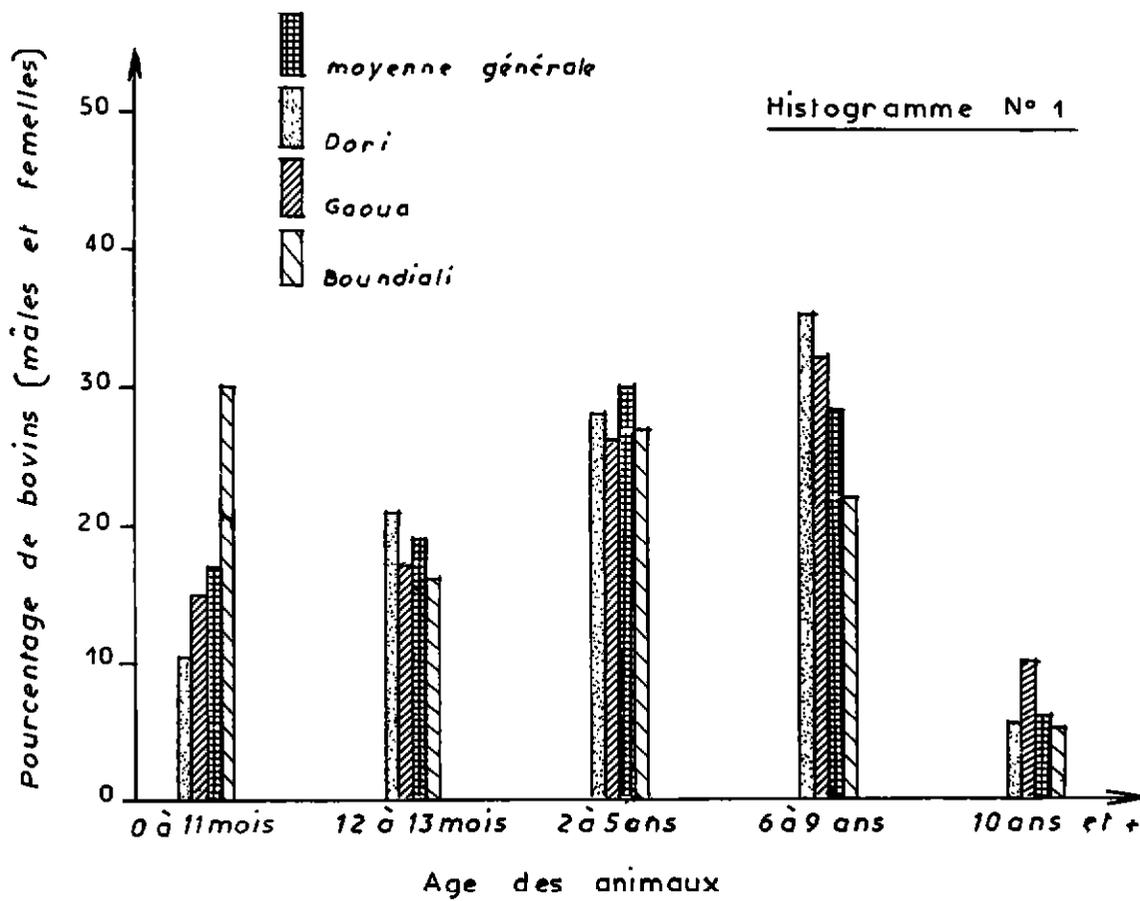
L'étude de ce tableau et de cet histogramme montre que les différences les plus prononcées concernent les groupes d'âge 1, 4 et 5.

Pour le groupe d'âge 1, les différences observées (Dori : 10,7 p. 100; Boundiali : 30 p. 100) ne doivent pas être considérées comme significatives, car l'époque de l'année où a lieu les naissances joue un rôle déterminant et les dates de ces naissances sont elles-mêmes influencées par les conditions écologiques propres à chaque région. D'ailleurs, le fait que, pour le groupe 2, les différences observées soient négligeables confirme cette hypothèse.

En ce qui concerne le groupe d'âge 4, les pourcentages plus élevés observés à Dori (35 p. 100) et Gaoua (31,9 p. 100) par rapport

TABLEAU N° I  
 Pourcentage d'animaux par groupe d'âge selon les régions.

Régions prospectées	Nombre total d'animaux contrôlés	Nombre et pourcentage d'animaux par groupe d'âge									
		0 à 11 mois groupe 1		12 à 23 mois groupe 2		2 à 5 ans groupe 3		6 à 9 ans groupe 4		10 ans et + groupe 5	
		Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100	Nombre	p.100
Dori (H.V.)	2.231	239	10,7	468	21,0	617	27,7	781	35,0	126	5,6
Dédougou (H.V.)	2.432	304	12,5	522	21,5	813	33,4	619	25,5	174	7,1
Gaoua (H.V.)	1.428	217	15,2	240	16,8	370	25,9	456	31,9	145	10,2
Boundiali (C.I.)	1.683	505	30,0	271	16,1	455	27,0	364	21,6	88	5,2
Daloa et Gagnoa (C.I.)	613	128	20,9	106	17,3	222	36,2	141	23,0	16	2,6
Sassandra (C.I.)	577	130	22,5	80	13,9	187	32,4	162	28,1	18	3,1
Total	8.964	1.523	17,0	1.687	18,8	2.664	29,7	2.523	28,1	567	6,3



Histogramme 1. — Répartition des animaux par groupe d'âge selon les régions.

TABLEAU N° II

Influence de l'âge sur la répartition des sexes selon les régions prospectées.

Régions prospectées		Animaux contrôlés			Age des animaux														
					0 à 11 mois groupe 1			12 à 23 mois groupe 2			2 à 5 ans groupe 3			6 à 9 ans groupe 4			10 ans et + groupe 5		
		M.	F.	T.	M.	F.	T.	M.	F.	T.	M.	F.	T.	M.	F.	T.	M.	F.	T.
Dori	Nombre	572	1659	2231	121	118	239	205	263	468	214	403	617	32	749	781	0	126	126
(H.V.)	p.100	25,6	74,4	100,0	50,6	49,4	100,0	43,8	56,2	100,0	34,7	65,3	100,0	4,1	95,9	100,0	0,0	100,0	100,0
Dédougou	Nombre	602	1830	2432	152	152	304	247	275	522	176	637	813	25	594	619	2	172	174
(H.V.)	p.100	24,8	75,2	100,0	50,0	50,0	100,0	47,3	52,7	100,0	21,6	78,4	100,0	4,0	96,0	100,0	1,1	98,9	100,0
Gaoua	Nombre	405	1023	1428	94	123	217	109	131	240	153	217	370	46	410	456	3	142	145
(H.V.)	p.100	28,4	71,6	100,0	43,3	56,7	100,0	45,4	54,6	100,0	41,4	58,6	100,0	10,1	89,9	100,0	2,1	97,9	100,0
Boundiali	Nombre	447	1236	1683	231	274	505	129	142	271	81	374	455	6	358	364	0	88	88
(C.I.)	p.100	26,6	73,4	100,0	45,7	54,3	100,0	47,6	52,4	100,0	17,8	82,2	100,0	1,6	98,4	100,0	0,0	100,0	100,0
Daloa et Gagnoa (C.I.)	Nombre	149	464	613	62	66	128	54	52	106	26	196	222	7	134	141	0	16	16
	p.100	24,3	75,7	100,0	48,4	51,6	100,0	50,9	49,1	100,0	11,7	88,3	100,0	5,0	95,0	100,0	(1)	(1)	(1)
Sassandra (C.I.)	Nombre	167	410	577	57	73	130	37	43	80	64	123	187	6	156	162	3	15	18
	p.100	28,9	71,1	100,0	43,8	56,2	100,0	46,3	53,7	100,0	34,2	65,8	100,0	3,7	96,3	100,0	(1)	(1)	(1)
Total	Nombre	2342	6622	8964	717	806	1523	781	906	1687	714	1950	2664	122	2401	2523	8	559	567
	p.100	26,1	73,9	100,0	47,1	52,9	100,0	46,3	53,7	100,0	26,8	73,2	100,0	4,8	95,2	100,0	1,4	98,6	100,0

(1) = effectifs insuffisants pour exprimer les pourcentages.

aux autres régions et au pourcentage moyen global (28,1 p. 100) ne s'expliquent pas de la même façon.

Pour Dori, région sahélienne d'élevage, il faut rechercher une explication dans la croissance plus lente des animaux due aux conditions climatiques très dures, au manque de pâturages et aux difficultés d'abreuvement au cours de la longue saison sèche, ce qui fait que les animaux arrivent plus tardivement à l'âge adulte où ils sont commercialisés. D'ailleurs à Dédougou, région peuplée également uniquement de zébus, mais aux pâturages plus riches, le pourcentage d'animaux appartenant au groupe 4 est de 25,5 p. 100. Pour Gaoua, au contraire, l'explication à invoquer est le manque d'intérêt que les populations de cette région portent à leurs animaux (voir le chapitre : « régions prospectées »).

Enfin, pour le groupe 5, le pourcentage nettement plus élevé (10,2 p. 100) observé à Gaoua par rapport aux autres régions et au pourcentage moyen global (6,3 p. 100) s'explique de la même façon.

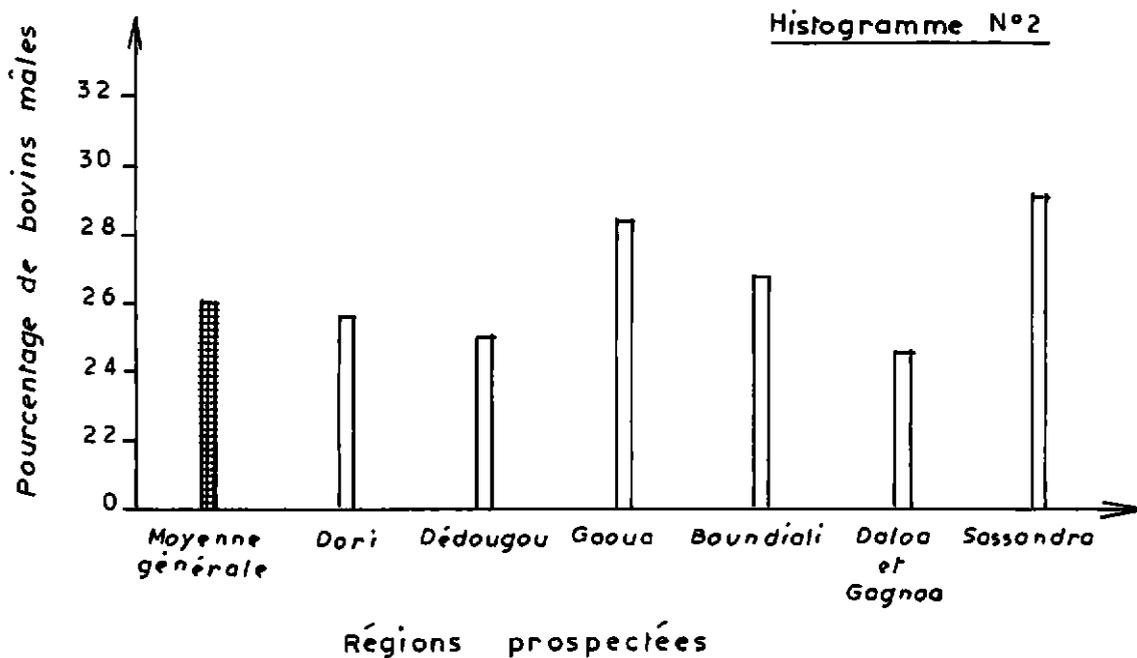
#### Variations du pourcentage de sujets mâles selon les régions

Précisons tout d'abord ce que nous enten-

dons par sujets mâles. Il peut s'agir soit de bœufs, soit de taureaux, car l'expérience nous a montré que les éleveurs connaissent la pratique de la castration, même s'ils n'en usent pas systématiquement. Jusqu'à 5 ans (et en particulier chez les animaux du groupe 3), on peut rencontrer des sujets castrés et non castrés. Par contre, après 5 ans la plupart des animaux mâles sont des taureaux conservés pour la reproduction.

#### Variations du pourcentage moyen

Elles sont indiquées au tableau II et représentées par l'histogramme 2. De leur examen, il ressort que les troupeaux comprennent environ 75 p. 100 de femelles et 25 p. 100 de mâles. Les variations d'une région à l'autre sont de faible amplitude et sans signification pratique. (Pourcentage moyen : 26,1 p. 100; pourcentage minimal : 24,3 p. 100 à Daloa et Gagnoa; pourcentage maximal : 28,9 p. 100 à Sassandra). On peut cependant noter que les deux régions où le pourcentage de sujets mâles est supérieur à la moyenne sont celles de Gaoua (28,4 p. 100), où l'élevage est négligé et celle de Sassandra déjà citée où les troupeaux rencontrés sont essentiellement élevés dans le but de produire du fumier animal pour les plantations.



Histogramme 2. — Variations du pourcentage de bovins mâles selon les régions.

## Variations en fonction de l'âge

Elles sont indiquées au tableau II et représentées par l'histogramme 3, où n'ont été portés que le pourcentage moyen et les pourcentages extrêmes (Gaoua et Boundiali). Des différences importantes sont observées pour le groupe d'âge 3 (pourcentage moyen : 26,8 p. 100; Gaoua : 41,4 p. 100; Boundiali : 17,8 p. 100; Daloa et Gagnoa : 11,7 p. 100) et le groupe d'âge 4 (pourcentage moyen : 4,8 p. 100; Gaoua : 10,1 p. 100; Boundiali : 1,6 p. 100).

Pour ces deux groupes, l'excès de sujets mâles par rapport au chiffre moyen concerne surtout la région de Gaoua et la raison doit en être recherchée, là encore dans la désaffection des propriétaires pour leurs animaux et l'absence de notion de productivité.

Il est en effet remarquable de constater que les différences les plus marquées existent entre les régions de Gaoua et Boundiali où les conditions climatiques sont les plus voisines et qui sont peuplées toutes deux de taurins.

## Influence de l'âge sur la répartition des sexes

Cette influence peut être observée au tableau II et sur l'histogramme 4 qui fait ressortir que c'est après deux ans que le nombre des mâles diminue alors que celui des femelles augmente au sein du troupeau (groupe 2, mâles : 46,3 p. 100 et femelles : 53,7 p. 100; groupe 3, mâles : 26,8 p. 100 et femelles : 73,2 p. 100). Au-delà de cinq ans, plus de 95 p. 100 des animaux rencontrés sont des femelles et les mâles ne représentent qu'une infime partie des animaux les plus âgés (1,4 p. 100 des sujets âgés de 10 ans et plus).

## CONCLUSION

Cette étude n'a pas d'autre but que d'essayer de tirer profit des renseignements que nous avons pu recueillir au cours de nos enquêtes tuberculiques.

Il en ressort que :

— La composition moyenne des troupeaux par groupe d'âge est sensiblement identique dans les différentes régions prospectées, hormis certaines variations tenant à des conditions

écologiques particulières. Ce sont les groupes d'âge 3 et 4 (animaux de 2 à 9 ans) qui sont les mieux représentés et ils constituent 58 p. 100 des troupeaux. Le pourcentage d'animaux âgés de dix ans ou plus est faible (6 p. 100 en moyenne).

— Le pourcentage de sujets mâles dans un troupeau est sensiblement constant et représente en moyenne le quart de l'effectif.

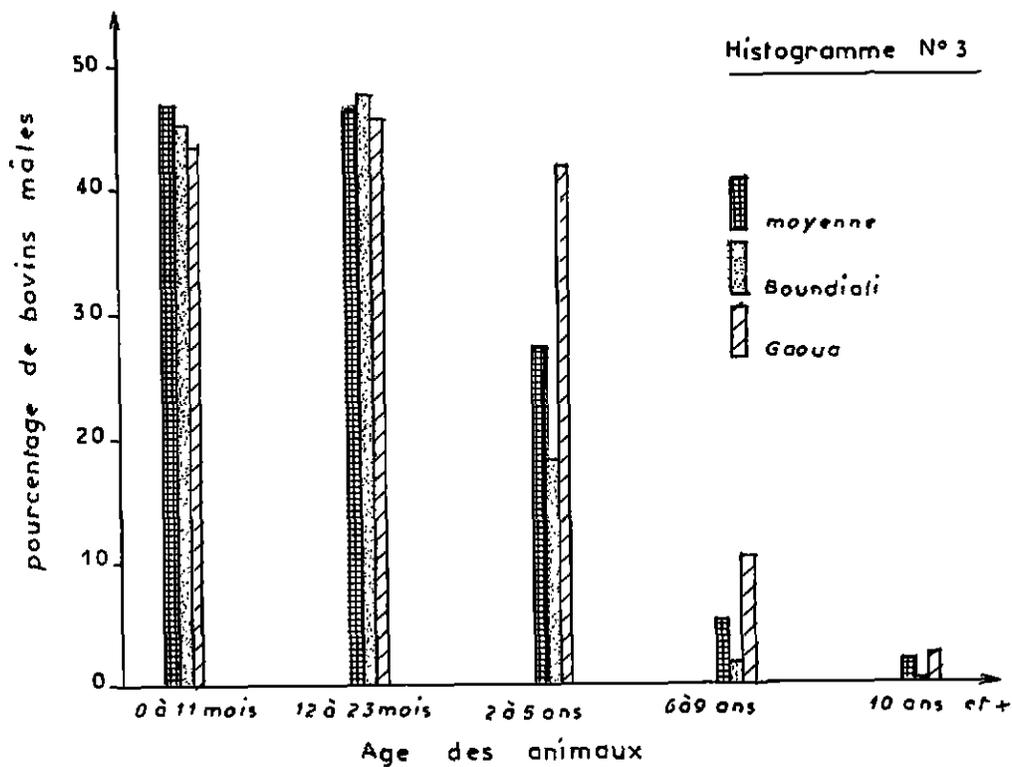
— Ce pourcentage est cependant très variable d'un groupe d'âge à l'autre. Jusqu'à deux ans, on rencontre presque autant de mâles que de femelles avec cependant un léger excès en faveur de ces dernières (53 p. 100). Puis le pourcentage de femelles augmente régulièrement (groupe 3 : 73,2 p. 100; groupe 4 : 95,2 p. 100; groupe 5 : 98,6 p. 100).

— Les variations observées entre les régions, tant en ce qui concerne la répartition des animaux par groupe d'âge, que le pourcentage de sujets mâles au sein des troupeaux, ne sont pas liées aux ethnies animales, car on n'observe aucune différence entre zébus et taurins, mais plutôt à la vocation des habitants en matière d'élevage.

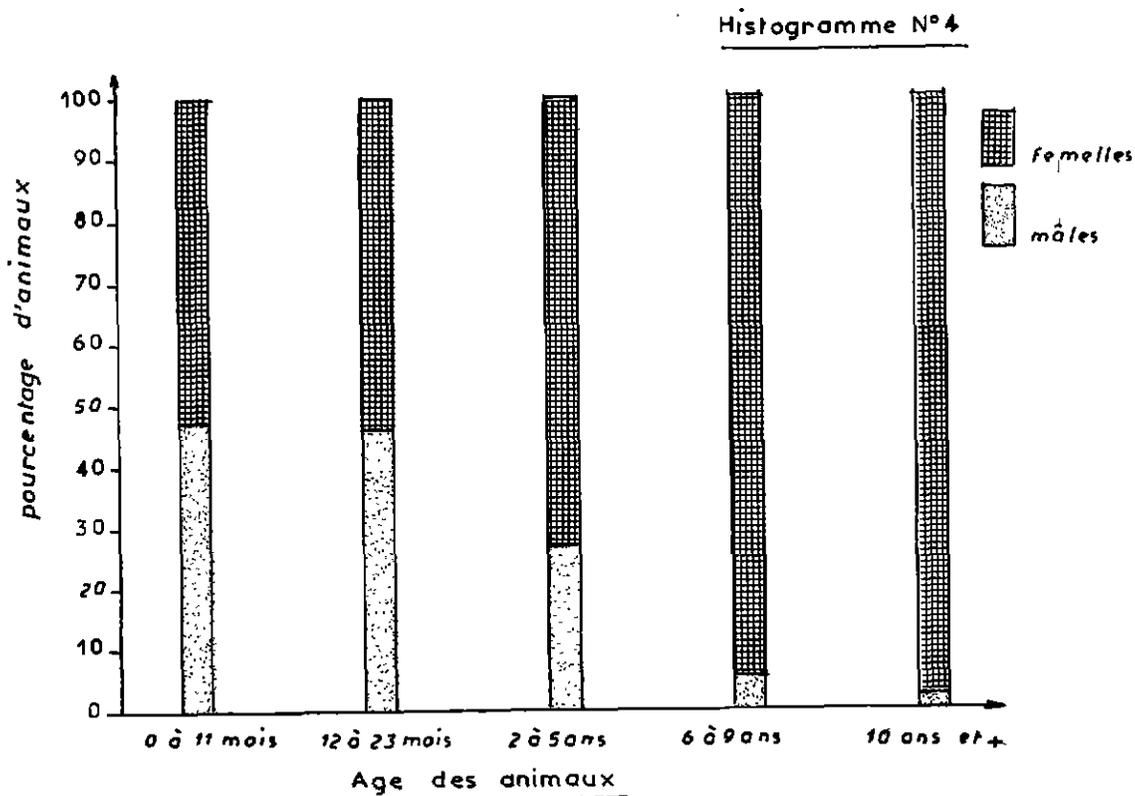
En définitive, il apparaît que, contrairement à l'opinion répandue, mais erronée, les éleveurs attachent beaucoup d'importance à la composition de leurs troupeaux et assurent une commercialisation normale en vendant les sujets mâles dès qu'ils ont atteint la taille adulte et en ne conservant que ceux destinés à assurer la reproduction. On ne rencontre finalement pas plus d'animaux âgés que dans bien des exploitations françaises et, comme pour ces dernières, il s'agit la plupart du temps de femelles qui ont été de bonnes reproductrices et dont l'éleveur hésite à se séparer.

Il semble donc qu'il faille chercher ailleurs que dans une mauvaise commercialisation les raisons de faible productivité des troupeaux en Afrique. En fait, celles-ci doivent être variées : nourriture insuffisante en saison sèche, carences diverses ralentissant la croissance et responsables de stérilité, mortalité des jeunes, etc.

Des facteurs pathologiques doivent également intervenir : la vaste étude que nous avons entreprise sur l'épidémiologie de la brucellose nous montre déjà que cette affection existe dans toutes les régions où nous l'avons recherchée. Or, si la brucellose est une cause fréquente



Histogramme 3. — Variations du pourcentage de bovins mâles en fonction de l'âge, selon les régions.



Histogramme 4. — Influence de l'âge sur la répartition des sexes.

d'avortements ou de stérilité, elle ne détermine pas la mort et de ce fait elle est considérée par les éleveurs comme une affection mineure dont ils ne soupçonnent pas l'incidence sur la productivité de leurs troupeaux, dont la rentabilité, déjà faible, devient alors nulle.

### Remerciements

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

— Monsieur le docteur BARBIE, Chef du Service de Documentation de l'O.C.C.G.E.

— Monsieur le docteur ALBERT, Chef de la Section Biologie du Centre MURAZ.

— Monsieur SALES, Adjoint au Chef du Service de Documentation de l'O.C.C.G.E.

— Messieurs les infirmiers A. CISSE et M. SIMPORE, de la S/Section Zoonoses du Centre MURAZ.

### SUMMARY

#### A study of the age and sex composition of cattle herds in Upper Volta and the Ivory Coast

The conditions under which this study was performed are briefly described and the results are presented and discussed.

It was found that :

1. The composition of the herds does not, generally, vary from one region to another despite the different ecological conditions frequently found.
2. There is a small percentage of ten years or older animals (6 p. 100 of the total).
3. Males, on the average, comprised one quarter of the herds, but this percentage varied considerably with age (47 p. 100 less than two years; 1,4 p. 100 older than nine years).

It is surmised that, contrary to certain traditional beliefs, the cattle breeders know how to effectively sell their older animals. The causes of poor herd productivity must be further evaluated, especially in the areas where brucellosis is being studied.

### RESUMEN

#### Estudio sobre la composición media de manadas de bovinos de Alta-Volta y de Costa de Marfil según la edad y el sexo

El autor indica brevemente las condiciones de realización de este estudio y expone y discute los resultados.

La composición media de las manadas generalmente varía poco según la región, a pesar de las condiciones ecológicas a menudo muy diferentes.

El porcentaje de animales de dos años de edad o más es poco importante (6 p. 100 del conjunto).

Los machos representan por término medio el cuarto de la manada, pero este porcentaje varía mucho según la edad (47 p. 100 hasta dos años; 1,4 p. 100 después de nueve años).

En contra ciertas afirmaciones tradicionales, parece que los ganaderos saben comercializar sus bovinos viejos. Se necesita buscar fuera las causas de la productividad poco importante de las manadas, particularmente en las regiones donde se encuentra la brucelosis.

### BIBLIOGRAPHIE

DUMAS (R.) et LHOSTE (Ph.). Les signes de l'âge chez le zébu. Etude des incisives de remplacement. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (3): 357-363.

GIDEL (R.) et ALBERT (J.P.). Résultats d'une enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans la région de Gaoua en Haute-Volta. *Rapport ronéotypé centre Muraz*

(O.C.C.G.E.), à Bobo-Dioulasso, Haute-Volta, 1970, n° 4.673 : Doc, II p.

GIDEL (R.), ALBERT (J.P.) et RETIF (M.). Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans diverses régions d'Afrique Occidentale (Haute-Volta et Côte d'Ivoire). Résultats et considérations générales. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (3): 337-355.

# Embouche de zébus malgaches

## Essais complémentaires

par H. SERRES (\*), E. MEISSONNIER (\*\*), G. GODET (\*\*)

### RESUME

Trois essais d'engraissement court, effectués chacun sur 100 bovins, sont relatés. Il est montré que l'adjonction de vitamines et d'oligo éléments aux rations utilisées est de peu d'intérêt. Un anabolisant améliore les performances. Il est inutile de couvrir les parcs d'embouche en saison sèche, et la couverture n'est sans doute pas rentable en saison des pluies. Les besoins azotés ne posent pas de problème car ils sont faibles.

Les vaches de réforme peuvent être engraisées avec de bons résultats.

L'intérêt de l'engraissement en parc est beaucoup plus grand en saison sèche qu'en saison des pluies.

Le problème de la tuberculose reçoit une solution économiquement plus favorable par l'élimination des animaux contagieux (examen clinique + sérologie) que par l'emploi de la tuberculation.

Dans un travail précédent (6), plusieurs essais d'engraissement des zébus malgaches ont été décrits. Ils ont permis d'établir que cet animal pouvait très bien s'adapter à un engraissement en parc, et que pour obtenir des résultats intéressants il convenait de traiter des animaux de 5 à 8 ans, pendant une période n'excédant pas 4 mois. De cette manière on obtient des gains de poids de l'ordre de 700 g par jour avec un indice de consommation voisin de 9, et des carcasses proches de 200 kg.

Dans une série complémentaire d'essais, réalisés au Centre de Miadana, près de Majunga, on a tenté de préciser un certain nombre de points capables d'améliorer les performances et par conséquent l'économie de l'opération.

Les résultats détaillés ont fait l'objet de rap-

ports par MEISSONNIER (4), MEISSONNIER et GODET (5), GODET (3).

### PRINCIPE DES PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

On utilise pour chaque essai 100 animaux qui sont répartis en 10 lots de 10 équivalents. 9 de ces lots sont soumis à un dispositif expérimental associant deux facteurs, dont l'un est toujours alimentaire, et parfois les deux. Les lots entrent dans le schéma suivant qui comporte trois modalités pour chaque facteur.

TABLEAU N° I

Facteur I \ Facteur II	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
II <sub>1</sub>	Lot A	Lot D	Lot G
II <sub>2</sub>	Lot B	Lot E	Lot H
II <sub>3</sub>	Lot C	Lot F	Lot I

(\*) Adresse actuelle : I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort, France.

(\*\*) Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

Ce dispositif permet une analyse de variance à deux facteurs contrôlés, avec interaction, selon le modèle mathématique suivant :

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + C_{ij} + e_{ijk}$$

variable	=	m	+	a <sub>i</sub>	+	b <sub>j</sub>	+	C <sub>ij</sub>	+	e <sub>ijk</sub>
observée		moyenne		effet I		effet II		effet de		effet
		générale						l'interaction		résiduel
								I/II		

On étudie ainsi toute une série de chiffres relevés soit au cours de l'alimentation des animaux, soit au cours de l'analyse de leurs carcasses.

Pour le calcul des résultats économiques, on a tenu compte des performances données par tous les animaux engraisés.

Pour le calcul statistique, il était nécessaire de travailler sur des lots égaux. Or il est arrivé qu'en cours d'essai un animal dans un lot, exceptionnellement deux, durent être éliminés (mortalité, maladie, inadaptation). Les animaux que nous engraisons ont un passé pathologique inconnu qui entraîne de temps à autre un résultat aberrant. Cela nous a conduit à effectuer les tests statistiques en ne tenant compte que de 8 animaux par lot.

## METHODES

### 1. Le bétail

Les animaux proviennent de la région de Majunga où ils sont achetés soit directement chez les éleveurs, soit sur des marchés à bétail. On choisit de préférence des bœufs de 5 à 9 ans, en apparence bonne santé, d'un poids avoisinant 300 kg. Cela n'est pas toujours facile, car les vendeurs proposent souvent des lots qu'ils ne veulent pas dissocier. Les animaux sont acheminés à pied vers le Centre par des bouviers.

A leur arrivée, ils sont stockés dans un paddock de pâturage naturel jusqu'à ce que le nombre requis soit atteint.

Pour l'un des essais on a utilisé des bouvillons nés au Centre de Miadana, et des vaches de réforme soit du Centre, soit achetées comme les bœufs.

La période d'adaptation commence alors. Les animaux sont mis en parc, numérotés par marque à feu à la corne gauche (face posté-

rieure) ce qui est indolore et se pratique sur l'animal debout au couloir. L'extrémité des cornes est coupée sur 5 cm de longueur environ. Ils sont immédiatement déparasités, vaccinés contre les charbons et tuberculins. Une prise de sang permet un diagnostic sérologique de tuberculose, complété par un examen clinique. Les animaux suspects cliniquement ou à sérologie positive sont immédiatement éliminés. Le résultat de la réaction tuberculique n'est qu'indicatif.

Les animaux sont pesés, et mesurés.

Ils sont dès lors distribués en lots équivalents de dix têtes. La nourriture prévue par les protocoles leur est distribuée progressivement afin d'éviter des refus trop importants qui entraîneraient du gaspillage.

### 2. Le dispositif expérimental

Les parcs ont tous une forme carrée de 10 m × 10 m, ce qui donne 10 m<sup>2</sup> par tête. Le sol est bétonné avec une pente de 2 p. 100 et sans litière. L'enlèvement des bousats se fait journallement à la pelle.

Chaque parc est entouré d'une barrière métallique solide faite de poteaux IPN de 80 tous les deux mètres et de cinq lisses en tubes métalliques de 40 × 49 mm.

Un jeu de portes met en relation les différents parcs avec un couloir de forçage où se font les interventions sur les animaux, et qui conduit à la bascule.

Deux parcs de dégagement permettent de faire passer tous les animaux au couloir sans difficulté. (Voir schéma). Chaque parc comporte une mangeoire en bois de 10 m de long, soit 1 m par bœuf avec un système de cornadis. Les mangeoires sont toutes accessibles à l'extérieur pour la distribution des aliments.

Un abreuvoir de deux mètres de long dans chaque parc permet le contrôle de la consommation d'eau.

# PARC D'EMBOUCHE

## PLAN GENERAL

ECHELLE 1 : 300

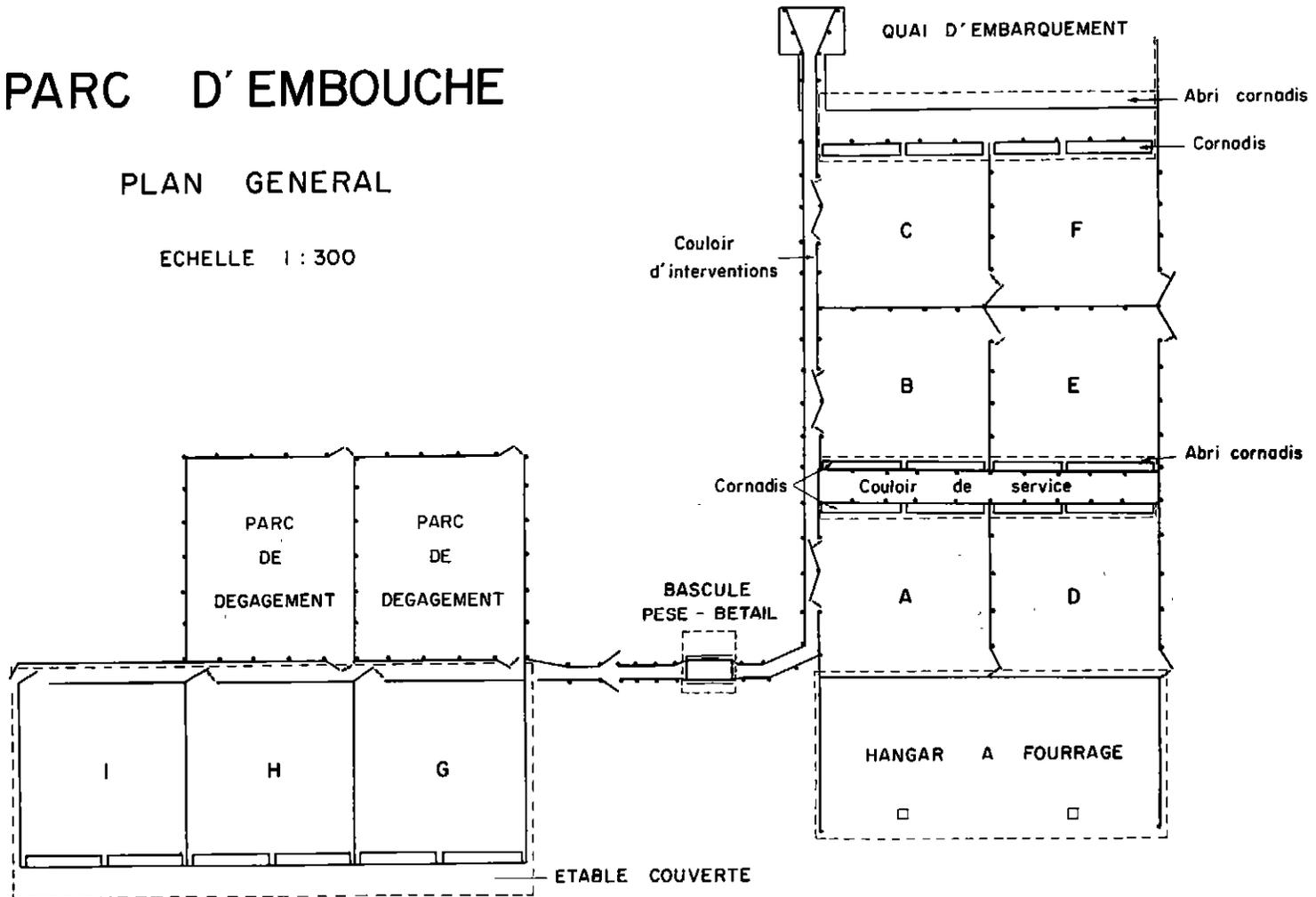


TABLEAU N° II

En g par kg de produit brut	Farine basse	Son fort	Manioc sec	Tourteau de coton	Graines de coton	Paille de riz	Foin naturel	Mélasses de canne	Ensilage sorgho	Pennisetum vert
Matière sèche	914	915	908	950	925	917	926	740	341	220
Matières grasses	145,4	81,7	6,7	77,8	117,5	9,9	9	0	4,8	3
Matières azotées brutes	122,2	94,1	22,3	415,3	176,5	60,3	32	32	27,6	11
Cellulose brute	52,8	129,0	15,1	100,3	260	324,3	371	0	78,1	90
Matières minérales	77,3	128,9	36,2	68,4	40,0	160,2	77	88	29,3	26
Extractif non azoté	516,3	481,3	827,7	288,2	331	362,3	437	620	201,2	90
Phosphore	14,42	6,34	0,41	12,03	4,7	0,34	0,6	0,8	0,97	0,8
Calcium	1,45	0,74	1,84	1,36	1,6	2,13	3,0	7,5	0,81	1,0
U.F./kg	1,0	0,5	1,0	0,9	1,0	0,24	0,39	0,70	0,30	0,13

Trois parcs sont entièrement couverts alors que les six autres sont en plein air, les mangeoires seulement se trouvant abritées. Cela permet une étude de l'influence de l'ensoleillement et des intempéries sur les animaux en engraissement.

Un paddock de 40 hectares de pâturage naturel (*Hyperthelia dissoluta*, *Heteropogon contortus*, *Chrysopogon montanus*, *Aristida rufescens*) de bonne qualité moyenne, doté d'un point d'eau permanent est mis à la disposition du lot témoin J. Il se trouve ainsi dans des conditions tout à fait comparables à celles des troupeaux paysans. Il permet d'apprécier l'évolution qu'auraient subie les animaux mis en parcs, si on les avait laissés en pâturage naturel. Il est évident, a priori, que les résultats seront très différents selon les saisons; les lots témoins permettront de chiffrer ces différences.

### 3. Les aliments du bétail

Pour la composition des diverses rations utilisées, plusieurs aliments de base ont été employés. Le tableau n° II en donne l'analyse bromatologique.

Les issues de riz sont achetées à la rizerie de Marovoay et sont utilisées peu de temps après leur fabrication. Le manioc sec provient de cultures industrielles pour la féculerie; ce sont les extrémités des racines qui nous ont été vendues. Les graines de coton ne sont pas délintées; en revanche le tourteau de coton est le sous produit du pressage de graines délintées. La mélasse de canne a été difficile à obtenir en raison de l'éloignement de la sucrerie et de la modicité de nos besoins. L'ensilage de sorgho a été fait à partir de culture de sorghos fourragers faite sur place et mise en silos avant la maturité des grains. La paille de riz est achetée dans les rizières des cultivateurs qui avoisinent le Centre. Le foin de prairie naturelle est récolté sur les pâturages du Centre et composé essentiellement d'*Heteropogon contortus*.

### 4. L'alimentation du bétail

Les rations se présentent toujours avec un lest suffisant, représenté dans presque tous les cas par 3 kg de paille de riz par tête et par jour ou 3 kg de foin de prairie naturelle ou 7 kg de fourrage vert préfané ou ensilé.

Pendant la période d'adaptation de 14 jours, la ration est progressivement augmentée jusqu'à 6 U.F. par tête et par jour en évitant des refus trop importants. Pendant les 28 jours suivants, la ration est maintenue à 6 U.F. par jour.

Les 28 jours suivants la ration est de 6,5 U.F. Par la suite elle est portée à 7 U.F./jour.

Pour les bouvillons et les vaches, les rations sont minorées de 1 U.F. par rapport à celles des bœufs, en raison de leur poids plus faible, soit successivement 5; 5,5; 6 U.F. par jour.

On s'est efforcé d'assurer 80 g de matières azotées digestibles par U.F. Mais comme la digestibilité de tous les aliments ne nous est pas parfaitement connue, à partir des analyses qui donnent la matière azotée brute on a pêché plutôt par excès que par défaut. Les besoins phospho-calciques sont équilibrés soit par la poudre d'os, soit par de la farine de coquillages lorsque la ration est à base de farine basse de riz, riche en phosphore.

### 5. Observations zootechniques

Sur les animaux vivants, on prend les mensurations suivantes en début et en fin d'engraissement : hauteur au garrot, hauteur au sacrum, tour de poitrine.

Les pesées sont faites tous les 14 jours et une triple pesée tous les 28 jours permet d'établir une moyenne de trois jours consécutifs, qui sert aux calculs d'indices de consommation.

Les aliments distribués sont pesés avant distribution et les refus éventuels sont pesés et enlevés journallement, ce qui permet de déterminer les consommations journalières.

Avant l'abattage, les animaux sont pesés au départ du Centre puis immédiatement avant l'abattage après transport en camion. Sur les carcasses on enregistre les poids de la carcasse chaude puis froide, les poids des quartiers séparés entre la 5<sup>e</sup> et la 6<sup>e</sup> côte, les poids des gras de rognons.

On mesure la longueur de la carcasse et l'épaisseur de la cuisse. Cela permet de donner :

$$\begin{aligned} \text{— le rendement commercial (R.C.)} &= \frac{\text{Poids au départ du Centre}}{\text{Poids de carcasse chaude}} \\ \text{— le pourcentage d'avants dans la carcasse froide (A.C.)} &= \frac{\text{Poids quartier avant froid}}{\text{Poids carcasse froide}} \\ \text{— l'indice d'état de gras (I.G.)} &= \frac{\text{Poids gras de rognons} \times 100}{\text{Poids carcasse froide}} \\ \text{— l'indice d'état de viande (I.V.)} &= \frac{\text{Poids de la carcasse froide (kg)}}{\text{Longueur de la carcasse (cm)}} \end{aligned}$$

## PREMIER ESSAI

### 1. But de l'essai

L'essai n° 1 s'est déroulé en saison sèche de juillet à octobre inclus, et pendant cette période très ensoleillée la température est élevée, surtout en septembre et octobre. L'essai a eu pour objectifs de déterminer l'influence de la mise à l'ombre des animaux et celle de l'emploi d'un anabolisant. Sur le plan nutritionnel, il visait à définir l'intérêt de la supplémentation de la ration de base par des vitamines ou par des oligo-éléments. Le schéma était le suivant :

TABLEAU N° III

	Plein air	Plein air + anabolisant	Abri
Ration de base vitamines O Oligo éléments O	A	D	G
Ration de base vitamines + Oligo éléments O	B	E	H
Ration de base vitamines O Oligo éléments +	C	F	I

Lot au pâturage naturel = J.

La ration contient pour tous les lots (sauf J) 3 kg de pailles de riz et un concentré à base de farine basse de riz selon la formulation suivante (p. 100) :

TABLEAU N° IV

Aliments	Lots	
	A, B, D, E, G, H,	C, F, I,
Farine basse de riz	97	97
Poudre de coquilles	2	
Sel	1	
Wincham Cooper		3

Le Wincham Cooper a la formule suivante :

Calcium . . . . .	23,53 p. 100
Phosphore . . . . .	0,70 p. 100
Sodium . . . . .	11,79 p. 100
Chlore . . . . .	18,21 p. 100
Magnésium . . . . .	1,50 p. 100
Fer . . . . .	0,70 p. 100
Cuivre . . . . .	200 ppm
Manganèse . . . . .	500 ppm
Cobalt . . . . .	60 ppm
Iode . . . . .	150 ppm

Il assure l'apport de calcium et de sodium en même temps que les oligo-éléments.

Les vitamines sont administrées aux lots B, E, H, par deux injections à chaque animal, à deux mois d'intervalle, d'un hydrosol contenant :

Vitamine A . . . . .	500.000 U.I.
Vitamine D . . . . .	500.000 U.I.
Vitamine E . . . . .	150 U.I.
Vitamine K . . . . .	15 mg

L'anabolisant est du triénolone acétate; deux implants, à deux mois d'intervalle, de 300 mg chacun, sont faits à chacun des bœufs des lots D, E, F.

Les caractéristiques des animaux à la mise en parc et en fin d'essai sont rassemblées au tableau V ci-après :

TABLEAU N° V

	Mensurations	Age (année et mois)	Poids en kg	Périmètre thoracique en cm	Hauteur au garrot en cm	Hauteur au sacrum en cm
Lots A à I	Moyenne en début d'expérience n = 90	7 a 7 m	307,3 ± 6,2	153,3 ± 1,6	117,1 ± 0,8	127,6 ± 0,8
	Moyenne en fin d'expérience n = 87	7 a 10 m	385,0 ± 8,4	163,3 ± 1,4	118,9 ± 0,8	127,6 ± 0,8
Lot J	Moyenne en début d'expérience n = 10	7 a 8 m	313,6 ± 43,0	152,8 ± 7,0	116,2 ± 9,0	127,2 ± 7,7
	Moyenne en fin d'expérience n = 10	7 a 11 m	300,1 ± 41,5	148,1 ± 7,4	117,1 ± 7,0	125,6 ± 7,2

Trois animaux ont dû être éliminés en cours d'essai en raison de leur inadaptation.

## 2. Résultats

Les résultats de l'engraissement poursuivi

pendant 100 jours après les 14 jours d'adaptation sont rassemblés au tableau VI. Pour chaque lot dans une première colonne sont données les principales caractéristiques de l'engraissement : gain total (kg), croît quotidien moyen (g) et indice de consommation (UF/kg de gain).

TABLEAU N°VI

(A) G = 66,3 P.C. = 202,9 Cqm = 663 R.C. = 53,3 I.C. = 9,2 A/C = 52,1 I.G. = 2,2 I.V. = 1,63	(D) G = 71,3 P.C. = 206,4 Cqm = 713 R.C. = 54,2 I.C. = 8,52 A/C = 53,1 I.G. = 1,7 I.V. = 1,70	(G) G = 65,9 P.C. = 202,6 Cqm = 659 R.C. = 53,3 I.C. = 9,69 A/C = 52 I.G. = 2,1 I.V. = 1,68
(B) G = 74,2 P.C. = 206 Cqm = 742 R.C. = 54 I.C. = 8,92 A/C = 52,6 I.G. = 1,9 I.V. = 1,72	(E) G = 75,5 P.C. = 208,6 Cqm = 755 R.C. = 56,- I.C. = 7,82 A/C = 54,1 I.G. = 1,7 I.V. = 1,73	(H) G = 62,3 P.C. = 200,3 Cqm = 623 R.C. = 53,2 I.C. = 9,77 A/C = 51,7 I.G. = 2,1 I.V. = 1,67
(C) G = 64,8 P.C. = 199,2 Cqm = 648 R.C. = 53,4 I.C. = 9,39 A/C = 52,9 I.G. = 1,7 I.V. = 1,64	(F) G = 74,6 P.C. = 205,1 Cqm = 746 R.C. = 53,8 I.C. = 8,01 A/C = 54 I.G. = 1,7 I.V. = 1,70	(I) G = 69,1 P.C. = 207,2 Cqm = 691 R.C. = 55,9 I.C. = 8,75 A/C = 52,2 I.G. = 2,1 I.V. = 1,72

G = Gain total (kg); Cqm = Croît quotidien moyen (g); I.C. = Indice de consommation;  
P.C. = Poids de la carcasse chaude (kg); R.C. = Rendement commercial;  
A/C = Pourcent d'avants dans la carcasse; I.G. = Indice de gras; I.V. = Indice de viande.

Dans une deuxième colonne, sont données les caractéristiques des carcasses : poids de carcasse chaude (kg), rendement commercial, pourcentage d'avant de la carcasse, indices de gras et de viande.

L'examen des résultats montre :

a) Que l'apport de vitamines n'entraîne qu'un gain très faible, loin d'atteindre le seuil statistique de signification. On en conclut qu'un engraissement de trois mois peut très bien se faire sans complémentation vitaminique même si la ration ne comporte pas de verdure; a fortiori, si dans la ration celle-ci figure pour une part fût-elle faible.

b) L'apport d'oligo-éléments n'a aucun effet favorable. On pouvait s'y attendre, car les recherches faites dans divers aliments du bétail à Madagascar ont montré qu'ils paraissent relativement bien pourvus. Par conséquent, il ne paraît pas nécessaire de doter les rations d'une association d'oligo-éléments, car leur prix d'achat joint à la nécessité d'assurer leur mélange accroît inutilement le prix de l'aliment distribué.

c) La mise à l'abri du soleil pendant la saison sèche n'a pas d'intérêt. Les zébus sont parfaitement adaptés à l'irradiation solaire et l'on a souvent l'impression qu'ils la recherchent plutôt qu'ils ne l'évitent. Cette observation peut s'avérer utile pour un Centre d'embouche qui n'aurait pas à prévoir la nécessité d'une couverture totale onéreuse.

d) L'emploi d'un anabolisant paraît améliorer les performances d'engraissement. Dans chacun des cas du schéma expérimental, il a permis d'obtenir des gains de poids supérieurs et un indice de consommation plus faible. Toutefois, l'analyse statistique montre que si l'on est très près du seuil de signification, on ne l'atteint pas tout à fait pour ces données.

L'analyse des carcasses donne un indice de gras plus faible et un pourcentage d'avants plus fort, et là on atteint le seuil statistique significatif.

On peut donc conclure que l'anabolisant retarde les dépôts de graisse; comme ces dépôts demandent plus d'énergie, la ration est mieux utilisée, ce qui se traduit par un meilleur indice de consommation et des croûts plus élevés.

e) Aucune interaction entre les facteurs n'a été mise en évidence.

D'une façon générale, on notera qu'au cours de cet essai les rendements commerciaux, variant de 53 à 56 p. 100, sont corrects. On a noté une perte de 19,75 kg en moyenne entre le poids au départ du Centre et celui avant abattage, ce qui est assez important. Les indices de gras compris entre 1,7 et 2,2 confirment que les animaux étaient correctement engraisés.

La couverture a été jugée dans l'ensemble assez bonne ou bonne.

### 3. Evolution de l'engraissement

Pour l'ensemble des animaux engraisés, les performances par période ont été les suivantes :

		Croît quotidien	Indice de consommation
du 21-7	au 18-8	664,2 g	7,85
du 19-8	au 14-9	927,8 g	7,26
du 15-9	au 12-10	732,8 g	9,19
du 13-10	au 29-10	273,7 g	20,8

On voit nettement que le croît quotidien passe par un maximum après 1 mois, et qu'après trois mois il diminue fortement. Comme les animaux mangent toujours autant, l'indice de consommation suit une variation inverse. Il paraît convenable d'arrêter l'engraissement 90 jours après la période d'adaptation.

### 4. Lot témoin

Pendant le même temps chaque bœuf du lot témoin, au pâturage naturel, a perdu en moyenne 11,7 kg soit 117 g par jour. Comme dans les lots engraisés les bœufs ont en moyenne pris 69,3 kg, c'est une différence de 81 kg que l'on enregistre entre les uns et les autres.

Les résultats de carcasses des animaux témoins sont les suivants :

TABLEAU N°VII

Carcasse chaude	Rendement commercial	Avants carcasse	Indice de gras	Indice de viande
133,2 kg	45,9	53,3	0,6	1,09

Ces résultats, qui correspondent à ceux des abattages courants en saison sèche, montrent tout l'intérêt de l'engraissement à cette époque de l'année.

## DEUXIEME ESSAI

### 1. But de l'essai

Ce deuxième essai s'est déroulé en saison des pluies du début de janvier au mois d'avril 1971. L'objectif était d'apprécier les résultats obtenus avec différents types d'animaux et notamment des vaches de réforme, ce qui n'avait jamais été fait. Ces vaches de réforme peuvent être achetées maigres à bas prix et cela peut rendre leur engraissement intéressant, même s'il ne donne pas les mêmes résultats que celui des bœufs.

On a donc mis en comparaison des bœufs très maigres achetés comme à l'ordinaire; des bouvillons de deux ans et demi nés au Centre et en état général moyen, mais de bonne venue puisqu'ils pesaient déjà 231 kg de moyenne, ce qui n'est pas le cas pour des animaux du même âge achetés sur les marchés; des vaches âgées maigres ayant entre 8 et 15 ans, la moyenne se situant à 13 ans, provenant d'achats à l'extérieur et des troupeaux du Centre.

On a, en même temps, testé deux rations. L'une était composée de manioc sec, de graines de coton, d'ensilage de sorgho et de *Pennisetum* vert. L'autre comportait de la farine basse de riz et du foin mélassé. Les deux contenaient une faible quantité d'urée.

Enfin on a testé l'influence de l'abri en saison des pluies. Le schéma expérimental était le suivant :

TABLEAU N°VIII

	Ration I plein air	Ration II plein air	Ration II abri
Bouvillons	A	D	G
Vaches	B	E	H
Bœufs	C	F	I

On notera que tous les animaux ont reçu un implant de triénolone acétate après 28 jours d'engraissement.

Nous avons entretenu trois lots témoins au pâturage naturel : un de bouvillons, un de vaches, un de bœufs. Toutefois, seuls les bœufs feront l'objet d'un contrôle de carcasses.

Le rationnement est donné au tableau IX, par période, par catégorie et par ration.

TABLEAU N°IX

	R a t i o n I					
	Bouvillons et vaches			B o e u f s		
	Période I	Période II	Période III	Période I	Période II	Période III
Manioc	2,1	2,6	3,2	2,6	3,0	3,7
Graine coton	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ensilage sorgho	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
<i>Pennisetum</i>	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Urée	0,042	0,042	0,059	0,055	0,055	0,069
	R a t i o n II					
	Bouvillons et vaches			B o e u f s		
	Période I	Période II	Période III	Période I	Période II	Période III
Farine basse de riz	3,2	4,2	4,7	4,1	4,6	5,1
Mélasse	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Foin	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Urée	0,042	0,030	0,030	0,048	0,030	0,030

A titre indicatif, les mensurations des trois catégories d'animaux en début et en fin d'engraissement sont données au tableau X. On y observera que les bouvillons ont nettement

grandi. La taille au garrot des animaux âgés semble s'être élevée : c'est un artefact dû au développement de la bosse.

TABLEAU N° X

	Mensurations	Age (année et mois)	Poids en kg	Périmètre thoracique en cm	Hauteur au garrot en cm	Hauteur au sacrum en cm
Bœufs n = 27	Début d'engraissement	8 à 11 m	287,5	150,0	117,7	126,6
	Fin d'engraissement		359,5	160,3	119,9	127,8
Vaches n = 24	Début d'engraissement	13 a	257,1	143,2	113,3	122,3
	Fin d'engraissement		316,3	154,6	114,5	123,2
Bouvillons n = 30	Début d'engraissement	2 a 3 m	231,0	135,9	111,0	121,6
	Fin d'engraissement		306,1	152,2	116,5	126,3

## 2. Résultats

La conduite de l'essai nécessite, avant l'examen des résultats techniques, quelques observations générales. Si les bouvillons se sont bien adaptés, il n'en a pas été de même pour les vaches et les bœufs puisque 3 bœufs (1 par lot) et 6 vaches (2 par lot) durent être éliminés, la plupart pour inadaptation. (Un cas de fracture du fémur chez un bœuf.)

En ce qui concerne les rations, on a constaté que le manioc, la mélasse et le foin étaient consommés d'emblée, tandis que les graines de coton non délintées et l'ensilage de sorgho, pourtant réussi, ont donné beaucoup plus longtemps des refus; cela d'autant que les animaux étaient plus âgés, les vaches ayant fait le plus longtemps la différence.

Les gains de poids des bœufs se sont abaissés fortement après le 90<sup>e</sup> jour d'engraissement et l'essai a été interrompu au 109<sup>e</sup> jour. Par contre ces mêmes gains se sont bien maintenus pour les bouvillons jusqu'à 120 jours, de même pour les vaches jusqu'à 112 jours (cela peut surprendre).

Les résultats expérimentaux sont rassemblés au tableau XI. On observe que :

a) Malgré des gains totaux et quotidiens appréciables, les rendements commerciaux, voisins de 50 p. 100 sont quelque peu décevants. Les indices de gras, en ce qui concerne les mâles, sont très bas et leurs carcasses étaient insuffisamment couvertes. Cela tient sans doute à ce que les animaux, achetés en fin de saison sèche, étaient au plus bas de leur état général, ce qui est sans doute un facteur défavorable pour un engraissement intensif et court;

b) Le facteur type d'animal a montré son importance. Les croûts quotidiens moyens sont plus importants pour les bœufs que pour les bouvillons, et ces derniers plus importants que pour les vaches, avec des différences significatives.

Mais on n'enregistre pas de différence significative pour les indices de consommation par catégorie d'animaux.

Les rendements commerciaux sont voisins, légèrement supérieurs pour les bouvillons, sans que soit atteint le seuil de signification.

On note que les vaches, par rapport aux mâles, ont davantage tendance à faire plus de graisse et moins de muscle. Leurs indices de gras sont significativement plus élevés et leurs indices de viande significativement plus faibles.

TABLEAU N°XI

(A) G = 59,8 P.C. = 142,4 Cqm = 498 R.C. = 50,0 I.C. = 10,0 A/C = 49,9 I.G. = 1,11 I.V. = 1,20	(D) G = 76,2 P.C. = 157,1 Cqm = 635 R.C. = 51,9 I.C. = 8,80 A/C = 49,6 I.C. = 1,22 I.V. = 1,29	(G) G = 84,5 P.C. = 162,8 Cqm = 704 R.C. = 52,5 I.C. = 7,8 A/C = 49,9 I.G. = 1,56 I.V. = 1,33
(B) G = 45,5 P.C. = 137,3 Cqm = 406 R.C. = 46,3 I.C. = 12,0 A/C = 49,5 I.G. = 1,54 I.V. = 1,13	(E) G = 70,7 P.C. = 155,1 Cqm = 631 R.C. = 49,5 I.C. = 9,0 A/C = 49,0 I.G. = 1,79 I.V. = 1,29	(H) G = 73,7 P.C. = 155,6 Cqm = 658 R.C. = 50,4 I.C. = 8,8 A/C = 48,5 I.G. = 1,92 I.V. = 1,29
(C) G = 78,9 P.C. = 168,7 Cqm = 724 R.C. = 47,8 I.C. = 7,94 A/C = 51,5 I.G. = 1,17 I.V. = 1,36	(F) G = 84,8 P.C. = 180,6 Cqm = 778 R.C. = 49,8 I.C. = 8,0 A/C = 51,3 I.G. = 1,38 I.V. = 1,46	(I) G = 86,4 P.C. = 179,8 Cqm = 793 R.C. = 49,7 I.C. = 7,94 A/C = 51,1 I.G. = 1,18 I.V. = 1,44

En définitive, les vaches qui se sont adaptées (24 sur 30) ont donné des résultats techniques intéressants. Celles qui ne se sont pas adaptées ont dû être rapidement éliminées, sans préjudice économique considérable.

c) Le facteur ration s'est révélé important. La ration I qui comportait l'ensilage et le *Pennisetum* vert a donné dans l'ensemble des résultats moins bons que la ration II. Nombre de différences dépassent nettement le seuil de signification, comme les gains de poids et croûts quotidiens pour les vaches et les bouvillons, les poids de carcasses dans tous les lots.

Il faut conclure qu'une alimentation humide comportant, entre autres, de l'ensilage, ne favorise pas l'obtention de performances maximales, et qu'il vaut mieux rechercher une ration

à haute teneur en matière sèche et riche en amidon.

d) Le facteur abri permet, en saison des pluies, d'observer de façon régulière, une légère amélioration des gains de poids, sans toutefois que la différence soit significative. Sur les carcasses et les rendements, cette influence paraît encore moins nette. Il est donc incertain que la couverture de la totalité des parcs se justifie économiquement.

### 3. Evolution de l'engraissement

L'évolution de l'engraissement peut être suivie au tableau XII ci-après, qui retrace les croûts quotidiens moyens en grammes et les indices de consommation, par période :

TABLEAU N°XII

	Bouvillons		Vaches		Boeufs	
	Cqm	I.C.	Cqm	I.C.	Cqm	I.C.
6.01 au 2.02	770	5,97	514	15,1	1001	5,96
3.02 au 2.03	357	14,8	548	9,9	673	8,7
3.03 au 30.03	674	8,4	649	8,8	776	8,1
31.03 au 27.04	585	11,9	892	7,9	368	22,2

Ces résultats montrent un comportement très différent des trois catégories d'animaux :

a) Les bouvillons font davantage de la croissance que de l'engraissement et, comme on le sait, la croissance est irrégulière, ce qui explique les alternatives d'accélération et de ralentissement. Les indices de consommation des bouvillons sont anormalement élevés; à posteriori on peut penser que leur ration était excédentaire. Elle aurait peut-être gagné à être réduite de 1 U.F./jour sans grand dommage pour les croûts quotidiens;

b) Les vaches ont démarré avec des croûts modérés consécutifs à une adaptation beaucoup plus lente que les autres animaux. Par contre, elles sont allées en progressant et sans doute aurait-on pu poursuivre leur engraissement un peu plus longtemps;

c) Les bœufs maigres ont confirmé les observations faites précédemment. Après l'adaptation, ils font des gains spectaculaires où entrent pour une large part une meilleure réplétion des réservoirs digestifs et une réhydratation générale. Puis ils se stabilisent aux environs de 700 g/jour.

Enfin, après trois mois, les croûts quotidiens s'effondrent et l'indice de consommation s'élève très haut, même si l'état d'engraissement n'est pas optimal, comme c'est le cas dans le présent essai.

#### 4. Animaux témoins

Le comportement des animaux au pâturage naturel est très intéressant. Il est retracé au tableau XIII.

TABLEAU N°XIII

	Durée	Gain total	C r o û t quotidien
Bouvillons	126 j	38,5 kg	306 g
Vaches	126 j	34,1 kg	270 g
Boeufs	110 j	53,3 kg	485 g

On est amené à constater qu'à cette période de l'année, très favorable du point de vue de l'herbe, les gains s'établissent à environ la moitié de ceux obtenus en parc, pour les vaches et bouvillons, et aux deux tiers pour les bœufs.

Comme le coût en est extrêmement faible (gardienage), ils sont donc très loin d'être négligeables et l'on devra en tenir compte dans la gestion d'un Centre d'embouche.

On soulignera néanmoins que les bœufs témoins ont donné des résultats insuffisants à l'abattage.

TABLEAU N°XIV

Carcasse chaude	Rendement commercial	Indice de gras	Indice de viande
143,5 kg	44,9 p.100	1,03	1,11

Cela confirme les connaissances que nous avons acquises par ailleurs; c'est en fin de saison des pluies et début de saison sèche que les bœufs d'herbe engraisent vraiment.

### TROISIEME ESSAI

#### 1. But de l'essai

Dans cet essai, réalisé en saison sèche, on s'est proposé d'étudier l'influence de deux facteurs.

Le premier sera la nature du complément azoté dans la ration. On peut utiliser en effet des sources peu onéreuses, comme la perlurée, ou un peu mieux adaptées à l'alimentation animale (le biuret qui est moins toxique, mieux appété, et qui s'hydrolyse plus lentement), ou plus complexes comme le tourteau de coton.

Le second facteur aura trait à la source d'énergie de la ration, par l'importance que le son de riz peut y occuper. L'usinage du riz fournit du son qui provient des meules et de la farine basse qui est délivrée par les cônes à blanchir. Incontestablement cette dernière est supérieure au son. Mais, de plus en plus, elle est réservée à l'élevage du porc qui se développe et qui en fait une meilleure transformation que le bovin.

Par contre le son, riche en cellulose et en silice, est moins utilisable par les monogastriques. Il peut faire partie d'une ration d'engraissement de bovins, mais la limite supérieure tolérable n'est pas bien connue. Les rations en comprendront des taux variés.

Le schéma expérimental est le suivant :

TABLEAU N° XV

	Ration I	Ration II	Ration III
Urée agricole	A	D	G
Biuret	B	E	H
Tourteau de coton	C	F	I

L'essai n° 1 ayant montré que l'abri n'avait aucune influence en saison sèche, le dispositif des parcs est maintenu en faisant abstraction de ce facteur.

Les rations étaient les suivantes par animal et par jour :

- I. 4,1 kg de concentré I le matin,  
2,0 kg de manioc sec à 14 h,

2,5 kg de paille de riz à 16 h.

- II. 4,9 kg de concentré II le matin,  
2,3 kg de manioc sec à 14 h,  
2,0 kg de paille de riz à 16 h.

- III. 5,8 kg de concentré III le matin,  
2,6 kg de manioc sec à 14 h,  
1,0 kg de paille de riz à 16 h.

Les augmentations périodiques de 0,5 U.F. se font par adjonction de 0,5 kg de manioc sec.

Les formules des concentrés sont données au tableau XVII.

Cela permet d'avoir des rations équilibrées en énergie et en lest.

Les mensurations des bœufs en début et fin d'engraissement sont les suivantes :

TABLEAU N° XVI

	Age (année et mois)	Poids en kg	Périmètre thoracique en cm	Hauteur au garrot en cm	Hauteur au sacrum en cm
Début d'engraissement	8 a 4 m	295,8	151,0	117,6	126,4
Fin d'engraissement	-	361,6	163,0	118,9	126,8

TABLEAU N° XVII

Type de concentré	Concentré I			Concentré II			Concentré III		
Formulation des concentrés en p.100	A	B	C (a)	D	E	F (a)	G	H	I (a)
Farine basse	71,7	71,0	66,6	35,9	35,7	33,8	11,8	11,8	11,2
Son fort	23,5	23,3	21,8	60,0	59,6	56,4	84,8	84,3	80,5
Poudre de coquilles d'huîtres	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,5	1,4	1,3
Sel	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Urée	1,9			1,6			1,4		
Biuret		2,9			2,3			2,0	
Tourteau de coton			8,9			7,5			6,5
Quantités de concentré distribuées animal/jour (kg)	4,2	4,2	4,5	5,0	5,0	5,3	5,9	5,9	6,2
UF par kg d'aliment	0,84	0,84	0,86	0,66	0,66	0,69	0,54	0,54	0,57

(a) = les lots C, F, I, recevant 0,4 kg de tourteau de coton, ont une réduction de 0,4 kg de manioc sec par animal et par jour.

Ces animaux sont maigres mais sans excès. Au cours de l'essai ils se sont bien comportés, puisque deux bœufs seulement ont dû être éliminés.

Comme dans les essais précédents, un lot de 10 bœufs a été entretenu au pâturage naturel.

## 2. Résultats

En préambule, nous devons rendre compte d'un incident important survenu en fin d'essai : on en était au 70<sup>e</sup> jour après l'adaptation, lorsque les premiers orages de la saison des pluies sont survenus avec une violence soudaine. Le

premier orage, notamment, s'accompagna de 80 mm de pluie en quelques heures. La foudre, les variations de pression atmosphérique et la pluie ont provoqué un stress tel que les animaux non seulement ont cessé de grossir, mais ont perdu du poids, tout en consommant intégralement leur ration. Il faut souligner que les bœufs sous abri ont rompu leur croissance comme ceux en plein air; ils ont tout de même perdu un peu moins de poids.

Ce phénomène nous a imposé d'analyser les performances d'engraissement après 70 jours.

Les résultats sont rassemblés au tableau XVIII.

TABLEAU N° XVIII

(A) G = 60,8 P.C. = 192,5 Cqm = 868 R.C. = 58,4 I.C. = 7,21 A/C = 53,4 I.G. = 1,79 I.V. = 1,65	(D) G = 67,5 P.C. = 193,5 Cqm = 964 R.C. = 56,9 I.C. = 6,21 A/C = 51,9 I.G. = 1,91 I.V. = 1,62	(G) G = 56,7 P.C. = 187,5 Cqm = 810 R.C. = 57,5 I.C. = 7,19 A/C = 51,8 I.G. = 1,83 I.V. = 1,55
(B) G = 63,7 P.C. = 193,6 Cqm = 910 R.C. = 58,5 I.C. = 6,82 A/C = 52,0 I.G. = 1,78 I.V. = 1,53	(E) G = 47,1 P.C. = 183,5 Cqm = 673 R.C. = 57,4 I.C. = 9,04 A/C = 51,8 I.G. = 1,75 I.V. = 1,51	(H) G = 60,2 P.C. = 191,6 Cqm = 860 R.C. = 57,9 I.C. = 6,72 A/C = 51,1 I.G. = 1,60 I.V. = 1,60
(C) G = 56,4 P.C. = 186,9 Cqm = 806 R.C. = 58,5 I.C. = 7,47 A/C = 50,7 I.G. = 2,26 I.V. = 1,53	(F) G = 58,9 P.C. = 188,5 Cqm = 841 R.C. = 58,4 I.C. = 7,11 A/C = 52,5 I.G. = 1,62 I.V. = 1,57	(I) G = 59,3 P.C. = 198,7 Cqm = 847 R.C. = 58,7 I.C. = 7,04 A/C = 52,9 I.G. = 1,55 I.V. = 1,62

Ces résultats entraînent un certain nombre d'observations :

a) Les croûts quotidiens moyens sont particulièrement satisfaisants puisque pour tous les lots (sauf D) ils dépassent 800 g par jour. Cela s'explique en partie par le calcul arrêté au 70<sup>e</sup> jour, alors que tous les animaux étaient encore en croissance.

b) Les indices de consommation sont très bas, voisins de 7 et très intéressants. Les croûts élevés les justifient en grande partie, mais on peut se demander si la valeur de 0,5 U.F./kg

attribuée au son de meule, suivant son analyse bromatologique, n'est pas un peu sous estimée, et s'il ne faudrait pas la relever vers 0,55 ou 0,60. Seules des expériences de digestibilité pourraient permettre de répondre à cette question.

c) Les rendements commerciaux sont très élevés, de l'ordre de 57 à 58 p. 100. Nous voudrions souligner tout l'artificiel de ces résultats étonnants. L'ensemble des bœufs abattus avait un contenu de panse moyen de 25 kg contre 37 kg au premier essai et 41 kg au second essai.

On peut attribuer ce phénomène au stress orageux dont nous avons parlé, qui par accélération du transit digestif a pu provoquer une vidange plus importante des réservoirs gastriques. Cela montre une fois de plus ce qui a déjà été souligné par Gilibert (2) : le rendement commercial est une caractéristique qu'il faut examiner avec beaucoup de circonspection; il est ici majoré d'environ 4 points. Si l'on veut bien considérer le rendement vrai, qui rapporte le poids de la carcasse chaude au poids vif des animaux diminué des contenus digestifs, on obtient dans cet essai 61,5 p. 100, à rapprocher de celui des bœufs du premier essai 61,4 p. 100. Les deux lots étaient donc équivalents, ce que ne laisse pas soupçonner le rendement commercial.

d) En ce qui concerne les différents taux de son de riz, on ne constate aucune différence significative en fonction des rations. Par conséquent le son est largement utilisable pour une finition en trois mois; il peut apporter sans dommage les 2/3 de l'énergie de la ration.

e) On n'observe pas, non plus, de différence significative entre les diverses formes du supplément azoté. Le biuret, bien qu'il s'hydrolyse plus lentement ne paraît pas supérieur à l'urée, et ce résultat rejoint l'opinion de CAMPBELL et collab. (1). On n'a pas davantage observé de différence avec le tourteau. Sans doute parce que l'urée et le biuret n'ont apporté qu'une fraction de l'azote de la ration, et peut-être aussi parce que les besoins de nos zébus sont plus faibles que nous ne le pensons. Des normes de 80 g de M.A.D./U.F. sont valables pour des bovins assez jeunes, avec des performances élevées. Nos zébus âgés, aux croûts plus modestes sont peut-être moins exigeants. Ce serait à étudier.

Pour en terminer avec les sources d'azote, il faut souligner que les rations contenant du tourteau de coton ont fait l'objet d'une appétibilité supérieure.

Les refus des concentrés contenant de l'urée et du biuret ont été plus élevés pendant le premier mois, avec des différences significatives.

f) Aucune interaction significative entre les deux facteurs de l'expérience n'a été mise en évidence.

### 3. Evolution de l'engraissement

Les croûts quotidiens ont été très réguliers du 23 août (fin de l'adaptation) jusqu'au 2 novembre, date du premier orage.

Du 23-8 au 19-9 : 788 g/jour

Du 20-9 au 17-10 : 822 g/jour

Du 18-10 au 2-11 : 831 g/jour.

### 4. Lot témoin

Le lot témoin est passé de 295,7 kg à 275,4 kg de moyenne, soit une perte de 20,3 kg par tête. Cette perte porte à 80 kg la différence observée entre les animaux engraisés et les témoins.

A l'abattage, on a observé pour ces animaux encore, un poids du contenu digestif anormalement faible (28,8 kg), ce qui explique un rendement commercial fallacieusement convenable. Le rendement vrai n'était que de 57,8 p. 100.

TABLEAU N°XIX

Carcasse chaude	Rendement commercial	Avants carcasse	Indice de gras	Indice de viande
139,5	51,6	51,8	0,60	1,18

Les carcasses étaient vraiment très mauvaises.

### 5. Expérience complémentaire

Compte tenu des moins bons résultats enregistrés par l'engraissement pendant les pluies, compte tenu aussi de l'irrégularité possible des approvisionnements en bétail, nous avons cherché à déterminer le coût alimentaire de l'entretien à l'état gras d'animaux engraisés au moment le plus favorable.

Il tombe sous le sens que les besoins alimentaires seront supérieurs à ce qu'il est convenu d'appeler « ration d'entretien », car les lipides emmagasinés sont l'objet d'un renouvellement permanent et relativement rapide, qui a un coût énergétique non négligeable qu'il convient de chiffrer.

Trois lots d'animaux gras issus de l'essai d'engraissement qui vient d'être décrit, ont été constitués :

Lot I : 9 anim. d'un poids moyen de 355,8 kg

Lot II : 8 anim. d'un poids moyen de 352,9 kg

Lot III : 9 anim. d'un poids moyen de 349,7 kg

Ces bœufs étaient vraiment très près les uns des autres au point de vue de l'état d'engraissement. Ceux du lot I étaient plus grands, de 1 cm en moyenne, que ceux des lots II et III, ce qui explique leur poids très légèrement plus élevé.

Les rations ont été les suivantes :

TABLEAU N°XX

	Farine basse de riz	Paille de riz	U.F./tête/jour
Lot I	2,5 kg	2 kg	2,9
Lot II	3 kg	2 kg	3,4
Lot III	3,5 kg	2 kg	3,9

L'essai a duré 84 jours et les résultats sont les suivants :

TABLEAU N°XXI

	Poids initial	Poids final	Gains
Lot I	355,8	335,1	- 20,7
Lot II	352,9	354,5	+ 1,6
Lot III	349,7	351,8	+ 2,1

Au cours de l'essai, les animaux étaient pesés tous les 28 jours. Le lot I n'a pas cessé de perdre du poids (par période -11,8; -1,2; -8,3) tandis que les deux autres lots subissaient de faibles fluctuations (-1,6; +0,6; +2,6 pour le lot II et -2,0; +4,1; 0; pour le lot III).

On conclut donc que la ration nécessaire pour maintenir les animaux à l'état gras, dans les conditions de Miadana est très voisine de 3,4 U.F. par jour ou, compte tenu du poids des animaux, de 1 U.F. par 100 kg/vif.

### PROBLEME DE LA TUBERCULOSE DANS L'ENGRAISSEMENT

Nous avons déjà souligné l'importance de la tuberculose dans les opérations d'engraissement (6) et le peu d'intérêt de la réaction tuberculini-que : ses défaillances permettent la cohabitation d'animaux anergiques contagieux avec des animaux neufs, et les résultats sont catastrophiques.

D'autre part un Centre industriel ne pourrait pas éliminer tous les animaux à réaction positive.

Nous éliminons donc les animaux sur deux critères :

1. Critère clinique : animaux qui toussent, s'essoufflent à la course, ont une respiration ronflante, poil piqué;

2. Critère sérologique : la réaction de précipitation en gélose n'est positive que pour les animaux porteurs d'une tuberculose évolutive avancée. Toute sérologie positive entraîne l'élimination de l'animal.

Cette pratique nous paraît bénéfique, car si à l'abattoir on décèle de nombreux cas de tuberculose, ils sont toujours à lésions limitées, n'entraînant que des saisies faibles, économiquement négligeables.

Nous grouperons les résultats par essai, en comparant les animaux indemnes de tuberculose, atteints de lésions exclusivement ganglionnaires, atteints de lésions parenchymateuses, en fonction des gains de poids en engraissement.

TABLEAU N°XXII

	Essai I		Essai II		Essai III	
	Nombre	Gain moyen en kg	Nombre	Gain moyen en kg	Nombre	Gain moyen en kg
Tuberculose des parenchymes	25	60,15	7	72,0	15	46,6
Tuberculose ganglionnaire	33	69,15	12	72,8	23	57,7
Animaux indemnes	32	68,95	8	79,1	25	58,8

On voit qu'au cours des essais I et III, les animaux à lésions seulement ganglionnaires se sont comportés exactement comme les animaux sains, et auront procuré autant de bénéfice qu'eux. Suivant la réaction tuberculinique ils auraient été éliminés, or ils sont nombreux. Dans l'essai II, ils ont gagné un peu moins que les animaux sains. Dans les trois essais, les animaux porteurs de lésions parenchymateuses ont réalisé des gains plus faibles que les bœufs sains. Toutefois, la différence n'est pas très élevée, en raison de ce que ces lésions étaient limitées.

Il semble, qu'en attendant mieux, notre méthode soit acceptable économiquement.

### CONCLUSIONS

Les essais dont nous avons résumé les résultats dans les pages précédentes précisent un certain nombre de points par rapport à nos travaux antérieurs. Ils montrent l'importance du problème saisonnier dans les activités d'un Centre Industriel. En saison sèche, on dispose d'animaux qui ne sont pas trop maigres au départ et ils vont profiter au mieux de la nourriture concentrée pour fournir de très bonnes carcasses. Comme, pendant le même temps, les bœufs laissés à l'herbe vont perdre de 10 à 20 kg en moyenne, il n'y a pas de doute que l'opération présente un intérêt majeur.

Par contre, en saison des pluies on doit partir d'animaux au plus bas de leur état général et l'engraissement ne conduit qu'à des carcasses

de qualité moyenne. (58 p. 100 de rendement vrai au lieu de 61,5.) Or, pendant ce temps, les animaux laissés à l'herbe qui pousse rapidement, prennent du poids de façon importante. Il semble se confirmer qu'un Centre industriel tirerait bénéfice d'un ranch de pâturages artificiels où il pourrait, en décembre, janvier, février remettre en état physiologique normal les animaux avant de les passer en parcs.

Les essais ont montré en outre l'écueil momentané que peut représenter la brusque arrivée des orages en novembre; le planning d'un Centre devrait en tenir compte.

En ce qui concerne les rations, les essais ont montré que nombre de problèmes peuvent être résolus sans grande difficulté. Ils ont néanmoins mis en évidence que pour nos bœufs âgés, les problèmes de vitesse d'adaptation pouvaient dépendre de l'appétibilité plus ou moins grande de certains aliments.

Peuvent être considérés comme des facteurs d'appétibilité : la mélasse, le manioc, le tourteau de coton. Par contre, les graines de coton non délintées, l'ensilage, l'urée représentent des facteurs négatifs.

Nous n'omettons pas de souligner l'intérêt que peut présenter l'engraissement des vaches de réforme, dans une conjoncture où le nombre des mâles disponibles peut être momentanément insuffisant.

Enfin, chemin faisant, les résultats expérimentaux nous ont fait entrevoir les lacunes qui demeurent encore dans notre connaissance du zébu malgache et de son comportement.

### SUMMARY

#### Intensive fattening of Malagasy zebu cattle. Further experiments

Three trials of short fattening, each one done on a hundred bovines, are related.

It should be noted that adding vitamins and trace elements to rations is very little interest.

A steroid compound improves the performances. It is unnecessary to roof the feeding cattle pen during the dry season and the roofing during the rainy season probably does not pay.

There is no problem with the nitrogenous wants because they are light.

The cast cows may be fattened with good results. The fattening in pens is more interesting during the dry season than during the rainy season.

The problem of tuberculosis has a more economical solution with the elimination of contagious animals (clinical investigation + serological test) than by tuberculosis test.

## RESUMEN

### Engorde de cebues de Madagascar. Ensayos complementarios

Se refieren tres ensayos de engorde breve efectuados cada uno en 100 bovinos. Se demuestra que la adición de vitaminas y de oligoelementos en las raciones alimenticias utilizadas tiene poco interés. Un anabolizante mejora los rendimientos. Es inútil cubrir los parques de engorde durante la estación seca, y la cubierta sin duda no es económica durante la estación de las lluvias. Las necesidades nitrogenadas no ponen problemas por que son poco elevadas.

El engorde de las vacas viejas puede dar buenos resultados. El interés del engorde en parque es mucho más importante durante la estación seca que durante la estación de las lluvias.

Se resuelve, desde el punto de vista económico, el problema de la tuberculosis más favorablement por la eliminación de los animales contagiosos (examen clínico y serología) que por el empleo de la tuberculización.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CAMPBELL (T.C.), LOOSLI (J.K.), WARNER (R.G.), TASAKI (J.). Utilization of biuret by ruminants. *J. anim. Sci.* 1963, **22** : 139.
2. GILIBERT (J.). Valeurs bouchères des zébus à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (3) : 445.
3. GODET (G.). Sur un essai d'engraissement de zébus malgaches en saison sèche (2<sup>e</sup> semestre 1971). Rapport. Région de Madagascar, I.E.M. V.T., 1972, 50 p.
4. MEISSONNIER (E.). Sur un essai d'engraissement de zébus malgaches en saison sèche au C.R.Z.F. de Miadana. (2<sup>e</sup> semestre 1970). Rapport. Région de Madagascar, I.E.M.V.T., 1971, 52 p.
5. MEISSONNIER (E.), GODET (G.). Sur un essai d'engraissement de zébus malgaches en saison humide au C.R.Z.F. de Miadana (1<sup>er</sup> semestre 1971). Rapport. Région de Madagascar, I.E.M. V.T., 1971, 81 p.
6. SERRES (H.), GILIBERT (J.), DUBOIS (P.), REVIERS (B. de), TARDIF (J.). Essais d'embouche du zébu malgache. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (3) : 419.

## Etude sur les divers modes d'implantation du *Stylosanthes gracilis*

par P. GRANIER (\*), Y. CABANIS (\*) et F. ELLENBERGER (\*)

### RESUME

Une expérimentation concernant les différents modes d'implantation du *Stylosanthes gracilis* dans le pâturage naturel a été effectuée. Divers facteurs influant sur la compétition interspécifique ont été testés. Les résultats montrent qu'en l'absence de toute façon culturale le recouvrement dans les témoins atteint en troisième année celui des autres objets. Le feu améliore l'implantation en supprimant l'écran de la végétation naturelle. Le pulvérisage est le plus économique en milieu extensif. Le sous-solage peut être préconisé si les sols sont compacts dans le cas d'une intégration du pâturage dans un assolement.

### INTRODUCTION

Lorsque l'on considère la productivité d'une savane de type soudanien en équilibre, il apparaît que celle-ci peut ne pas être le reflet des potentialités des sols. En effet cette formation est le plus souvent d'origine secondaire, et sa composition floristique est le résultat de l'interaction des divers facteurs écologiques parmi lesquels les facteurs biotiques sont prépondérants. L'action conjuguée du feu et du pâturage sélectionne un certain nombre d'espèces qui sont le mieux adaptées pour utiliser seulement les horizons superficiels du sol, la minéralisation brutale de la matière organique pendant la période située entre les feux de fin de saison sèche et le début des pluies. Leur enracinement superficiel ne leur permet pas de s'approvisionner en eau après la cessation des pluies et leur long repos hivernal réduit considérablement la productivité annuelle qui, à Madagascar, se situe entre 1.000 et 1.500 UF/ha. Pourtant, les sols ferrallitiques, lorsque la pluviométrie est de l'ordre de 1.500 mm, ont une réserve d'eau suffisante en profondeur pour permettre aux

espèces susceptibles d'y accéder, de prolonger leur croissance qui n'est ralentie en hiver qu'à cause du raccourcissement de la durée du jour. *Stylosanthes gracilis* semble être remarquablement adapté à cause de son enracinement qui lui permet grâce à son pivot de s'approvisionner en eau dans les horizons profonds, poreux, friables et à ses racines superficielles qui puisent les éléments nécessaires à sa croissance dans la couche superficielle, siège de l'activité microbienne. L'amélioration du pâturage naturel par *Stylosanthes*, puis son remplacement par la légumineuse permet sans autre apport de fumure d'accroître la productivité de 1.000 à 3.500 UF/ha et surtout d'améliorer la productivité en saison sèche.

Devant l'importance des superficies à aménager, une expérimentation était nécessaire afin de mettre au point un mode d'implantation à la fois extensif et économique.

### I. BUT DE L'ETUDE

L'implantation du *Stylosanthes gracilis* dans un pâturage naturel est un problème de compétition entre la légumineuse et les savanicoles en place pour l'eau, les sels minéraux, et

(\*) I.E.M.V.T., Région de Recherches de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

l'espace aérien et souterrain. La compétition se situe à des niveaux différents :

- pour l'eau nous avons vu qu'elle nécessitait un allongement des racines en profondeur;
- pour les sels minéraux elle concerne essentiellement l'horizon superficiel;
- pour l'espace aérien et souterrain elle dépend des espèces en place : si la strate graminéenne est composée de savanicoles typiques hémicryptophytes comme *Hyparrhenia* et *Heteropogon* à enracinement superficiel mais à recouvrement dense, elle se situe au-dessus du sol, alors qu'elle est souterraine si les géophytes rhizomateuses comme *Aristida* ou *Imperata* dominant.

La connaissance des facteurs de la compétition permet l'emploi des techniques culturales qui modifient l'influence de ceux-ci. Etant donné les moyens matériels dont dispose habituellement une exploitation, il est possible d'utiliser :

*Le feu* : en supprimant la strate graminéenne il avantage la germination du *Stylosanthes* et le développement des plantules.

*Le disquage* : élimine en partie les graminées, permet l'accrochage des semences dans les sillons, augmente la quantité des matières végétales qui vont se minéraliser, et réalise un bon lit de semences.

*Le labour* : supprime la compétition et favorise le développement des racines superficielles.

*Le sous-solage* : améliore la pénétration des racines pivotantes de la légumineuse, accroît les réserves en eau du sol et stimule l'activité microbienne.

La combinaison des différentes façons culturales avec l'utilisation du feu ou sa suppression en comparaison avec un témoin a permis l'établissement d'un protocole expérimental.

Le but de l'étude était de définir l'influence des façons culturales sur :

- l'implantation des semences;
- la germination;
- le recouvrement en première saison des pluies;
- la productivité en deuxième année;
- la date de mise en exploitation;
- le prix de revient de l'installation.

## II. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Sur un pâturage naturel représentatif de la région du Moyen-Ouest de Madagascar, on a implanté au C.R.Z.F. de Kianjasoa le dispositif suivant :

*Objets :*

### 1. Mise à feu avant le semis : A

- Objets AD : Labour en bandes alternées;
- Objets AE : Disquage;
- Objets AF : Sous-solage;
- Objets AG : Sans façons culturales.

### 2. Mise à feu après le semis : B

Mêmes objets (BD - BE - BF - BG).

### 3. Pas de feu : C

Mêmes objets (CD - CE - CF - CG).

Chaque objet a une dimension de 50 m × 35 m et est séparé des voisins par une bande pare-feu de 10 m de largeur. Deux dispositifs identiques ont été mis en place sur des savanes présentant des différences sur le plan de la composition floristique.

*Parcelle P<sub>1</sub>* : Dominante d'hémicryptophytes;

*Parcelle P<sub>2</sub>* : Dominante de géophytes rhizomateuses.

Les façons culturales, la mise à feu et les semis (7 kg/ha) ont été effectués en octobre 1969, sauf le sous-solage qui a été fait en mai 1969 afin de bénéficier de l'aération du sol au cours de la saison sèche précédant les semis. L'ensemble de chaque dispositif était rigoureusement clôturé et protégé par un double pare-feu de 50 m de largeur.

## III. METHODOLOGIE ET OBSERVATIONS

L'évolution de l'implantation du *Stylosanthes* a été contrôlée de la manière suivante :

### Pourcentage de plantules viables

Comptage des pieds de *Stylosanthes* normalement développés à la fin de la première saison des pluies (5 mars 1970). Pour ce contrôle, on utilise un carré de 1 m<sup>2</sup> que l'on pose

cinq fois au hasard sur chaque objet. Le carré est divisé en 25 dm<sup>2</sup> matérialisés par des tiges d'acier que l'on met en place au travers de perforations aménagées dans le cadre.

### Nombre de pieds présents à la fin de la deuxième saison des pluies (mise en exploitation)

Le relevé effectué le long des deux diagonales matérialisées par une ficelle tendue au niveau du sol permet d'apprécier la fréquence spécifique.

### Recouvrement

Appréciation du recouvrement par l'utilisation du carré comme ci-dessus.

### Calcul de la productivité

Coupe du *Stylosanthes* sur 5 carrés de 1 m<sup>2</sup> chacun placés au hasard sur chaque objet.

— Février 1971 : productivité de 2<sup>e</sup> année.

— Mars 1972 : productivité de 3<sup>e</sup> année.

On considère que la première année (1970), *Stylosanthes* doit être laissé en défens. Il faut noter que la productivité ne concerne que la coupe de saison des pluies, *Stylosanthes* ayant été pâturé en saison sèche à partir de la deuxième année.

## IV. RESULTATS

### Implantation du *Stylosanthes*. Première année

Le nombre de pieds normalement développés après la première saison des pluies est récapitulé dans le tableau suivant :

TABLEAU N° I  
Nombre de pieds au m<sup>2</sup> (5-3-1970)

Influence des façons culturales	G	F	E	D
P1	73	206	91	119
P2	51	96	63	85
Influence du feu	A	B	C	
P1	154	69	144	
P2	66	45	86	

Il faut noter que dans tous les cas, étant donné le développement des souches, les germinations et le pourcentage de survie des plantules est largement suffisant pour assurer l'implantation du *Stylosanthes* dans le pâturage naturel. En l'absence de façons culturales (D) le développement des plantules est satisfaisant.

L'objet sous-solé (F) donne les meilleurs résultats.

L'élimination de la végétation naturelle par le feu (A) favorise l'implantation des semences et le développement des plantules. Le passage du feu après le semis (B) est défavorable parce qu'une partie des semences qui reste accrochée dans la végétation est détruite. Sur une quantité de l'ordre de 7 kg/ha cette perte est sensible, alors que sur un pâturage en place depuis plusieurs années les quantités de graines existantes (150 kg/ha environ) sont largement excédentaires.

Les quantités de semences employées peuvent être réduites à 5 kg/ha, et jusqu'à 3,5 kg/ha dans les cas où l'implantation est favorisée par une façon culturale.

### Fréquence/recouvrement

Le relevé des fréquences et du recouvrement en deuxième année a donné les résultats suivants :

TABLEAU N° II  
Contribution spécifique en pour cent  
le 18-10-1971

Influence des façons culturales	G	F	E	D
P1	25	41	47	30,8
P2	23	41	34	29
Influence du feu	A	B	C	
P1	53	28	30	
P2	44	16	35,5	

Dans l'ensemble, la hiérarchisation des objets est comparable pour les deux années. Le disquage et le sous-solage favorisent l'expansion du *Stylosanthes* et sont plus efficaces que le labour.

TABLEAU N° III  
Fréquence recouvrement  
Classement hiérarchisé

P1	P2
AE = 73 p.100	AE = 73 p.100
AF = 58,4 "	CF = 63 "
BE = 52 "	AF = 43 "
AD = 44 "	AD = 40 "
AG = 36 "	CD = 36 "
BF = 34 "	CG = 25 "
CF = 33 "	BG = 25 "
CD = 32 "	AG = 21 "
CG = 24,8 "	BF = 19 "
CE = 16,9 "	CE = 18 "
BD = 15,4 "	BD = 11 "
BG = 14,4 "	BE = 11 "

L'influence du feu se fait encore sentir en deuxième année. Dans les objets B (feu après le semis), l'insuffisance des graines n'est pas encore compensée par le réensemencement naturel qui n'est effectif qu'à partir de l'année suivante. Dans les objets C (sans feu), la compétition des espèces en place gêne le développement de la légumineuse.

Les objets brûlés avant le semis (A) accusent régulièrement une avance notable sur les autres.

### Productivité

Les rendements obtenus confirment les observations faites à propos de l'installation et du recouvrement.

TABLEAU N° IV  
Productivité du *Stylosanthes gracilis*  
Comparaison des traitements (moyenne en t/ha)

P1					
	Février 71 en 14 mois	Mars 72 en 15 mois	Total sur 2 ans	Moyenne sur 2 ans	Progression en 2e année
D = Labour	6,47	14,68	21,15	10,57	8,21
E = Disquage	9,15	13,96	23,11	11,55	4,81
F = Sous-solage	7,33	15,71	23,04	11,52	8,38
G = Sans façon culturale	4,55	11,70	16,25	8,12	7,15
P2					
D = Labour	4,9	10,88	15,78	7,89	5,98
E = Disquage	4,1	10,04	14,14	7,07	5,54
F = Sous-solage	3,5	12,76	16,26	8,13	9,26
G = Sans façon culturale	1,9	9,05	10,95	5,47	7,15

Les analyses de la matière sèche ont donné des taux comparables (30 p.100) pour les divers échantillons : les rendements sont exprimés en matière verte.

1. Les traitements apportent une amélioration certaine mais avec des délais différents. Le sous-solage et le labour en bandes ont un effet plus tardif que le disquage pour un milieu comparable. Ils deviennent supérieurs dès qu'un déséquilibre apparaît dans la structure du sol.

L'absence de traitement retarde d'une année la réussite de l'installation par rapport au meilleur objet. Dans les deux répétitions, la progression en deuxième année est décisive.

2. Le feu n'influence pas la productivité. Il facilite la levée des graines et leur installation mais son action limitée ne donne plus d'effet par la suite. Il apparaît même que les objets sans feu ont une progression tout à fait comparable aux autres objets.

3. Le pâturage léger des parcelles entre la première et la deuxième saison de végétation a provoqué la ramification du *Stylosanthes* et favorise l'apparition de repousses pendant toute

TABLEAU N° V  
Productivité du *Stylosanthes gracilis*  
Comparaison des objets : influence du feu (en t/ha)

P1					
Objet	Février 71	Mars 72	Total sur 2 ans	Moyenne sur 2 ans	Progression en 2e année
A = Feu avant semis	10,40	15,93	26,33	13,16	5,53
B = Feu après semis	5,10	13,86	18,96	9,49	8,76
C = Sans feu	5,03	12,24	17,27	8,61	7,21
P2					
A = Feu avant semis	4,5	11,74	16,24	8,12	7,24
B = Feu après semis	1,5	9,29	10,79	5,38	7,79
C = Sans feu	5	11,62	16,62	8,31	5,62

la saison sèche, au moment même de l'arrêt hivernal de la végétation spontanée.

4. Le passage du bétail à la fin de la saison des pluies a entraîné le piétinement et le rabatage de la masse végétale en place. En cette saison, c'est un moyen efficace pour libérer *Stylosanthes* de la compétition des espèces concurrentes en libérant l'espace aérien.

5. Le fauchage au début de saison sèche peut être pratiqué pour stimuler les repousses et augmenter le recouvrement. Il ne doit être appliqué que modérément (pas à moins de 10 cm du sol). Le traitement est d'autant plus favorable que les ressources en eau du sol sont meilleures (exemple : P<sub>1</sub>).

## V. INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans tous les cas de l'expérience faite, *Stylosanthes* s'est développé régulièrement et a concurrencé la végétation naturelle. Les résultats obtenus montrent que sa dominance est assurée avec des délais plus ou moins longs selon le mode d'installation et d'exploitation.

L'implantation pour réussir parfaitement doit assurer au *Stylosanthes* un bon accrochage des graines à la surface du sol et un bon ensoleillement, les semis étant faits en début de saison des pluies.

Les levées sont de l'ordre de 50 à 60 p. 100 dans ces conditions favorables. Afin d'améliorer l'implantation en terrain difficile, on aura inté-

rêt à utiliser soit des doses élevées de semis, soit des moyens mécaniques (disques, charrue, sous-soleur).

Le feu améliore les conditions de germination. Il réduit la compétition pour la lumière et *Stylosanthes* est une héliophyte. La minéralisation de la matière organique enrichit temporairement l'horizon superficiel qui, devenu noir et non protégé par l'écran de la strate graminéenne, se réchauffe plus vite.

La vitesse de croissance est d'autant plus grande que la texture est argileuse et la structure meuble. Le traitement améliorant les sols compacts et produisant les meilleurs effets est le sous-solage qui assure une plus grande pénétration des racines.

L'extension du *Stylosanthes* dépend de la nature et de la densité du couvert végétal. En présence d'espèces pérennes hémicryptophytes (*Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*) la compétition pour l'eau ne pose pas de problème quand les plantules ont atteint une pénétration suffisante (environ 2 mois), mais la légumineuse souffre de l'ombrage des graminées. Le feu ayant supprimé le couvert végétal pendant les premiers stades végétatifs, il peut être utile de rabattre la végétation naturelle en faisant pâturer l'association à la fin du cycle des espèces spontanées, en début de saison sèche.

En présence d'une association de pérennes géophytes (*Aristida rufescens*, *Imperata cylindrica*), la concurrence aérienne est moins forte et l'ombrage n'est plus le facteur limitant. Par

contre, l'occupation du sol par les espèces spontanées étant plus forte, la prospection racinaire du *Stylosanthes* est rendue plus difficile pendant les premiers âges. Nous avons vu que le labour et le sous-solage stimulaient favorablement la croissance de la légumineuse. Le fauchage à hauteur convenable (10 à 20 cm) et à bonne époque (fin de saison des pluies) donne un avantage au *Stylosanthes*.

Le disquage détruit en partie les souches en place et localise les éléments nutritifs et les semences dans les sillons. Cette localisation permet un bon développement des plantules et une régularisation de l'approvisionnement en eau, en surface.

La dominance du *Stylosanthes* est plus ou moins rapide. Elle est assurée par une exploitation modérée ou une mise en défens d'une année ou deux si les conditions de la station sont mauvaises (pentes érodées).

L'entretien du pâturage amélioré doit être celui de toute association de graminées et de légumineuses. Le broutage en deux passages est nécessaire :

- l'un en cours de saison des pluies pour utiliser les pousses de graminées et les extrémités des tiges de *Stylosanthes*;
- l'autre au cours de la saison sèche pour consommer la légumineuse verte et une partie des chaumes secs des graminées.

L'exploitation peut commencer dès la première année. Elle est nécessaire dès le deuxième cycle végétatif. Elle doit continuer régulièrement pour éviter l'embroussaillage du milieu par *Stylosanthes*. Dans ce cas extrême qui pourrait correspondre à une trop longue mise en défens, le feu de saison sèche, après la chute des graines (juillet) assure un nettoyage parfait et crée des conditions très favorables à la régénération du pâturage par le réensemencement naturel du *Stylosanthes*.

## VI. INCIDENCE ECONOMIQUE

Le problème de l'amélioration du pâturage naturel doit être considéré en fonction de la structure des exploitations et des sources de financement.

### 1. Dans le cadre d'une amélioration exten-

sive des pâturages, il faut tenir compte des deux faits essentiels suivants :

— l'expérimentation montre que dans tous les cas, même sans aucune façon culturale, à partir de la troisième année, le recouvrement est comparable dans tous les objets et suffisant pour accroître la productivité;

— les quantités de semences utilisées sont suffisantes pour assurer l'installation de la légumineuse. On peut réduire ces quantités ou les augmenter selon la richesse des sols et le couvert végétal;

On peut donc préconiser, en milieu extensif :

— si les conditions de sol sont favorables, d'ensemencer sans aucune façon culturale, le facteur « temps » n'étant pas primordial;

— si les conditions de sol ou de végétation sont défavorables, on peut améliorer l'implantation en utilisant des doses de semis élevées ou une façon culturale économique et efficace. Le choix dépend des prix de revient des semences et des disponibilités en matériel. Le disquage avec un cover-crop semble le mieux indiqué. Le prix de revient des semences ne peut être diminué que si l'on mécanise et industrialise la récolte et le battage;

— l'utilisation du feu n'est pas indispensable sauf si l'on n'est pas sûr de le contrôler une fois les semis effectués.

### 2. Dans le cas d'une intensification du mode d'exploitation

La conduite à tenir dépend dans ce cas :

- de la structure des sols,
- du degré d'intégration de l'élevage à l'agriculture.

L'amélioration du pâturage et la mise en exploitation seront accélérées si l'on utilise une façon culturale tels le disquage ou le sous-solage.

Le disquage exigeant moins de puissance est toujours moins onéreux que le sous-solage, il doit être préféré sauf si les sols sont trop compacts ou si, après amélioration, le pâturage doit être mis en culture dans le cadre d'un assolement.

Le labour en bandes ne donnant pas de meilleurs résultats que le disquage, il doit être réservé à l'installation d'une association de

*Stylosanthes* avec une ou plusieurs graminées ou à l'emploi d'une fumure de fond. Dans les conditions de la présente expérimentation, le prix de revient du disquage est quatre fois moins élevé que celui du labour ou du sous-solage.

## CONCLUSIONS

*Stylosanthes gracilis* est la légumineuse qui semble le mieux adaptée à la compétition interspécifique. Son agressivité est telle que son implantation dans le milieu naturel ne nécessite ni façons culturales onéreuses, ni fumure minérale ou inoculation. Devant l'étendue des superficies qui peuvent être améliorées, il était nécessaire de faire une étude comparative des divers modes d'implantation utilisables aussi bien en milieu extensif qu'intensif.

L'expérimentation a montré que même si aucune intervention ne vient modifier les facteurs de la compétition en sa faveur, *Stylosanthes* finit par s'implanter et avoir un recouvre-

ment et une productivité compatibles avec une exploitation normale. Dans ce cas, qui est le plus favorable, le temps nécessaire à l'amélioration est de l'ordre de deux années. On peut accélérer son implantation si l'on réduit la compétition des savanicoles, on améliore les possibilités d'approvisionnement en eau et sels minéraux du *Stylosanthes*. Le disquage et le sous-solage donnent les meilleurs résultats, et dans le cadre d'une amélioration extensive de grandes superficies, il apparaît que le disquage est la technique qui doit être adoptée. Le feu peut être un moyen de diminuer la compétition mais l'expérimentation montre qu'il n'est pas indispensable.

La vulgarisation des différentes techniques d'implantation nécessite que des études préalables soient effectuées afin de déterminer, pour une région donnée, quelles sont les zones climatiques qui permettent le développement normal du *Stylosanthes* et, dans ces zones, quels sont les facteurs édaphiques limitant son implantation.

## SUMMARY

### Study on different methods of implantation of *Stylosanthes gracilis*

An experiment about the different methods of implantation of *Stylosanthes gracilis* among the natural pastureland was carried out. Changing factors having an effect upon the competition between the species have been tested. The results show that if there is no cultural dressing at all, in the reference fields, the recovering by *Stylosanthes gracilis* reaches, the third year, the recovering of the other field trials. Burning which removes the screen of vegetation improves the implantation of *Stylosanthes gracilis*. The over crop use is the most economical method in extensive. Subsoiling may be prescribed when the soils are compact in case of an integration of the pastureland into a rotation.

## RESUMEN

### Estudio sobre los varios modos de implantación de *Stylosanthes gracilis*

Se efectuó una experimentación concerniente a los varios modos de implantación de *Stylosanthes gracilis* en el pasto natural. Se comprobaron diferentes factores influyendo sobre la competición entre las especies. Los resultados muestran que, sin trabajos culturales en las parcelas testigas, el recubrimiento llega al tercer año el de los otros ensayos. El fuego mejora la implantación al suprimir la pantalla de la vegetación natural. La utilización del « cover-crop » es la más económica en medio extensivo. Se puede preconizar el subsolado si los suelos son compactos.

## BIBLIOGRAPHIE

- GRANIER (P.). Le *Stylosanthes gracilis* à Madagascar. Amélioration des savanes et intégration de l'élevage à l'agriculture. *Bull. Madagascar*, 1970 (289): 522-550.
- GRANIER (P.). Modes d'exploitation des pâturages de *Stylosanthes gracilis*. (En cours de publication.)
- GROF (B.). Establishment of legumes in the humid tropics of north-eastern Australia. Proc. 9 th int. Grassld Congr. Sao Paulo, 1965, pp. 1137-42.
- OLD (S. M.). Microclimate, fire and plant production

- in an Illinois prairie. *Ecol. Monogr.* 1969, **39** (4): 355-384.
- RHODES (I.). Competition between herbage grasses. *Herb. abstr.* 1970, **40** (2): 115.
- SMITH (C.A.). Oversowing pasture legumes into *Hyparrhenia* grasslands of Northern Rhodesia. *Nature, Lond.* 1963, **200** (4908): 811-812.
- STURTZ (J.). Burning and pasture establishment in the Northern Territory Australia. Proc. second World Conference on Animal Production. University of Maryland U.S.A., July 1968, pp. 419-420.
- TALINEAU (J.C.). Action des facteurs climatiques sur la production fourragère en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, ser. Biol.*, **14**: 51-76.
- TALINEAU (J.C.), LESPINA (P.A.). Evolution des profils hydriques relevés par la méthode neutronique sous quelques plantes fourragères en saison sèche. *Cah. ORSTOM, ser. Biol.*, **15**: 3-19.
- THOMAS (P.I.). Increased forage from Stylo on sandveld. *Rhodesia agric. J.*, 1970, **67** (2): 39-49.
- TULEY (P.). *Stylosanthes gracilis*. *Herb. abstr.*, 1968, **38** (2): 87-94.

## Extraits-Analyses

### Maladies à virus

- 72-166 **RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTON-DRAMARY (E.), RANDRIAMAMPINANINA (R.).** — Etude des propriétés biologiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4) : 497-506.

Toutes les techniques mises en œuvre n'ont pas permis de différencier le virus de l'encéphalomyélite porcine malgache de 2 souches européennes du virus de Teschen, exception faite de la difficulté de l'infection buccale du porc et de l'absence de multiplication intestinale avec les souches locales.

L'immunofluorescence donne des résultats en accord avec ceux de l'histochimie : replication cytoplasmique du virus. L'immunodiffusion est positive avec le virus de culture cellulaire. La séro-neutralisation montre l'antigénicité croisée entre les souches locales et européennes.

Le virus présente une étroite spécificité d'hôte et d'effet cytopathogène. Seules les cellules rénales de porc y sont sensibles. Sur ce système cellulaire, il produit des plages de dimensions variables.

La multiplication de ce virus est partiellement inhibée en culture cellulaire par le virus de Newcastle.

Les passages du virus en série sur cellules rénales de porc atténuent son pouvoir pathogène, tout en lui conservant un pouvoir immunisant.

- 72-167 **OWOLODUN (B. Y.).** — La fièvre aphteuse et la distribution des sérotypes viraux en Nigeria. (Foot-and-mouth disease and virus types distribution in Nigeria. *Bull. Epiz. Afr.*, 1971, 19 (3) : 257-261.

La majeure partie des renseignements épizootiologiques proviennent des Etats du nord du pays. L'origine des foyers de fièvre aphteuse est surtout attribuée aux animaux de commerce qui pénètrent en Nigeria en provenance des pays voisins (Niger, Tchad).

A partir de l'année 1960, la répartition des sérotypes du virus s'est transformée considérablement. Précédemment le type 0 était le seul signalé ; depuis on a trouvé, en plus de celui-ci, les sérotypes A, SAT 1 et SAT 2. La fréquence la plus grande appartient toujours au type 0, suivi par le type A.

- 72-168 **ZWART (P.), GISPEN (R.) et PETERS (J. C.).** — Un foyer de vaccine chez des okapis (*Okapia johnstoni*). (Cowpox in okapis *Okapia johnstoni* at Rotterdam zoo). *Brit. vet. J.*, 1971, 127 (1) : 20-24.

Cet article décrit l'évolution d'un foyer de vaccine survenue au zoo royal de Rotterdam dans un groupe de cinq okapis comprenant quatre adultes et un jeune de deux mois.

La maladie a été bien supportée par les animaux adultes qui ont eu des lésions cutanées caractéristiques; par contre le jeune a succombé mais comme il souffrait aussi d'hépatite, il est difficile de déterminer la cause exacte de cette mort.

L'origine de cette infection reste obscure étant donné les conditions dans lesquelles vivaient ces animaux, sans contact aucun avec le public, et en l'absence de tout autre cas chez les autres espèces conservées dans le zoo.

- 72-169 **McKERCHER (D. G.), SAITO (J. K.), FRANTI (C. E.), WADA (E. M.) et CRENSHAW (G. L.).** — Réponse des veaux aux vaccins anti-Parainfluenza-3, administrés par la voie nasale ou parentérale. (Response of calves to Parainfluenza-3 vaccines administered nasally or parenterally). *Amer. J. vet. Res.*, 1972, **33** (4): 721-730.

Des vaccins anti-Parainfluenza-3 ont été essayés par les voies nasale et parentérale sur des groupes de veaux privés ou non de colostrum. Ils ont induit la formation d'anticorps sériques et nasaux dont les titres étaient plus élevés chez les sujets inoculés par la voie nasale, mais l'indice d'excrétion nasale du virus-vaccin était aussi plus élevé chez ces animaux ainsi que chez les vaccinés par simple contact.

L'épreuve virulente pratiquée par la voie nasale n'a provoqué aucune réaction fébrile ou clinique chez les vaccinés et les témoins. Parmi les veaux privés de colostrum, ceux qui avaient été vaccinés par la voie parentérale produisent, après l'épreuve, beaucoup plus d'anticorps nasaux et sériques que les vaccinés par voie nasale. Le phénomène inverse a été observé chez les animaux qui avaient reçu du colostrum.

Chez la plupart des animaux, la diminution du taux d'excrétion de virus, après l'épreuve, était en relation étroite avec le titre des anticorps, sauf chez les sujets privés de colostrum et vaccinés par la voie nasale où l'excrétion de virus durant les 6 premiers jours suivant l'épreuve était abondante.

- 72-170 **TIDWELL (Mac A.), DEAN (W. D.), TIDWELL (M. A.), COMBS (G. P.), ANDERSON (D. W.), COWART (W. O.) et AXTELL (R. C.).** — Transmission du virus de la peste porcine par des taons (*Tabanidae*: *Diptera*). (Transmission of hog cholera virus by horseflies (*Tabanidae*: *Diptera*). *Amer. J. vet. Res.*, 1972, **33** (3): 615-622.

Les auteurs ont examiné le rôle des mouches et des moustiques dans la transmission du virus de la peste porcine, en utilisant les techniques d'immunofluorescence et d'inhibition de l'I.F. pour détecter le virus ou des anticorps spécifiques. Deux espèces de tabanidés, *Tabanus lineola fabricius* et *T. quinquevittatus* wiedemann, ont transmis expérimentalement le virus du porc malade aux sujets sensibles dans les 2 heures suivant le repas infectant. Trois autres espèces de taons sont aussi des vecteurs possibles.

Les essais de dissémination du virus effectués avec six espèces de moustiques appartenant aux genres *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* et *Psorophora*, ont été négatifs.

- 72-171 **STEWART (W. C.), CARBEY (E. A.) et KRESSE (J. I.).** — Infection transplacentaire par le virus de la peste porcine chez les truies immunisées. (Transplacental hog cholera infection in immune sows). *Amer. J. vet. Res.*, 1972, **33** (4): 791-798.

Des truies gestantes et vaccinées ont été infectées avec une souche virulente de virus de la peste porcine. Chez 9 femelles ayant reçu du vaccin vivant et possédant un titre d'anticorps égal ou supérieur à 1,2 log<sub>10</sub>, il n'y eut pas de transmission transplacentaire du virus aux fœtus. Chez une truie sans anticorps décelable, qui a d'ailleurs succombé ensuite à l'infection, le virus a été transmis aux fœtus. Parmi les 12 truies immunisées par du vaccin inactivé, les titres d'anticorps étaient très bas ou indécélables; l'infection expérimentale a provoqué chez elles diverses réactions cliniques et une transmission *in utero* du virus aux descendants de 3 des 6 parturientes.

- 72-172 **KEMP (G. E.), CAUSEY (O. R.), MOORE (D. L.), ODELOLA (A.) et FABIYI (A.).** — Le virus de Mokola. Etudes complémentaires de la souche IbAn 27377, nouvel agent de zoonose apparenté au virus rabique, en Nigéria. (Mokola virus. Further studies on IbAn 27377, a new rabies-related etiologic agent of zoonosis in Nigeria). *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1972, **21** (3): 356-359.

La souche IbAn 27377 du virus, dénommé virus de Mokola, a été isolée six fois à Ibadan, en Nigéria, dont quatre fois sur des musaraignes (*Crocidura* sp.), une fois du liquide cébrospinal d'un enfant atteint de convulsions et de fièvre suivies de guérison, et une fois du cerveau d'un autre enfant ayant succombé à un syndrome ressemblant à la poliomyélite (fièvre, somnolence, paralysie).

Selon les études de Shorpe et collab. en 1970, ce virus fut distingué, par la réaction de fixation du complément, des 250 arbovirus connus; il possédait au contraire des relations sérologiques et morphologiques avec le virus de la rage.

Une enquête sérologique a permis de trouver des anticorps neutralisants spécifiques chez un bovin (sur 57), une chèvre (sur 30), un oiseau (sur 23) et une chauve-souris de l'espèce *Eidolon helvum*. Aucun résultat positif n'a été obtenu avec les sérums de 82 hommes, 91 musaraignes et 13 moutons.

- 72-173 **COGGINS (L.), NORCROSS (N.L.) et NUSBAUM (S.R.).** — Diagnostic de l'anémie infectieuse équine par la réaction d'immunodiffusion. (Diagnosis of equine infectious anemia by immunodiffusion test). *Am. J. vet. Res.*, 1972, 33 (1): 11-18.

Des anticorps spécifiques du virus de l'anémie infectieuse du cheval ont été détectés par la réaction d'immunodiffusion sur 111 poneys infectés expérimentalement, mais non sur les 77 témoins. Ils apparurent en 3 semaines environ après l'inoculation du virus, chez la plupart des animaux et avant le 45<sup>e</sup> jour chez le reste. D'autre part, l'inoculation à 84 poneys du sang de 84 chevaux sérologiquement positifs et atteints des différentes formes de la maladie (aiguë, chronique, inapparente), provoqua une maladie clinique avec apparition d'anticorps spécifiques. Le sang de 77 témoins n'a donné aucune inoculation positive. Ce test d'immunodiffusion peut donc être considéré comme un excellent moyen de diagnostic de cette maladie.

- 72-174 **FOSTER (N.M.), LUEDKE (A.J.) et METCALF (H.E.).** — Fièvre catarrhale du mouton et des bovins: efficacité des œufs embryonnés pour l'isolement du virus. (Bluetongue in sheep and cattle: efficacy of embryonating chicken eggs in viral isolations). *Am. J. vet. Res.*, 1972, 33 (1): 77-81.

L'inoculation, par la voie veineuse aux œufs embryonnés de 10 jours, du sang traité aux ultra-sons et provenant de moutons ou de bovins suspects, a donné des résultats équivalents à l'inoculation de moutons: sur 40 cas positifs, le virus de la fièvre catarrhale fut isolé 32 fois par ovoculture et 31 fois par inoculation de moutons; toutefois dans 8 cas, le virus fut isolé exclusivement par l'emploi de moutons et dans 9 cas uniquement par ovoculture.

La technique d'immunofluorescence a été appliquée avec succès soit aux cultures primaires de cellules rénales d'agneau infectées du virus isolé par ovoculture, soit à des coupes de tissus cardiaque et rénal des embryons inoculés.

## Peste bovine - Péripleurite

- 72-175 **PROVOST (A.), BORREDON (C.).** — Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripleurite lyophilisé utilisable, sur le terrain, sans réfrigération. 1. Sélection de virions bovipestiques à inactivation thermique retardée. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4): 507-520.

Ayant remarqué que l'inactivation thermique à 45° C du vaccin antibovipestique de cultures cellulaires lyophilisé se produisait selon un processus biphasique, les auteurs ont sélectionné un virus variant qui, après clonage, possède une demi-vie de 4 jours alors que celle de son parent n'est que de 1,8 jour à cette température.

Ce clone viral, dénommé 16b-1009, a été caractérisé quant à son innocuité, son pouvoir immunigène et sa thermostabilité; il permet la confection d'un vaccin lyophilisé qui conserve sa pleine activité après 15 jours à 45° C, au titre universellement admis de 10<sup>6,5</sup> DCP<sub>50</sub> par dose vaccinale, qualité qui permet son utilisation sans glace sur le terrain.

## Maladies bactériennes

- 72-176 **TADJEBAKHCHE (H.), GATEL (A.).** — Incidence sérologique des anticorps anti-brucelliques chez les animaux domestiques et l'homme en Iran. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4): 521-525.

L'incidence des anticorps anti-brucelliques en Iran a été recherchée sur 3.647 sérums récoltés dans les principales espèces animales domestiques et chez l'homme. Les pourcentages d'infectés sont : Ovins 4,24 p. 100 (Mâles 2,6 p. 100 - Femelles 4,3 p. 100), Caprins 2,18 p. 100, Bovins 12 p. 100 (veaux 8,2 p. 100 - Mâles 4,7 p. 100 - Femelles 16,1 p. 100), Equins 0,73 p. 100, Porcins 17,6 p. 100, Canins 4,87 p. 100, Buffles 5,5 p. 100, Homme 5,5 p. 100 (Mâles 5 p. 100 - Femelles 6,8 p. 100).

Les résultats obtenus par séro-agglutination et fixation du complément ont été comparés sur 674 sérums :

79,5 p. 100 des sérums positifs en S.A.L. sont positifs en F.C./

29,3 p. 100 des sérums suspects en S.A.L. sont positifs en F.C./

9,9 p. 100 des sérums négatifs en S.A.L. sont positifs en F.C./

Compte tenu des pourcentages de positivité obtenus, l'établissement de mesures rigoureuses concernant la prophylaxie de cette maladie en Iran est suggéré.

- 72-177 **SANSI (K. A. O.). — Infection expérimentale de l'embryon de poulet par *Dermatophilus congolensis*.** (Experimental *Dermatophilus congolensis* infection of chicken embryos). *Bull. Epiz. Afr.*, 1971, **19** (2): 159-166.

De fortes doses d'une suspension de *Dermatophilus congolensis* provoquent la mort des embryons de poulet, lorsqu'elles sont inoculées par les voies vitelline et chorioallantoïque (mortalités respectives de 93 p. 100 et 73 p. 100).

L'infection par la voie allantoïque est beaucoup moins sévère (mortalité de 36,7 p. 100).

L'auteur décrit les lésions observées, qui montrent que le pouvoir pathogène de *D. congolensis* est réel.

- 72-178 **SMITH (C. F.) et CORDES (D. O.). — Dermite infectieuse à *Dermatophilus congolensis* chez les ours polaires (*Thalactos maritimus*).** (Dermatitis caused by *Dermatophilus congolensis* infection in polar bears (*Thalactos maritimus*). *Brit. vet. J.*, 1972, **128** (7): 366-371. (Traduction du résumé.)

Une dermite extensive provoquée par *Dermatophilus congolensis* a sévi à répétition dans un groupe de 6 ours polaires (*Thalactos maritimus*) pendant plus de 10 ans. L'infection était marquée surtout sur les régions dorsales de la tête et du tronc, là où elle avait commencée. Elle s'est étendue ensuite sur les côtés du corps et a atteint les membres.

Des améliorations cliniques remarquables ont suivi l'injection intramusculaire de pénicilline-retard ou de streptomycine.

On peut considérer que les facteurs qui probablement ont contribué à l'installation de cette infection sont les piqûres de mouches et la constance de l'humidité.

## Mycoplasmoses

- 72-179 **PROVOST (A.). — Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XIV. Description de deux techniques applicables sur le terrain pour le diagnostic de la maladie.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (4): 475-496.

Ayant en vue la mise en place de moyens de diagnostic rapides et spécifiques pour la campagne interafricaine contre la péripneumonie, l'auteur propose et décrit en détail deux techniques applicables sans difficultés sur le terrain : l'une est la précipitation-diffusion en gélose adaptée en micro-technique, utilisant un gel d'agarose rehydratable et des disques de buvard imprégnés de réactifs puis desséchés; l'autre est une adaptation sur plaques de plexiglas à cupules de la réaction classique de CAMPBELL et TURNER, mettant en œuvre un matériel robuste adapté au transport tout terrain et des réactifs standardisés au laboratoire.

- 72-180 **KARST (O.) et ONOVIRAN (O.). — Isolement de *Mycoplasma agalactiae* var. *bovis* à partir du tractus respiratoire.** (Isolation of *Mycoplasma agalactiae* var. *bovis* from the respiratory tract). *Brit. vet. J.*, 1971, **127** (5): 9-10.

Les auteurs rapportent l'isolement d'une souche de *M. agalactiae* var. *bovis* à partir du tractus respiratoire d'un taureau qui servait à des tests d'efficacité du vaccin T<sub>1</sub> contre la péripneumonie.

Cette espèce était connue jusqu'à présent comme un agent exclusif de mammite dans les troupeaux laitiers.

Dans ce cas particulier, il s'agit d'un taureau de race zébu acheté à des éleveurs nomades.

Cette observation illustre une fois de plus le polytropisme des mycoplasmes isolés chez les animaux domestiques.

- 72-181 **PERREAU (P.), TRAM CUONG et VALLEE (A.).** — Isolement d'un mycoplasme du groupe *Mycoplasma mycoides* var. *capri* à partir d'un lait de mammite chez la chèvre. *Bull. Acad. vét.*, 1972, 45 (3): 109-116. (Résumé.)

A partir du lait de chèvres atteintes de mammite contagieuse grave, associée à des arthrites, une souche de mycoplasme est isolée; les procédés actuels d'identification permettent, sans doute aucun, de la classer dans un groupe de souches considérées comme représentatives de l'espèce *M. Mycoides* var. *capri*.

- 72-182 **ERNØ (H.), FREUNDT (E. A.), KROGSGAARD-JENSEN (A.) et ROSENDAL (S.).** — L'identification à *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* d'un microorganisme isolé chez le mouflon à manchettes. (The identification of an organism isolated from maned sheep as *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*). *Acta vet. scand.*, 1972, 13: 263-265.

Une souche de mycoplasme a été isolée de différents organes dans 14 cas mortels d'une maladie infectieuse sévissant chez des mouflons à manchettes (*Ammotragus lervia*) au zoo de Francfort.

Les caractères culturels observés et les tests sérologiques effectués montrent que cette souche appartient à l'espèce *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*; cette constatation met en évidence le risque potentiel que les animaux des parcs zoologiques peuvent créer dans un pays indemne de péripneumonie.

## Maladies à protozoaires

- 72-183 **HOOSHMAND-RAD (P.), HASHEMI-FESHARKI (R.).** — Anticorps fixant le complément chez des bovins infectés expérimentalement avec *Theileria annulata* ou vaccinés avec des cultures de tissus. (Complement-fixing antibodies in cattle experimentally infected with *Theileria annulata* or vaccinated with tissue culture). *Brit. vet. J.*, 1971, 127 (5): 244-250.

Le test de fixation du complément est appliqué à la détection d'anticorps fixant le complément dans les sérums de veaux vaccinés contre *Theileria annulata* ou inoculés expérimentalement avec des souches virulentes. Des schizontes produits en culture de tissus et lyophilisés sont utilisés comme antigènes dans le test de fixation du complément. Les auteurs démontrent l'incidence et la persistance des anticorps fixant le complément dans les sérums de veaux après vaccination ou après inoculation avec des souches sauvages. Ils proposent le jour le plus favorable pour le prélèvement de sérums d'animaux vaccinés pour effectuer un test de fixation du complément.

- 72-184 **RODRIGUEZ (O. N.), RIVAS (A.).** — Etudes hématologiques dans la babésiose et l'anaplasmose bovines. (Estudios hematológicos en la babesiosis y anaplasmosis bovinas). *Revta cubana Cienc. vet.*, 1971, 2 (1): 1-6.

Le sang, la moelle osseuse, la rate et les ganglions lymphatiques ont été étudiés chez trois cent quinze bovins de races Holstein, Jersey, Zébu, infectés naturellement et expérimentalement de babésiose et d'anaplasmose durant trois ans et demi. On a utilisé des méthodes de coloration cytochimiques, cytochimiques et on a fait des préparations humides pour l'examen en contraste de phases et « interférence ». Les examens de frottis et d'empreintes de sang et organes héma-

topoéitiques ont permis de déceler les agents de la babésiose (*Babesia bigemina* et *Babesia argentina*) et de l'anaplasmose (*Anaplasma marginale*).

L'emploi des colorations cytologiques et cytochimiques a facilité l'étude des signes cytopathologiques indirects produits par les *Babesia* et les *Anaplasma*. La microscopie a contrasté de phase et l'« interférence » ont rendu possible l'analyse détaillée de la morphologie et des mouvements cellulaires, et la localisation des parasites à l'intérieur et à l'extérieur des cellules. La connaissance de ces organismes, de même que les altérations morphologiques du sang et des tissus hématopoéitiques dans ces diverses maladies, intéressent l'hématologiste vétérinaire.

- 72-185 **KLIMES (B.), TANIÉLIAN (Z.). — Chimiothérapie de la coccidiose aviaire au Liban. V. Action du Duocoxin (mélange d'Amprolium et de Sulfaquinoxaline) sur la coccidiose expérimentale à *E. acervulina*, *E. mivati*, *E. necatrix* et *E. tenella* chez des poulets.** (The chemotherapy of avian coccidiosis in Lebanon. V. The effect of Duocoxin (a mixture of Amprolium and Sulfaquinoxaline) on experimentally induced *E. tenella*, *E. necatrix*, *E. mivati*, *E. acervulina* infections in chickens). *Magon sér. scient. Liban*, 1971 (37): 1-13.

L'efficacité d'un mélange soluble d'amprolium et de sulfaquinoxaline a été évaluée sur des poulets préalablement infectés par *E. mivati*, *E. acervulina*, *E. tenella* et *E. necatrix*. Les quatre premiers jours du traitement, une dose de 0,02 p. 100 des deux médicaments a été administrée dans l'eau de boisson puis les trois jours suivants une dose de 0,01 p. 100.

Les critères d'évaluation ont été la mortalité des poulets, la production d'oocystes et les gains de poids. La mortalité a été observée chez le groupe témoin infecté par *E. tenella* et chez le groupe traité infecté par *E. necatrix*. La suppression de la production d'oocystes est un facteur d'évaluation donnant de bons résultats chez *E. tenella* et *E. acervulina*. Avec *E. necatrix*, plus répandue dans la région, les résultats ne sont pas aussi bons.

Il n'y a pas de grandes différences dans la production d'oocystes ou les gains de poids entre les groupes infectés par *E. mivati*, qu'ils soient traités ou non. Cette dernière espèce n'influe guère sur l'économie de l'élevage des poulets.

On a noté des différences entre la résistance génétique de poulets Leghorn locaux et celle de poulets de chair importés, plus ou moins sensibles envers les quatre coccidies utilisées.

- 72-186 **BURRIDGE (M. J.), KIMBER (C. D.). — Epreuve indirecte des anticorps fluorescents pour mettre en évidence la theilériose bovine à *Th. parva*. Détection d'anticorps aux schizontes dans des prélèvements de sang séché.** (The indirect fluorescent antibody test for experimental east coast fever (*Theileria parva* infection of cattle). Detection of antibodies to schizonts in dried blood samples). *Z. tropenmed. Parasit.*, 1972, 23 (3): 328-331.

Les productions d'anticorps envers l'antigène des schizontes de *Th. parva* en culture de cellules de *Th. parva* ont été comparées entre les prélèvements de sang séché sur papier filtre et des sérums, pour être utilisées dans l'épreuve indirecte de fluorescence des anticorps dans la theilériose expérimentale. Il existait une bonne corrélation entre les titres d'anticorps du sérum dédoublé et des échantillons de sang séché prélevés sur quarante-deux bovins infectés par *Th. parva*. Une élévation du titre des anticorps a été décelée en utilisant les deux types d'épreuve chez vingt-huit bovins guéris. L'utilisation de prélèvements de sang séché dans cette épreuve pourrait donc être appliquée dans les études épizootologiques sur la theilériose.

- 72-187 **BURRIDGE (M. J.), MORZARIA (S. P.), CUNNINGHAM (M. P.), BROWN (C. G. D.). — Durée de l'immunité envers la theilériose bovine à *Th. parva*.** (Duration of immunity to east coast fever (*Theileria parva* infection of cattle). *Parasitology*, 1972, 64 (3): 511-515.

Quarante-cinq bovins, guéris de la theilériose et soustraits à la réinfection pendant des périodes de un à quarante-trois mois, ont été soumis à une seule inoculation d'épreuve mortelle à l'aide d'un stabilat préparé à partir d'un broyat de tiques infectées. Tous ont résisté à cette inoculation qui a provoqué la mort des cinq animaux témoins. L'incidence des réactions fébriles bénignes a augmenté en fonction du temps écoulé depuis la dernière exposition à *Th. parva*, indiquant une perte progressive d'immunité en l'absence de réinfection. La durée de l'immunité n'était pas liée à la gravité de la réaction initiale.

- 72-188 DENNIG (H.K.), BROCKLESBY (D.W.). — *Babesia pantherae* sp. nov., piroplasma du léopard (*Panthera pardus*). (*Babesia pantherae* sp. nov., a piroplasm of the leopard (*Panthera pardus*). *Parasitology*, 1972, 64 (3): 525-532.

Une grande espèce de *Babesia* a été trouvée chez un léopard (*Panthera pardus*) au Kenya. Elle s'est développée chez des chats domestiques mais aucun autre animal ne s'est révélé réceptif à cette espèce. Le parasite a été comparé à d'autres piroplasmes de félidés; il différait d'eux par quelques caractères significatifs. Il a été déterminé comme étant une nouvelle espèce et a été nommé *Babesia pantherae*.

## Trypanosomoses

- 72-189 MAILLOT (L.). — Essais de transmission cyclique de trypanosomes du groupe congolense (2<sup>e</sup> note). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4): 539-541.

Les essais de transmission cyclique de *Trypanosoma congolense* ont été poursuivis et la souche a été entretenue uniquement par voie cyclique de juillet 1970 à janvier 1971.

- 72-190 FROMENTIN (H.). — Culture de *Trypanosoma gambiense* et autres trypanosomes en milieu liquide. Influence du métabolisme glucidique des hématies servant à l'enrichissement. *Acta trop.*, 1972, 29 (3): 269-279.

La croissance de *Trypanosoma gambiense* en milieu liquide semi-synthétique a mis en parallèle l'activité de la glucose-6-phosphate dehydrogénase des hématies enrichissant le milieu; cette activité s'est communiquée au milieu et était indépendante du taux d'hémoglobine.

Plusieurs esters phosphorylés du glucose ont favorisé la multiplication de *T. gambiense*: glucose-6-phosphate (G-6-P); fructose-6-phosphate (F-6-P); fructose-1,6 diphosphate (F-1,6 diP); acide 6-phosphogluconique (6-PG); ribulose-5-phosphate (Ru-5-P) et ribose-5-phosphate (R-5-P). *T. theileri* a été activé par G-6-P, F-6-P, Ru-5-P et R-5-P; *T. theileri* par G-6-P et 6-PG; et *T. rotatorium* seulement par G-6-P.

La multiplication de *T. gambiense* a été stimulée durant 24 heures par le bleu de méthylène à  $1,6 \times 10^{-4}$  M mais non celle de *T. rotatorium*. Un milieu chimiquement défini, complété par des esters phosphorylés du glucose permet d'obtenir quatre passages de *T. rotatorium* pendant une période de trois semaines. Ces observations sont interprétées comme reflétant peut-être des variations dans les proportions de NADPH et NADP<sup>+</sup> des trypanosomes.

- 72-191 GILL (B.S.). — Etudes sur la chimioprophylaxie du nagana (*Trypanosoma evansi*). (Studies on the chemoprophylaxis against surra (*Trypanosoma evansi*). *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 1972, 52 (1): 33-44. (Résumé.)

Des composés à dose minima-curative (CD 80) et maxima-tolérable (TD 80) furent testés sur des rats quant à leur activité prophylactique vis-à-vis d'une inoculation unique et des inoculations répétées de *T. evansi*.

Les trypanosomes furent injectés soit en faible nombre ( $2 \times 10^3$ ), soit en grand nombre ( $1 \times 10^6$ ).

La tryparsamide n'a fourni aucune protection. La diminazène donnait une protection complète pendant sept jours vis-à-vis d'une faible quantité de trypanosomes seulement.

La protection obtenue par la suramine (5 à 50 mg/kg) durait de deux à quatre semaines.

Le complexe suramine-tryparsamide était synergétique: à la dose de 10 mg/kg la protection était de huit et six semaines selon le nombre de trypanosomes injectés; à la dose de 75 mg/kg, elle fut de dix-huit à seize semaines.

La Quinapyramine à 5 et 7 mg/kg fournit une protection pendant quatre semaines. Le prosalit, aux mêmes doses, fournissait une protection durant neuf et quatre à cinq semaines selon le nombre de trypanosomes injectés.

Le Diminazène suraminaté à 50 mg/kg a donné une protection pendant vingt-deux et dix-neuf semaines.

A l'exception de la suramine, la protection fournie par les autres produits contre l'infection légère était de plus longue durée que celle contre l'inoculation forte.

La protection complète vis-à-vis d'inoculations répétées, atteignit environ un tiers à la moitié de la durée de prophylaxie contre l'infection unique. Après le premier arrêt de la prophylaxie, la protection diminuait progressivement jusqu'à disparition complète au cours des deux à huit inoculations consécutives.

Chez certains rats, les infections qui se manifestent au cours d'une prophylaxie par la quinapyramine, connaissent une évolution discontinue. Des tests sérologiques mirent en évidence une immunité chez ces animaux. Les souches isolées à partir de ces animaux furent trouvées résistantes contre la quinopyramine.

- 72-192 **KAYEMBE (D.), WERY (M.).** — Observations sur la sensibilité aux diamidines de souches de *Trypanosoma gambiense* récemment isolées en République du Zaïre. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 1972, 52 (1): 1-8. (Résumé.)

Seize souches de *Trypanosoma gambiense* récemment isolées sur cobaye dans la République du Zaïre ont été étudiées sur rats albinos au point de vue de leur sensibilité aux diamidines.

L'action préventive du médicament administré par voie intramusculaire à raison de 4 mg par kg a protégé environ 50 p. 100 des animaux, à condition que l'inoculation des parasites par voie intrapéritonéale n'ait pas eu lieu plus de dix jours après l'injection protectrice. Deux souches se sont montrées réfractaires à tous les essais de protection.

Une dose unique de 4 mg ou de 16 mg par kg ne s'est montrée curative sur aucune des souches étudiées.

Deux souches, qui avaient été mises en contact à 2 ou 3 reprises avec de telles doses subcuratives, ont résisté à des doses uniques rapidement croissantes et finalement, se sont maintenues dans le sang des animaux ayant reçu deux cures complètes de 7 injections de 4 mg/kg.

- 72-193 **MOORS (A.).** — Variations dans la composition du liquide allantoïdien pendant le développement de l'embryon de poulet. Influence de certains facteurs sur la survie de *T. brucei*. (Changes in the allantoic fluid composition during the development of the chicken embryo. Influence of some factors on the viability of *Trypanosoma brucei*). *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 1972, 52 (1): 9-18. (Résumé.)

Plusieurs paramètres physiques, chimiques et physiologiques du liquide allantoïdien de l'embryon de poulet ont été mesurés quotidiennement au cours de l'embryogenèse normale, ainsi qu'au cours de l'infection par *T. brucei*, notamment en vue de vérifier si des variations de certains d'entre eux sont susceptibles d'influencer la survie de ces trypanosomes.

Les facteurs suivants ont été étudiés: le volume et le pH du liquide allantoïdien, sa conductivité, les taux de protéines, de glucose et d'acide urique, ainsi que le degré d'infestation par les parasites; l'évolution de l'activité des diestérases acide et alcaline a également été suivie.

Le liquide allantoïdien a été chromatographié sur Sephadex G-10 et G-75. L'importance respective des facteurs étudiés sur la survie des trypanosomes est discutée; il en ressort que l'élévation des phosphodiesterases pendant le développement pourrait être la cause principale de la disparition des trypanosomes du liquide allantoïdien au cours du développement embryonnaire.

## Parasitologie

- 72-194 **ESLAMI (A. H.), FAKHRZADEGAN (F.).** — Les Nématodes parasites du tube digestif des bovins en Iran. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4): 527-529.

Cent tubes digestifs de bovins obtenus à l'abattoir de Téhéran ont été examinés pour rechercher les Nématodes parasites. Quatorze espèces différentes de Nématodes ont été décrits pour la première fois en Iran.

Ce sont : *Gongylonema pulchrum*, *Haemonchus (contortus ou placei)* *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, *Marshallagia marshalli*, *Cooperia oncophora*, *Bunostomum phlebotomum*, *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus filicollis*, *Trichuris ovis*, *Chabertia ovina*, *Oesophagostomum venulosum*, *Oesophagostomum radiatum* et *Setaria cervi*.

D'une manière générale, le nombre de vers collectés était peu abondant.

- 72-195 **DAYNES (P.), BOUCHET (A.).** — Parasitisme et mortalité chez les veaux malgaches. Influence du déparasitage sur la composition des troupeaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4): 531-538.

Les auteurs, après avoir rappelé les résultats généraux obtenus par enquêtes à Madagascar, font état d'une étude effectuée dans une région délimitée.

Les contrôles coproscopiques des jeunes veaux révèlent un parasitisme important dominé par l'ascaridose qui se complique d'une strongyloïdose. Ces deux parasitoses sont remplacées vers le 5<sup>e</sup> mois par des strongles digestifs.

Une étude de compositions de troupeaux montre une mortalité atteignant 40 p. 100 des veaux de 0 à 6 mois, que les auteurs rattachent en partie au parasitisme élevé. Cette étude montre également qu'un déparasitage systématique a pu diminuer cette mortalité de 25 p. 100 et les auteurs expliquent pourquoi on peut espérer faire mieux.

- 72-196 **DESCHIENS (R.), VAUTHIER (C.), NORDAU (C. G.).** — Observations écologiques et biologiques sur *Bulinus forskalii*, vecteur de la bilharziose à *Schistosoma intercalatum*. *Bull. soc. Path. exot.*, 1972, 65 (1): 138-145.

L'observation de *Bulinus forskalii*, dans des élevages à équipements appropriés, au laboratoire, permet de vérifier, pour partie, le comportement de ce mollusque dans les gîtes naturels et même d'en préciser certains aspects.

Il est possible, en particulier : 1<sup>o</sup> de mettre en évidence les besoins alimentaires protidiques du mollusque et l'exploitation, par celui-ci, de la microflore et de la microfaune d'une biocénose définie; 2<sup>o</sup> de faire ressortir le caractère prédateur de *B. forskalii*, vis-à-vis, non seulement de la microfaune, mais aussi des petits Nématodes, de Cladocères ou de Copépodes; 3<sup>o</sup> de vérifier sa capacité d'excursion, en dehors de l'eau, qui le rapproche écologiquement des *Onchomelania* vectrices de la bilharziose à *S. japonicum*, ainsi que la conservation, en anhydrobiose relative ou en dormance, du mollusque.

Parmi les milieux qui sont les plus favorables à l'élevage de *B. forskalii* se trouvent ceux qui correspondent à une charge accusée en microflore et en microfaune élective (milieu comportant une association zoophytique à base de Chlorelles, d'Infusoires, de Rotifères et de Daphnies; milieu réunissant des feuilles de laitues autoclavées, des Chlorelles, des Infusoires, des Rotifères et des Daphnies). Cependant, des élevages conduits en utilisant, comme seul aliment de base, un compost pour la nourriture des poissons, sont prospères et durables, bien que ne comportant que des associations zoophytiques réduites.

- 72-197 **DAYNES (P.), BOUCHET (A.).** — Contrôle de l'efficacité du Nitroxylnil chez des bovins infestés par *Fasciola gigantica* à Madagascar. *Cah. Méd. vét.*, 1972, 41 (5): 202-206.

L'efficacité du Nitroxylnil est étudiée chez des zébus malgaches infestés naturellement ou expérimentalement par *Fasciola gigantica*.

Les contrôles d'efficacité du produit utilisé à la dose de 10 mg/kg sont effectués par coproscopie et par autopsie.

Les résultats sont très satisfaisants en ce qui concerne les douves adultes. Pour les immatures, ils sont irréguliers et une posologie plus élevée semble nécessaire.

Les auteurs relèvent la faible toxicité du produit et sa facilité d'emploi.

- 72-198 **GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.), TRONCY (P. M.).** — Les *Mammomonogamus* des ruminants domestiques et sauvages. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1972, 47 (2): 225-241.

Les auteurs, à partir d'une quarantaine d'exemplaires de Syngames de bovidés prélevés dans les collections des Ecoles vétérinaires de Lyon et d'Alfort, redécrivent *Mammomonogamus laryngeus* (Railliet, 1899) et *Mammomonogamus nasicola* (Von Linstow, 1899). Ils indiquent les caractères permettant de différencier les deux espèces, caractères qui reposent sur la structure et la forme de la capsule buccale, la conformation de la bourse caudale du mâle et de la côte dorsale, l'aspect de la queue de la femelle, la taille des parasites et de leurs œufs.

*Mammomonogamus* — vraisemblablement *M. nasicola* — existe également en République Centrafricaine dans la trachée de *Syncerus caffer aequinoxialis*.

- 72-199 GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.), TRONCY (P. M.), THAL (J.). — Existence de *Dirofilaria repens* Railliet et Henry, 1911 chez le lion (*Panthera leo*) en République Centrafricaine. *Dirofilariose sous-cutanée des carnivores et de l'homme*. *Bull. Soc. Sci. vét. Méd. comp. Lyon*, 1972, 74 (3) : 245-255.

Les auteurs ont décelé, dans l'est de la République Centrafricaine, la présence de *Dirofilaria repens* Railliet et Henry, 1911 dans le tissu conjonctif sous-cutané d'un lion. Cette espèce est signalée pour la première fois en Afrique Centrale.

*Dirofilaria repens*, parasite cosmopolite des chiens, est à l'origine de certains symptômes et de lésions cutanées.

*Dirofilaria repens* atteint également l'homme mais, dans ce cas, il reste à l'état immature dans des kystes sous-cutanés de l'œil ou d'autres parties du corps.

En Amérique, la dirofilariose est provoquée en grande majorité par *Dirofilaria tenuis*, filaire sous-cutanée de Raccoon.

- 72-200 PRESIDENTE (P. J. A.), KNAPP (S. E.). — Action anthelminthique du Rafoxanide contre *Fasciola hepatica* immatures chez des veaux. Anthelmintic effect of Rafoxanide against immature *Fasciola hepatica* in calves. *Am. J. vet. Res.*, 1972, 33 (8) : 1603-1610.

Trente veaux Holstein-Frisons, âgés de 2 à 3 mois, ont été séparés en 3 groupes de poids égal. Un total de 1.000 métacercaires de *Fasciola hepatica*, à raison de 200 métacercaires par jour pendant cinq jours consécutifs, ont été administrées à chaque animal au moyen d'une sonde stomacale.

Dans chaque groupe, cinq veaux ont reçu des métacercaires cultivées à partir d'œufs de *Fasciola hepatica* isolées de moutons infestés; les autres veaux ont reçu des métacercaires prélevées sur des bovins.

Le 47<sup>e</sup> jour de l'expérience, dix veaux du groupe 1 (témoins non traités) ont reçu un placebo en breuvage à la dose de 10 mg/kg de poids vif.

Du Rafoxanide (3,5-diiodo-3'-chloro-4'-p-chlorophenoxy-salicylanilide) a été administré en boisson à la dose de 7,5 mg/kg à 10 veaux du groupe II; et à la dose de 10 mg/kg aux veaux du groupe III.

Les gains moyens de poids vif de chaque veau traité du groupe II ( $\bar{X} = 16$  kg) et du groupe III ( $\bar{X} = 16,4$  kg) n'étaient pas significativement différents ( $P > 0,05$ ) de ceux des veaux témoins ( $\bar{X} = 14,3$ ) 42 jours après le traitement.

Des œufs de *F. hepatica* ont été mis en évidence dans les fèces de chaque animal témoin le 89<sup>e</sup> jour de l'expérience.

La numération moyenne était de 34,1 œufs par gramme de fèces. Celle des 5 veaux ayant reçu des métacercaires de souche bovine ( $\bar{X} = 51,7$ ) était significativement plus importante que la valeur moyenne trouvée pour les veaux ayant reçu des métacercaires de souche ovine ( $\bar{X} = 16,6$ ). Les numérations moyennes pour les veaux du groupe II ( $\bar{X} = 4$ ) et du groupe III ( $\bar{X} = 0,5$ ) ont été réduites de façon significative ( $P < 0,01$ ) par le traitement au Rafoxanide.

## Entomologie

- 72-201 PAGOT (J.), ITARD (J.), CHOMAT (M.). — Utilisation d'une membrane synthétique pour la nourriture artificielle des glossines (*Diptera-Muscidae*). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1972, 275, série D (8) : 911-12.

Des membranes de silicones ont été utilisées pour nourrir artificiellement des mouches tsé-tsé. Ces membranes présentent l'intérêt, par rapport à celles utilisées jusqu'ici, d'être chimiquement inertes et de pouvoir être stérilisées à des températures élevées.

Les insectes nourris, à travers ces membranes, avec du sang de mouton citraté glucosé, ont une meilleure longévité et produisent plus de pupes que ceux nourris avec du sang défibriné.

- 72-202 **FORD (J.), MAUDLIN (I.), HUMPHRYES (K. C.).** — Comparaisons entre trois petites collections de *Glossina morsitans morsitans* (Machado) (Diptera : Glossinidae) de la vallée du Kilombero, Tanzanie. I. Caractéristiques des mouches ayant un comportement différent. (Comparisons between three small collections of *Glossina morsitans morsitans* (Machado) (Diptera : Glossinidae) from the Kilombero River Valley, Tanzania. Part 1. Characteristics of flies exhibiting different patterns of behaviour). *Acta trop.*, 1972, 29 (3) : 231-249. (Résumé.)

Cinq types de comportement ont été identifiés chez des mâles (ayant déjà pris leur premier repas sanguin) de *Glossina morsitans morsitans* (Machado) capturés dans la région d'Ifakara (Tanzanie). Chaque type est caractérisé par des différences d'état nutritionnel (apprécié par mesure du contenu intestinal en liquide et en hémine) et par des différences dans les groupes d'âge prédominants. Ces caractéristiques ont aussi été étudiées chez les glossines capturées dans la Landrover lorsqu'elle traversait la région.

Des résultats obtenus chez les femelles et avant le premier repas sanguin sont également discutés; ils se révèlent ne pas être sans relation avec le comportement.

Un des objectifs de cette étude est de présenter des résultats sous une forme qui permette vraisemblablement d'effectuer des comparaisons avec ceux obtenus au laboratoire dans l'étude du comportement des glossines.

- 72-203 **REINHARDT (C.), STEIGER (R.), HECKER (H.).** — Ultrastructure de bactéries provenant du mycétome intestinal de *Glossina morsitans*, *G. fuscipes* et *G. brevipalpis* (Diptera, Brachycera). (Ultrastructural study of the midgut mycetome-bacteroids of the tsetse flies *Glossina morsitans*, *G. fuscipes*, and *G. brevipalpis* (Diptera, Brachycera). *Acta trop.*, 1972, 29 (3) : 280-288. (Résumé.)

On décrit l'ultrastructure de bactéries trouvées dans le mycétome intestinal de mouches tsé-tsé (*Glossina morsitans*, *G. fuscipes* et *G. brevipalpis*). Des micro-organismes de type bactérien en bâtonnets s'observent en grand nombre, serrés dans des cellules épithéliales hypertrophiées (mycétocytes) de l'intestin moyen. La paroi cellulaire des symbiotes a été mesurée et comparée avec les enveloppes de micro-organismes différents (rickettsies, bactéries gram+ et gram-, corps de Blochmann). Les résultats obtenus nous permettent de conclure que les symbiotes du mycétome intestinal appartiennent au groupe des bactéries gram-.

Les influences possibles de ces symbiotes sur la mouche tsé-tsé et les trypanosomes qu'elle transmet sont discutées.

- 72-204 **CURTIS (C. F.).** — Stérilité dans les croisements des sous-espèces de *Glossina morsitans*. (Sterility from crosses between sub-species of the tsetse-fly *Glossina morsitans*). *Acta trop.*, 1972, 29 (3) : 250-268. (Résumé.)

Des croisements ont été réalisés avec des populations de *Glossina morsitans* provenant de différentes régions d'Afrique de l'Est. Une compatibilité génétique a été mise en évidence chez deux populations de *G. m. morsitans*, mais les mâles de ces dernières laissent stériles après accouplement les femelles de *G. m. centralis* et de *G. m. submorsitans ugandensis*. Les croisements réciproques étaient modérément fertiles, mais les femelles hybrides étaient beaucoup plus souvent stériles, et les mâles hybrides incapables d'inséminer leurs compagnes. Les résultats des croisements rétrogrades indiquent que la stérilité des hybrides était probablement liée à une incompatibilité entre la mère de la progéniture contrôlée par plusieurs gènes loci chez les femelles hybrides alors que chez les mâles hybrides la stérilité était vraisemblablement liée à un seul locus.

De multiples accouplements ont montré que le sperme étranger était compétitif pour la fertilisation et, chez des femelles placées expérimentalement en position d'accouplements concurrentiels, aucune tendance à des copulations préférentielles n'a été mise en évidence au niveau des sous-espèces. Des lâchers de *G. m. morsitans* mâles doivent permettre de contrôler les populations des deux autres sous-espèces, mais des expériences sur les accouplements concurrentiels de mâles étrangers libérés dans la nature sont maintenant nécessaires.

- 72-205 **OVAZZA (M.), RODHAIN (F.).** — Note sur les Tabanidés et les Glossines de la basse Vallée de l'Omo (Ethiopie). *Bull. Soc. Path. exot.*, 1972, 65 (1) : 166-169 (Résumé.)

Les auteurs rapportent, dans la basse vallée de l'Omo (Sud-Ethiopie), la présence, dans la galerie forestière longeant le fleuve, de *G. fuscipes*, *G. palli-*

*dipes* et *G. longipennis*, ainsi que des Tabanidés suivants : *Ancala africana*, *Atylotus agrestis*, *Tabanus par*, *T. taniola* et *T. hamoni*. Les raisons de leur présence dans cette région sont discutées.

## Biochimie

- 72-206 **ODUYE (O. O.), FASANMI (F.). — Electrolyte du sérum et taux de protéines chez des bovins N'Dama et White Fulani nigériens.** (Serum electrolyte and protein levels in the nigerian white Fulani and N'Dama breeds of cattle). *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1971, **19** (4) : 333-339.

Faisant suite aux études réalisées sur les éléments cellulaires et la teneur en hémoglobine du sang de deux races bovines nigériennes : N'Dama et Foulbé, des recherches ont été réalisées sur les électrolytes et les valeurs protéiniques du sérum chez ces deux races.

Le sérum des Foulbé contient davantage de chlorure et de calcium mais moins de phosphate inorganique que celui des N'Dama.

Il n'y a pas de différences significatives dans les valeurs des protéines du sérum chez les deux races. Comparés aux bovins des climats tempérés, les Foulbé et N'Dama ont moins de sodium et de calcium. Les N'Dama présentent moins de chlorure dans le sérum. Les taux d'albumine du sérum des deux races nigériennes sont nettement inférieurs à ceux des bovins de climats tempérés.

- 72-207 **NIRMALAN (G.), NAIR (S. G.). — Protéines du plasma et quelques constituants azotés non protéiques dans le sang des éléphants indiens** (*Elephas maximus*). *Brit. vet. J.*, 1971, **127** (5) : 207-213.

Une analyse des protéines du plasma et quelques constituants azotés non protéiques du sang d'éléphants indiens suivant l'âge, le sexe et la lactation a montré que le plasma des éléphants avait des taux plus élevés en protéines totales et en globulines et un rapport globuline/albumine très bas comparé à celui d'autres mammifères. Le sang des femelles adultes non en lactation avait des teneurs plus élevées en protéines totales et en globulines dans leur plasma que celui des éléphanteaux. Le sang des femelles qui n'allaitaient pas différait de celui des femelles en lactation car il contenait de plus grandes quantités d'azote uréique et d'acide urique et la teneur du plasma en fibrinogène était plus riche. Les femelles non allaitantes avaient aussi plus d'azote uréique dans le sang que les éléphants adultes ayant leurs défenses.

Les valeurs pour l'azote total non protéique, l'azote uréique, l'acide urique, la créatinine et l'azote libre aminé dans le sang des éléphants étaient similaires à celles mentionnées pour d'autres mammifères dans la littérature.

- 72-208 **VOHRADSKY (F.). — Variations diurnes de la formule sanguine de vaches Shorthorn ouest-africaines, N'Dama et Sokoto Gudali au Ghana.** (Diurnal variations in the blood picture of West african Shorthorn, N'Dama and Sokoto Gudali cows in Ghana). *Acta vet. Brno*, 1971, **40** (4) : 387-395.

Un essai a été réalisé pour rechercher les variations diurnes possibles de la formule sanguine et leur signification chez trois races locales de bovins dans les plaines d'Accra au Ghana.

Les conclusions ont été les suivantes :

- chez les trois races, les valeurs du volume cellulaire montrent une diminution significative dans la matinée par rapport à l'après-midi;
- le taux d'hémoglobine est constant chez tous les animaux sauf chez les vaches N'Dama chez lesquelles il y a une chute significative à 10 heures;
- les numérations de globules rouges indiquent les valeurs les plus basses dans l'après-midi sauf chez les N'Dama qui accusent à 4 heures des valeurs plus élevées que celles relevées dans la matinée.

Les numérations de globules blancs sont constantes dans la journée, les N'Dama et les Sokoto Gudale montrant une différence significative entre 7 et 10 heures.

Deux des index hématologiques montrent des variations : le volume globulaire moyen et la concentration moyenne d'hémoglobine, mais le taux d'Hb cellulaire est presque constant.

Le nombre de lymphocytes diminue de façon significative tandis que celui des neutrophiles augmente chez les Shorthorn ouest-africaines et les N'Dama, les Sokoto Gudale montrant une tendance inverse.

Une baisse des éosinophiles est constante dans l'après-midi.

## Physiologie

- 72-209 **PUROHIT (G. R.), GHOSH (P. K.), TANEJA (G. C.). — Métabolisme de l'eau chez le mouton du désert, Influence de divers degrés de restriction d'eau sur la répartition en eau du corps chez le mouton Marwari.** (Water metabolism in desert sheep. Effects of various degrees of water restriction on the distribution of body water in Marwari sheep). *Aust. J. agric. Res.*, 1972, **23** (4): 685-691.

La répartition de l'eau dans différents compartiments du corps de huit moutons de la race Marwari a été déterminée après application des traitements suivants : eau à volonté, restriction à 75 p. 100, 50 p. 100 et 25 p. 100 des besoins normaux journaliers (durée de chaque traitement 5 jours avec un régime normal de 7 jours intercalé entre les traitements), et une privation complète d'eau pendant 3 jours. Les volumes du plasma, du sang total, de l'eau corporelle totale, et ceux des liquides interstitiels, intracellulaires et extracellulaires des animaux ont commencé à décroître lorsque la ration d'eau a été abaissée en dessous de 75 p. 100 des besoins normaux journaliers. Une réduction jusqu'à 25 p. 100 de la ration normale a eu les mêmes effets qu'une privation totale, le volume plasmatique tombant à 43 p. 100 et le volume du liquide extracellulaire à 33 p. 100. Ces observations marquent une aptitude inhabituelle de ces animaux à maintenir une circulation même lorsqu'ils doivent faire face à une hémococoncentration considérable.

- 72-210 **SCHOEN (A.). — Etudes sur la physioclimatologie d'une antilope du désert, le Dikdik.** (Studies on the environmental physiology of a semi-desert antelope, the Dikdik). *E. Afr. agric. for. J.*, 1972, **37** (4): 325-330.

La proportion d'eau chez une antilope tropicale du pré-désert, le Dikdik (*Rhynchotragus kirkii*) a été déterminée dans des conditions climatiques normales et chaudes et lorsque l'animal était déshydraté jusqu'à stabilisation du poids vif à environ 85 p. 100 de la normale.

Les taux de sodium et de potassium ont été mesurés et les variations de la température rectale et le taux respiratoire ont été notés.

La bonne tolérance à la chaleur du dikdik provenait principalement d'une importante capacité d'emmagasinage de la chaleur, la température corporelle variant de près de 6° C au-dessus de la normale. Le dikdik avait également un pouls très rapide atteignant environ 400 à la minute, soit environ 12 fois la vitesse normale.

Quand il est déshydraté et sans surcroît de chaleur, cet animal économise largement l'eau dans tous les compartiments liquidiens, l'urine pouvant être concentrée jusqu'à près de 5.000 m osms par litre et la perte d'eau évaporée étant réduite à environ 60 p. 100 de la normale.

Soumis à la chaleur ou déshydraté, il réduit les pertes d'eau dans les fèces de plus de 70 g à environ 55 g par 100 g de matière sèche fécale.

- 72-211 **SCHOEN (A.). — Influence de la chaleur et du manque d'eau sur la physiologie du céphalophe, du cob des roseaux et du cob d'Ouganda.** (The effect of heat stress and water deprivation on the environmental physiology of the bushbuck, the reedbuck and the Uganda Kob). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, **37** (1): 1-7.

L'équilibre en eau de trois antilopes est africaines, le céphalophe, *Tragelaphus scriptus dama*, le cob des roseaux, *Redunca redunca wardi* et le cob d'Ouganda, *Adenota Kob thomasi* a été déterminé sous des conditions normales ou chaudes et lorsque les animaux étaient déshydratés jusqu'à stabilisation de leur poids corporel à 85 p. 100 de la normale.

Dans les trois conditions, l'osmolarité de l'urine, les taux de sodium et de potassium ont été mesurés et les modifications de la température rectale et du rythme respiratoire ont été notés.

Sous la chaleur, ces antilopes sont capables de se nourrir normalement. Les rythmes respiratoires, généralement inférieurs à 40/minute n'ont atteint environ que 60/minute chez le cob des roseaux, 70 chez le cob et 150 chez le céphalophe après 10 heures à 40° C. La capacité d'accumulation de la chaleur était faible puisque chez aucun de ces animaux la température rectale n'a varié de plus de 1,5° C au-dessus de la normale (38, 38,5° C). Le céphalophe et le cob ont montré de bonnes réactions à la chaleur par évaporation, au contraire du cob des roseaux.

L'évaporation se manifestait la plupart du temps chez les animaux par une perte insensible d'eau à travers la peau. Lorsqu'ils étaient déshydratés, ces animaux augmentaient leur concentration électrolytique d'urine d'environ 50 p. 100, et les pertes d'eau par les fèces étaient réduites d'environ 5 p. 100 chez le céphalophe, 27 p. 100 chez le cob des roseaux et 38 p. 100 chez le cob. Le cation potassium a prédominé dans l'urine dans toutes les conditions.

## Alimentation

72-212 **SERRES (H.), MEISSONNIER (E.), GODET (G.). — Embouche de zébus malgaches. Essais complémentaires. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (4) : 551-568.**

Trois essais d'engraissement court, effectués chacun sur 100 bovins sont relatés. Il est montré que l'adjonction de vitamines et d'oligo-éléments aux rations utilisées est de peu d'intérêt. Un anabolisant améliore les performances. Il est inutile de couvrir les parcs d'embouche en saison sèche, et la couverture n'est sans doute pas rentable en saison des pluies. Les besoins azotés ne posent pas de problème car ils sont faibles.

Les vaches de réforme peuvent être engraisées avec de bons résultats.

L'intérêt de l'engraissement en parc est beaucoup plus grand en saison sèche qu'en saison des pluies.

Dans le cas particulier de l'embouche intensive, le problème de la tuberculose reçoit une solution économiquement plus favorable par l'élimination des animaux contagieux (examen clinique plus sérologie) que par l'emploi de la tuberculination.

72-213 **SAID (A. N.). — Digestibilité *in vivo* et valeur nutritive de l'herbe de Kikuyu, *Pennisetum clandestinum*, avec estimation de son rendement en nutriments. (In vivo digestibility and nutritive value of Kikuyu grass, *Pennisetum clandestinum* with a tentative assessment of its yield of nutrients). E. afr. agric. for. J., 1971, 37 (1) : 15-21.**

La matière sèche de l'herbe de Kikuyu au bout de six semaines de repousse (5-11 semaines) variait de 12,9 à 18,2 p. 100. La matière azotée totale était très élevée mais a considérablement diminué avec la maturité. La cellulose brute et l'extractif non azoté ont augmenté avec la maturité. L'extractif étheré et l'énergie brute ont diminué avec la maturité après huit semaines. Les taux de sodium ont été particulièrement bas à tous les stades de repousse mais les teneurs des autres minéraux se sont révélées élevées à suffisantes. Au bout de trois semaines seulement de repousse, les diminutions des coefficients de digestibilité pour tous les nutriments, sauf pour l'extractif non azoté et l'extractif étheré ( $P < 0,2$  et  $P > 0,5$  respectivement), ont été très significatives.

A six semaines de repousse, la diminution de l'extractif non azoté est devenue significative ( $P < 0,05$ ) et celle de l'extractif étheré a été très significative ( $P < 0,001$ ).

A six semaines, la valeur amidon des repousses a diminué d'environ 21 p. 100 et la matière azotée totale digestible a baissé de 50 p. 100 environ.

Pour l'herbe fauchée, la matière sèche et la valeur amidon par hectare se sont accrues considérablement avec la maturité mais la matière azotée totale par hectare a moins augmenté que la matière sèche et la valeur amidon. Par hectare, la matière sèche digestible et la matière azotée digestible ne se sont pas accrues autant que la matière sèche et la matière azotée totale. En fait, à partir d'un temps de repousse de huit-onze semaines, la matière azotée digestible par hectare diminue de 5 p. 100. Comme pâturage pour laitières à haut rendement, l'herbe de Kikuyu au bout de huit semaines de repousse manque d'énergie digestible nécessaire à l'entretien et à la production de 25,3 kg de lait à 4 p. 100 de matière grasse pour une vache de 400 kg de poids vif. La teneur élevée en

eau de l'herbe à ce stade a tendance à agir sur les organes digestifs et excréteurs de l'animal et l'herbe a provoqué de la météorisation que l'on peut contrôler en donnant du foin.

- 72-214 **LAKSEVELA (B.), BERGH (H.).** — Farine de poisson du lac Rodolphe. Essais sur des porcs et des poulets d'un échantillon de *Citharinus citharus*. (Lake Rudolf fishmeal. Chick and pig tests of a sample from *Citharinus citharus*). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 37 (1): 38-45.

Un échantillon de farine de *Citharinus* séché au soleil, provenant du lac Rodolphe, produit à petite échelle, a été expérimenté comme complément protéique pour l'alimentation des poulets de chair et des porcs charcutiers. Les poulets ont reçu des rations à 5, 10 et 15 p. 100 de farine de poisson. Les deux taux les plus élevés ont amélioré de façon significative la croissance, surtout en comparaison d'une ration entièrement végétale, mais aussi d'une ration contenant 10 p. 100 de farine de viande et d'os. La ration à 5 p. 100 a augmenté aussi significativement la croissance par rapport à la ration entièrement végétale mais pas autant qu'une ration à 10 p. 100 de farine de viande et d'os.

On a donné à des porcs recevant des mélanges riches en protéines à 5, 10 et 15 p. 100 de farine de poisson, des quantités croissantes de supplément pauvre en protéines, principalement un mélange de céréales. Les pourcentages totaux de farine de poisson pour les porcs ont alors diminué régulièrement de 5, 10 et 15 p. 100 à 1,79, 3,57 et 5,36 p. 100 respectivement à la fin de l'expérience. Toutes les proportions de farine de poisson ont augmenté significativement la vitesse de croissance, si l'on compare les deux types de rations : celle entièrement composée de végétaux ou celles comprenant 10 p. 100 - 3,57 p. 100 de farine de viande et d'os.

Mais les taux les plus élevés de farine de poisson ont donné les meilleurs résultats. Chez les volailles et les porcs, ces résultats obtenus avec la farine de poisson locale ne diffèrent pas de façon significative de ceux donnés par des taux similaires de farines de poisson étrangères. L'efficacité des aliments a également été très améliorée par l'addition de farine de poisson, ce qui était confirmé par la vitesse de croissance des volailles et du porc.

Les tests d'appétibilité de la viande de poulet n'ont pas révélé de différences entre les diverses rations.

- 72-215 **MARSHALL (B.), LONG (M. I. E.).** — Apport et excrétion de calcium chez des zébus utilisés pour des essais de digestibilité. (Calcium intake and excretion of zebu cattle used for digestibility trials). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 37 (1): 46-48.

Douze foins ont été donnés à des bœufs adultes en quantité suffisante et trois fourrages verts à des génisses au cours de recherches sur la digestibilité de ces plantes fourragères. On a analysé le calcium de ces aliments et des fèces rejetées. Les pertes endogènes ont été calculées d'après des données récemment publiées et ont été utilisées avec les ingestions de calcium, déterminées dans les essais cités, pour calculer le pourcentage utilisable et les pertes ou les gains moyens journaliers. Aucune relation avec les données disponibles n'a été trouvée en ce qui concerne la disponibilité du calcium mais, à partir des résultats obtenus, il semblerait que les bœufs adultes aient besoin pour leur entretien d'un taux de calcium supérieur à 0,2 p. 100 pour éviter un bilan de calcium négatif.

- 72-216 **SONEJI (S. V.), MUSANGI (R. S.), OLSEN (F. J.).** — Recherches sur la consommation volontaire et la digestibilité à différents stades de croissances de *Brachiaria ruziziensis*, *Chloris gayana* et *Setaria sphacelata* à l'aide de moutons Corriedale castrés. I. Digestibilité et consommation volontaire. (Digestibility and feed intake investigations at different stages of growth of *Brachiaria ruziziensis*, *Chloris gayana* and *Setaria sphacelata* using Corriedale wether sheep. I. Digestibility and voluntary intake). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 37 (2): 125-128.

Des études ont été effectuées pour évaluer la digestibilité et la consommation alimentaire à différents stades de la croissance de *B. ruziziensis*, *C. gayana* et *S. sphacelata*. Des moutons Corriedale castrés ont été utilisés pour effectuer ces essais de digestibilité *in vivo*.

D'après ces études :

1. *B. ruziziensis* a une digestibilité significativement supérieure à celle des deux autres espèces. Sa consommation par les moutons, aux derniers stades de croissance, est aussi nettement plus élevée que chez les deux autres espèces;
- C. gayana* a la croissance la plus rapide et produit donc les premiers herbages utilisables en pâturages mélangés. *S. sphacelata* a une croissance lente et sa

valeur nutritive, dans les derniers stades de végétation, est comparativement basse; 2. Il y a des différences significatives entre les stades de croissance du point de vue de la digestibilité et de la consommation. Généralement, les deux premiers stades de croissance donnent une digestibilité et une consommation meilleures que les deux derniers.

On peut en déduire que le bénéfice optimal en termes de digestibilité et de consommation pourrait revenir au bétail et indirectement au fermier si l'utilisation du pâturage est calculée pour coïncider avec le stade épiaison tardive ou le stade floraison précoce des graminées.

- 72-217 **PRESTON (T. R.), MARTIN (J. L.), WILLIS (M. B.), GARCIA (J.).** — **Sous-produits de la canne à sucre et production intensive de viande. 12. Comparaison de rations à base de mélasse brute et de mélasse purifiée, de farine de poisson et de levure de torula.** (Sub-productos de la caña y producción intensiva de carne. 12. Comparación de la miel final e integral, harina de pescado y levadura de torula). *Revta cubana Cienc. agric.* 1971, 5 (2): 167-170.

Quarante-huit taureaux Brune des Alpes × Brahman, âgés de dix-huit mois environ, ont été utilisés pour comparer la valeur de la mélasse brute (jus de canne concentré non purifié), de la mélasse purifiée et de compléments protéiques à base de farine de poisson ou de levure de torula.

Le système d'alimentation comprenait de la mélasse additionnée de 2 p. 100 d'urée et distribuée *ad libitum*, du fourrage vert (1,5 p. 100 du poids vif) et le complément protéique (0,8 p. 100 du poids vif : N × 6,25).

Au bout de deux cents jours environ, la ration de mélasse brute a donné des carcasses significativement plus épaisses que celle de mélasse purifiée. La consommation quotidienne d'énergie métabolisable a été supérieure de 16 p. 100 avec la mélasse brute et les carcasses obtenues avec ces rations comportaient moins d'os et le rapport viande-os était plus élevé. Aucune différence dans le comportement n'a pu être attribuée à la nature du complément protéique.

- 72-218 **VEITIA (J. L.), ESQUIVEL (C.), SIMON (L.).** — **Herbe à éléphant et paille de riz donnés à des bovins de boucherie engraisés avec des rations à base de mélasse. 1. Croissance et conversion.** (Hierba elefante y paja de arroz como fuentes de forraje para ganado de carne cebado con dietas basadas en miel. 1. Crecimiento y conversión). *Revta cubana Cienc. agric.*, 1971, 5 (2): 171-174.

Trente taureaux Brahman ont été alimentés individuellement jusqu'à l'obtention d'un poids de 300 à 400 kg avec une ration à base de mélasse/urée complé-mentée avec de l'herbe à éléphant et de la paille de riz donnés à volonté ou de la paille de riz à raison de 1 p. 100 du poids vif. Le gain journalier de poids vif et de poids de la carcasse a été 20 p. 100 plus rapide avec l'herbe à éléphant qu'avec la ration réduite en paille de riz. Les gains en poids vif ont été semblables avec la paille de riz donnée à volonté ou réduite, mais au moment de l'abattage, les bovins alimentés avec une ration réduite en paille de riz ont eu un rendement plus élevé, l'augmentation du poids de la carcasse ayant été meilleur. Considérés dans leur ensemble, les animaux alimentés avec de la paille de riz ont eu des carcasses significativement plus grasses que ceux alimentés avec de l'herbe à éléphant.

- 72-219 **GILL (R. S.), SHARMA (D. D.), MUDGAL (V. D.).** — **Etudes sur l'utilisation de l'azote non protéique chez les ruminants. I. Influence de différents niveaux d'énergie sur l'utilisation de l'urée chez les génisses zébus en croissance.** (Studies on the non-protein nitrogen utilization in ruminants. I. Effect of different levels of energy on the utilization of urea in growing (Zebu) heifers). *Ind. J. dairy Sci.*, 1971, 25 (1): 47-53.

Des recherches ont été effectuées en vue de déterminer la quantité optimale de mélasse nécessaire pour l'utilisation efficace de 2 p. 100 d'urée dans un mélange concentré distribué à seize génisses Tharparkar âgées de 485 à 525 jours. Celles-ci ont été réparties au hasard en quatre groupes selon les rations reçues : A sans mélasse, B 10 p. 100 de mélasse, C 15 p. 100 de mélasse et D 20 p. 100 de mélasse.

Aucune différence significative n'a été observée, entre les divers groupes, dans la consommation de matière sèche, ni dans les coefficients de digestibilité de la matière azotée totale, de la matière organique, de l'extrait étheré, de la cellulose brute ou de l'extractif non azoté.

Les génisses alimentées avec de la mélasse ont montré une rétention d'azote significativement plus élevée ( $P < 0,01$ ).

Le gain de poids des génisses des groupes B, C et D a été significativement plus important que celui du groupe A.

Il en résulte que l'addition de 10 à 20 p. 100 de mélasse dans la ration a augmenté l'efficacité de l'utilisation de l'urée par rapport au groupe n'ayant pas reçu de mélasse.

## Pâturages

- 72-220 **GRANIER (P.), CABANIS (Y.), ELLENBERGER (F.).** — **Étude sur les divers modes d'implantation du *Stylosanthes gracilis*.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4) : 569-576.

Une expérimentation concernant les différents modes d'implantation du *Stylosanthes gracilis* dans le pâturage naturel a été effectuée. Divers facteurs influant sur la compétition interspécifique ont été testés. Les résultats montrent qu'en l'absence de toute façon culturale le recouvrement dans les témoins atteint en troisième année celui des autres objets. Le feu améliore l'implantation en supprimant l'écran de la végétation naturelle. Le pulvérisage est le plus économique en milieu extensif. Le sous-solage peut être préconisé si les sols sont compacts dans le cas d'une intégration du pâturage dans un assolement.

- 72-221 **HAMON (R.).** — **L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche (bilan de 3 années d'études).** *Agron. trop.*, 1972, 27 (5) : 592-607.

Trois années d'étude de l'I.R.A.T. au Sénégal ont permis de montrer l'intérêt que représente l'utilisation du fumier sur les cultures tropicales.

Des techniques de fabrication ont été mises au point pour obtenir un fumier de qualité, agronomiquement valable. L'utilisation d'une stabulation libre irrigable, suivant un plan bien défini, permet une bonne décomposition de la litière traditionnelle (tiges de mil et sorgho).

La qualité du fumier évolue en fonction de l'époque de fabrication. Pour un effet optimal sur les cultures, le délai d'enfouissement est très réduit compte tenu des contraintes propres au fumier et celles liées au système cultural dans lequel on désire intégrer cette technique.

Il convient actuellement de déterminer la meilleure insertion, dans le calendrier cultural, des techniques agronomiques induites par l'utilisation du fumier.

L'étude de la technique de fabrication d'un fumier de qualité dans les Unités Expérimentales du Sine-Saloum constitue la première étape de diffusion dans le milieu paysan.

- 72-222 **MWAKHA (E.).** — **Influence de la fréquence de coupe sur la productivité du Napier et de l'herbe du Guatemala dans l'ouest du Kenya.** (Effect of cutting frequency on productivity of Napier and Guatemala grasses in Western Kenya). *E. afr. agric. for. J.*, 1972, 37 (3) : 206-210.

Le Napier et l'herbe du Guatemala ont poussé à Kitale, dans l'ouest du Kenya, durant 16 mois pendant lesquels ils ont été soumis à des coupes espacées de deux, quatre et huit mois. Les rendements en matière sèche de toute la plante, des feuilles et de la tige de chaque espèce ainsi que leur teneur en matière azotée totale ont été déterminés.

Les résultats ont montré que le Napier surpassait l'herbe du Guatemala en production de matière sèche totale pour toutes les fréquences de coupe expérimentées. La matière sèche de la plante entière, celle de la tige, la proportion de tige dans la matière sèche de la plante entière et la hauteur de l'herbe ont augmenté pour les deux plantes à mesure que diminuait la fréquence de coupe.

La matière sèche et la matière azotée totale de la feuille et le taux de matière azotée totale de la tige ont baissé avec la réduction de la fréquence de coupe. Une coupe plus fréquente a favorisé chez le Napier une production maximale de matière sèche utilisable tandis que des coupes moins fréquentes ont favorisé l'herbe du Guatemala. Les implications pratiques de ces résultats sont discutées et il est suggéré que le critère pour le choix d'une meilleure fréquence de coupe soit basé sur la matière sèche maximale utilisable.

- 72-223 **WENDT (W. B.). — Influences de l'inoculation et d'engrais sur *Desmodium intortum* à Serere, Ouganda.** (Effects of inoculation and fertilizers on *Desmodium intortum* at Serere, Uganda). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 36 (4) : 317-321.

L'influence de l'inoculation du phosphore, du soufre et de la chaux a été recherchée sur *Desmodium intortum* cultivé en pot ou sur le terrain. L'inoculation améliore la nodulation mais non le rendement de la plante. Le phosphore provoque une augmentation de la nodulation et du rendement mais le soufre n'a aucune action. La nodulation et le rendement sont stimulés par la chaux, vraisemblablement en partie à cause du phosphore contenu en impuretés dans la chaux.

- 72-224 **GWYNNE (M. D.), NDAWULA - SENYIMBA (M. S.). — Méthode de cartes perforées basée sur les caractères végétatifs pour l'identification de graminées est-africaines.** (A punch-card method based on vegetative characters for identifying east african grasses). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 36 (4) : 334-352.

L'élaboration d'un système de cartes perforées à entrées multiples pour identifier les graminées est-africaines à partir de leurs seuls caractères végétatifs est décrite en détail. Soixante-quinze caractères ayant trait à des particularités du limbe, de la gaine et de la tige sont indiqués. Le système est pratiqué à utiliser et les non-botanistes ont obtenu avec une grande exactitude dans l'identification, après une très courte période d'entraînement. Des formules de caractères végétatifs sont données pour plus de 300 espèces de graminées.

- 72-225 **OLSEN (F. J.), MOE (P. G.). — Action du phosphate et de la chaux sur l'implantation, la productivité, la nodulation et la persistance de *Desmodium intortum*, *Medicago sativa* et *Stylosanthes gracilis*.** (The effect of phosphate and lime on the establishment, productivity, nodulation and persistence of *Desmodium intortum*, *Medicago sativa* and *Stylosanthes gracilis*). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 37 (1) : 29-37.

Une expérimentation sur le terrain a été réalisée pour déterminer l'action du phosphate et de la chaux sur l'implantation, la productivité, la nodulation et la persistance de *Desmodium intortum*, *Medicago sativa* et *Stylosanthes gracilis*. Le phosphate a accéléré l'implantation des légumineuses et augmenté significativement leur production de matière sèche. Les rendements en matière sèche ont été nettement plus importants avec *Desmodium* et *Stylosanthes* qu'avec *Medicago*. Le phosphate a augmenté également la nodulation de toutes les légumineuses. *Desmodium* et *Stylosanthes* ont montré un taux de nodulation significativement plus élevé que *Medicago*. Le phosphate a amélioré la persistance de *Desmodium* et de *Medicago*.

Le chaulage n'a eu d'action significative ni sur *Desmodium*, ni sur *Stylosanthes*. Il n'a pas affecté l'établissement, la productivité, la nodulation ou la persistance de ces deux légumineuses; il n'a pas accru la productivité et la persistance de *Medicago*.

- 72-226 **LOCK (J. M.). — Conséquences de l'alimentation de l'hippopotame sur les pâturages.** (The effects of hippopotamus grazing on grasslands). *J. Ecol.*, 1972, 60 (2) : 445-467.

Dans le Parc National Reine Elizabeth, dans l'ouest de l'Ouganda, des populations importantes d'hippopotames sont associées à des types de pâturages distincts qui semblent être répartis d'après la distance des points d'eau permanents. Les hippopotames, parce qu'ils pâturent la nuit et retournent aux points d'eau permanents le jour, ont une zone de pâturage limitée s'étendant environ jusqu'à 3,2 km de l'eau, bien que certains d'entre eux puissent se déplacer au-delà. Une région est étudiée, comprenant trois zones principales de végétation et les modifications survenant après deux années dans des parcelles clôturées de chaque zone sont décrites. Ces changements montrent que la pâture et le piétinement sont importants dans la conservation des zones. Les graminées en touffes, surtout *Sporobolus pyramidalis*, sont favorisées par la pâture et sont remplacées par diverses espèces à feuilles caulinaires lorsque les animaux qui pâturent sont exclus. Dans la zone la plus proche de l'eau, supposée comme étant la plus pâturée, une mosaïque de graminées les unes basses les autres hautes, avec des plaques dénudées entre, devient rapidement beaucoup plus uniforme lorsqu'elle est clôturée.

Ces conséquences de la pâture paraissent se superposer à un système réglé du point de vue édaphique, dans lequel la structure superficielle des sols

peut affecter la réussite de la germination. L'action des hippopotames est renforcée par celle d'autres espèces et peut-être par la répartition des derniers peuplements humains.

## Zootchnie

72-227 **GIDEL (R.).** — Étude sur la composition moyenne de troupeaux de bovins de Haute-Volta et de Côte d'Ivoire en fonction de l'âge et du sexe. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (4) : 543-550.

Après avoir indiqué brièvement les conditions dans lesquelles cette étude a pu être réalisée, les résultats sont exposés et discutés. Il apparaît que :

— la composition moyenne des troupeaux ne varie en général que faiblement d'une région à l'autre, malgré des conditions écologiques souvent très différentes;

— le pourcentage d'animaux âgés de dix ans ou plus est faible (6 p. 100 sur l'ensemble);

— les sujets mâles représentent en moyenne le quart de l'effectif du troupeau, mais ce pourcentage varie considérablement avec l'âge (47 p. 100 jusqu'à deux ans; 1,4 p. 100 après neuf ans).

Il semble donc établi que, contrairement à certaines affirmations traditionnelles, les éleveurs savent commercialiser leurs animaux âgés et que les causes de la faible productivité des troupeaux soient à rechercher ailleurs, notamment dans la présence à peu près générale de la brucellose dans toutes les régions où cette affection a été recherchée.

72-228 **MACFARLANE (J. S.), SALEKA (R.).** — Synchronisation de l'œstrus et ovulation chez des génisses zébus recevant par voie orale un progestagène actif. (Synchronisation of œstrus and ovulation in *Bos indicus* heifers using an orally active progestagen). *E. afr. agric. for. J.*, 1971, 36 (4) : 353-355.

L'utilisation de progestagène actif, le 6-chloro-6-dehydro-17 acetoxyprogesterone (C.A.P.) administré par voie orale pour contrôler l'œstrus et l'ovulation chez des génisses zébus, est décrite. Soixante-trois génisses de 30 mois ont été réparties au hasard en trois groupes; un groupe témoin non traité, un groupe traité quatorze jours, et un groupe traité dix-huit jours. Les deux groupes traités ont reçu 10 mg de C.A.P./tête/jour et la suppression complète de l'œstrus et de l'ovulation a été obtenue. En supprimant le C.A.P., la synchronisation était bonne dans le groupe traité dix-huit jours (100 p. 100, 3-5 jours), moins dans le groupe traité quatorze jours (68,4 p. 100, 4 à 6 jours). La fertilité a diminué chez les deux groupes, mais moins chez celui traité dix-huit jours (21,1 p. 100 et 43,7 p. 100, témoin 52,4 p. 100). La fertilité était normale aux secondes chaleurs suivant le traitement avec un niveau de synchronisation utile encore apparent chez le groupe traité dix-huit jours (66,7 p. 100, 25-27 jours, 100 p. 100, 25-29 jours).

72-229 **SKINNER (J. D.), LA CHEVALLERIE (M. von), VAN ZYL (J. H. M.).** — Possibilités du springbok pour la diversification de la production animale en Afrique. (An appraisal of the springbok for diversifying animal production in Africa). *Anim. breed. Abstr.*, 1971, 39 (2) : 215-224.

Les auteurs étudient les possibilités d'utilisation du springbok pour la production de viande. Ils indiquent son origine, sa classification, sa répartition géographique et les recensements effectués, principalement en Afrique du Sud.

Les données sur l'élevage de cet animal, obtenues par différents auteurs, sont rapportées. Elles concernent la reproduction, la production laitière, le taux de croissance, le comportement et l'adaptabilité au pâturage.

Il ressort de cette étude que le springbok présente des avantages certains par rapport aux animaux domestiques d'Afrique et que son exploitation rationnelle est appelée à se développer.

72-230 **JOCHLE (W.).** — Variations saisonnières des fonctions de reproduction chez les zébus. (Seasonal fluctuations of reproductive functions in zebu cattle). *Int. J. Biometeor.*, 1972, 16 (2) : 131-144.

L'analyse des résultats d'élevage d'un grand troupeau bien entretenu de zébus (*Bos indicus*) dans la zone côtière du Golfe du Mexique a été mise en corrélation (corrélations ordonnées de Spearman) avec des valeurs météorologiques locales (moyennes mensuelles de température, de pression, de précipitations et d'humidité). Ces calculs ont montré des variations saisonnières des fonctions génitales significatives. L'influence saisonnière a été mise en évidence aussi bien en ce qui concerne la puberté que les fécondations ultérieures et quel que soit l'intervalle de mise-bas. Le maximum de fertilité correspond au début de la saison des pluies (juin à août) avec une corrélation significative entre la conception d'une part, la température (+ 0,827), la pression (— 0,751) ou les précipitations (+ 0,632) d'autre part. Un second maximum de fertilité se situe à la fin de la saison sèche (février à mai) montrant des effets significatifs de la saison sur la puberté et sur les saillies retardées après vêlage. On n'a pas trouvé de corrélation significative avec un facteur météorologique isolé pendant la période précédant la saison des pluies.

72-231 **MALCOIFFE (C.)**. — Note sur la gestion de l'évolution des troupeaux bovins des stations I.R.A.T. de Haute-Volta (1963-1971). *Agron. trop.*, 1972, 27 (5) : 608-632.

L'auteur s'est attaché à explorer les possibilités de gestion et d'évolution d'un troupeau bovin des stations de l'I.R.A.T. en Haute-Volta.

Le premier objectif visant à l'obtention, sur chaque station, d'un troupeau productif peut être considéré comme atteint. Le travail, commencé en 1963, a consisté :

- à améliorer raisonnablement l'alimentation, visant au maintien en bon état des animaux (les carences minérales des sols ayant été corrigées en utilisant les résultats des essais menés par la section de Fertilisation);
- à veiller à un abreuvement régulier et en quantité suffisante;
- à rationaliser les effectifs, permettant chaque année un apport de sang jeune dans les troupeaux de reproduction;
- à contrôler la précocité des femelles et leur périodicité de vêlage;
- à faire vacciner régulièrement les troupeaux suivant les indications des services vétérinaires.

Le deuxième objectif, l'amélioration du bœuf de trait visant à l'obtention d'un bœuf adulte de 500 kg est évidemment plus difficile à atteindre. Le manque de recul ne permet pas encore de juger l'amélioration présente, on peut cependant signaler que les demi-sang azaouak mâles, âgés de 30 mois, approchent les 350 kg.

Malgré l'élimination du troupeau de Saria, qui a entraîné la perte de certains éléments ayant des caractéristiques bien supérieures aux moyennes observées (veau mâle de 75 kg à 8 semaines, bouvillon de 407 kg à 30 mois), la correction du programme de sélection faite au début 1971 devrait permettre d'arriver quand même à un résultat positif, mais à plus longue échéance.

72-232 **GAILI (E. S. E.), GHANEM (Y. S.), MUKHTAR (A. M. S.)**. — Etude comparée de quelques caractéristiques des carcasses de moutons et de chèvres du désert soudanais. (A comparative study of some carcass characteristics of sudan desert sheep and goats). *Anim. Prod.*, 1972, 14 (3) : 351-357.

Les caractéristiques des carcasses de béliers et de boucs du désert soudanais appartenant à trois groupes d'âge : jeunes, 1 an et adultes, ont été comparées après élevage en liberté et en feedlot.

Ont été étudiés successivement : le rendement, le pourcentage d'os de la carcasse et des parties commercialisables, la composition chimique de la viande et l'épaisseur des fibres musculaires. Une épreuve organoleptique a été effectuée sur la viande d'animaux engraisés.

Le rendement, le pourcentage de viande, l'épaisseur des fibres musculaires et le pourcentage de graisse ont augmenté avec l'engraissement en feedlot. Des augmentations ont également été observées sur des sujets plus âgés, mais l'influence était plus marquée chez les animaux engraisés que chez les autres. Les caprins ont donné un poids de carcasse plus élevé par unité de poids vif que les ovins, le contenu stomacal et le poids de la peau par rapport au poids vif étant plus importants chez les ovins que chez les caprins. Ces derniers étaient moins gras et avaient des fibres plus épaisses que les ovins.

Des expériences ont révélé qu'un traitement très significatif ( $P < 0.005$ ) agissait sur la tendreté et un autre ( $P = 0.5$ ) sur la succulence suivant l'âge et l'espèce.

La saveur ne dépendait pas de ces deux facteurs.

- 72-233 **HAYMAN (R. H.). — Bovins laitiers métis *Bos taurus* et *Bos indicus* en Australie. I. Croisement et sélection des descendants. (*Bos indicus* and *Bos taurus* crossbred dairy cattle in Australia. I. Crossbreeding with selection among filial generations). *Aust. J. Agric. Res.*, 1972, 23 (3): 519-532.**

L'auteur rapporte un essai d'élevage de bovins ayant une production laitière satisfaisante dans un milieu difficile. Des mâles Zébus Sahiwal et Red Sindhi croisés avec des femelles taurines Jersiaises ont été utilisés comme races de départ, et chaque croisement a été poursuivi jusqu'à la génération F 3. Toutes les femelles de chaque génération ont produit du lait durant au moins une lactation. Les mâles utilisés comme reproducteurs à chaque génération ont été choisis parmi la descendance des meilleures femelles.

Le rendement maximal de la première lactation noté pour une Jersiaise atteint 4.536 kg en 305 jours, pour une métis Sahiwal × Jersiais 4.649 kg en 305 jours, et pour une métis Sindhi × Jersiais 2.694 kg en 305 jours.

Les rendements en lait relevés chez les femelles Jersiais × Sahiwal F 2 et F 3 montrent que la sélection contre l'instinct maternel pour obtenir la totalité de la production de lait peut être efficace.

## Divers

- 72-234 **GEVREY (J.), MICHEL (S.), EUZEBY (J.). — Mise en évidence de la toxicité d'un complexe algal sur la faune aquatique. Note 2. Toxicité à l'encontre de diverses espèces de limnées. *Bull. Soc. Sci. vét. Méd. comp. Lyon*, 1972, 74 (2): 191-194. (Résumé.)**

Le complexe algal *Microcystis Farlowiana/Pseudanaboena Franquetii* a été éprouvé au laboratoire vis-à-vis de *Limnea auricularia*, quelques informations ont été recueillies aussi concernant *Limnea truncatula*.

Les algues ont été mises en présence de Limnées telles quelles, et après avoir subi diverses préparations: broyage, ultra-sonnat, chauffage, congélation, dessiccation.

Seules les préparations dans lesquelles les cellules ont été lysées sont toxiques. A la concentration de 1 p. 100 environ en poids sec d'algue, le taux de mortalité des Limnées est de 100 p. 100 en 48 heures. La mort est toujours précédée de troubles moteurs de type paralytique.

Le principe toxique est thermostable à 100° C, soluble dans l'eau, peu volatil.

## Bibliographie

- 72-235 **BRION (A.), GUILLON (J. C.), WILLEMART (J. P.). — L'encéphalomyélite infectieuse aviaire. Paris (15, rue Saint-Benoît, 6°), l'Expansion Scientifique Française, 1972, 167 p., 20 fig. (Coll. Maladies animales à virus). Prix 42 F.**

Décélée dès 1930 aux Etats-Unis, l'encéphalomyélite infectieuse aviaire, dont l'origine virale est établie depuis 1934, n'a fait que tardivement, en 1959, son apparition en France; mais elle n'a, depuis lors, cessé d'être un problème préoccupant pour les aviculteurs. L'ouvrage qui lui est consacré dans la série des maladies animales à virus est dû à trois auteurs ayant contribué, par leurs recherches personnelles, à une meilleure connaissance de ses aspects et particularités: le Professeur A. Brion, Président d'honneur à vie de l'Association Vétérinaire Mondiale d'Aviculture, Membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire de France; le Docteur-Vétérinaire J. P. Willemart, ancien Assistant de la Chaire de Maladies Contagieuses d'Alfort; le Docteur-Vétérinaire J. C. Guillon de l'Institut Pasteur. Aussi ce livre, outre les données générales relevées dans l'abondante bibliographie concernant la maladie, renferme-t-il également le fruit des observations et de l'expérience des auteurs.

Protéiforme dans ses manifestations cliniques, dont les plus constantes sont des paralysies et du tremblement, ce dernier lui ayant fait donner le nom d'*Epidemic Tremor* en langue anglaise, l'encéphalomyélite allie assez curieusement des lésions d'inflammation des centres nerveux et d'infiltration nodulaire de certains organes viscéraux qui pourraient évoquer une ressemblance avec une affection leucosique. Son diagnostic n'est pas toujours commode, et les méthodes à mettre en œuvre sont développées en détail; elle doit, en effet, être distinguée des autres maladies paralysantes, comme l'encéphalomyélite, la maladie de Newcastle, la maladie de Marek.

L'étude de la transmission du virus a permis d'expliquer l'épizootologie. En effet, le virus infectant la poule pondeuse ou la poulette prête à pondre, passe dans les œufs pendant la période de quelques semaines qui s'écoule entre le moment de l'infection et celui où la poule a fabriqué des anticorps neutralisants en quantité suffisante pour que ceux-ci, passant également par l'œuf, y détruisent le virus. La descendance redevient alors normale. Ce mode de transmission est dit vertical. C'est le seul qui, pratiquement, aboutisse à une forme clinique de la maladie chez le poussin.

L'autre mode, dit horizontal, de sujet infecté à sujet sain réceptif, perpétue l'existence du virus, mais sans donner lieu à une symptomatologie appréciable.

De nombreux travaux ont été effectués ces dernières années sur la prophylaxie par vaccination. Les différents types de vaccins, atténués et inactivés, leur mode d'emploi, les résultats obtenus, les avantages et les inconvénients, sont décrits, ce qui permettra aux intéressés de faire un choix raisonné. Des indications sont données pour la fabrication et le contrôle de ces vaccins.

Ce livre est illustré par une très belle iconographie, originale en sa presque totalité, par des schémas, courbes et représentations graphiques, et se termine par la liste de plus de 200 références des travaux cités.

Il constitue donc une monographie complète d'une maladie, curieuse par bien des points, susceptible à coup sûr d'intéresser vétérinaires et aviculteurs, et peut-être même aussi des médecins qui ne manqueront pas de faire des comparaisons avec la poliomyélite humaine.

# Table des auteurs

Année 1972

- Les chiffres en caractères gras indiquent la page des articles originaux.
- Les chiffres en caractères maigres indiquent la page et entre parenthèses le numéro des analyses.

## A

ABDALLA (O.), 334 (90); 335 (91); 335 (92).  
 ADRIAN (J.), 340 (103).  
 ALEXANDER (G.I.), 133 (48).  
 ANDERSON (D.W.), 578 (170).  
 ARISOY (F.), 460 (127); 460 (128).  
 ARNAL-PEYROT (F.), 340 (103).  
 ARNAUD (G.), 470 (157).  
 ARNAUTOVIC (I.), 334 (90); 335 (91); 335 (92).  
 ATANASIU (P.), 120 (5).  
 ATKINSON (P.R.), 465 (141).  
 AXTELL (R.C.), 578 (170).  
 AYNAUD (J.M.), 327 (62).

## B

BA (C.), **433**.  
 BALOGUN (A.A.), 133 (49).  
 BATTY (A.F.), 464 (138).  
 BERGH (H.), 591 (214).  
 BHARGAVA (P.K.), 468 (152).  
 BIBARD (C.), 327 (62).  
 BLACKBURN (N.K.), 326 (58).  
 BLANCOU (J.M.), **29**; **171**; **187**; **357**.  
 BOCQUET (P.), **347**.  
 BOHNEL (H.), 325 (55).  
 BONGSO (T.A.), 334 (86).  
 BOREHAM (P.F.L.), 330 (74).  
 BORREDON (C.), **141**; **347**; **507**.  
 BOUCHET (A.), **531**; 585 (197).  
 BOURBOUZE (A.), 130 (40).  
 BOURDIN (P.), **1**; **171**; 343 (112).  
 BOUSQUET (P.), 130 (39).

BOYLE (J.A.), 128 (34).  
 BRADER (L.), 343 (111).  
 BRANCKAERT (R.), **93**.  
 BRION (A.), 597 (235).  
 BROCKLESBY (D.W.), 583 (188).  
 BROWN (C.G.D.), 582 (187).  
 BRUN (R.), 330 (74).  
 BURRIDGE (M.J.), 582 (186); 582 (187).  
 BURROUGHS (A.L.), 120 (4).  
 BUVANENDRAN (V.), 133 (50).

## C

CABANIS (Y.), **569**.  
 CALVET (H.), **85**; **397**.  
 CAMPBELL (N.J.), 126 (27).  
 CANDAU (M.), 130 (39).  
 CAPPONI (M.), 122 (14).  
 CARBEY (E.A.), 578 (171).  
 CASTETS (M.), **15**.  
 CATCHPOOLE (V.R.), 341 (107).  
 CAUCHY (L.), 120 (8).  
 CAUSEY (O.R.), 578 (172).  
 CERMAK (O.), 472 (163).  
 CHAMBON (J.), **85**; **397**.  
 CHAMBRON (J.), **1**; **15**.  
 CHAMOISEAU (G.), **191**.  
 CHATILLON (G.), **425**.  
 CHAWLA (M.S.), 468 (152).  
 CHENOST (M.), 130 (39).  
 CHHAY HANCHENG, **383**.  
 CHOMAT (M.), 586 (201).  
 CLARK (C.H.), 133 (48).  
 COGGINS (L.), 579 (173).  
 COLE (A.M.), 326 (60).

COLE (F.E.), 119 (3).  
 COMBS (G.P.), 578 (170).  
 CORDES (D.O.), 580 (178).  
 COTTEREAU (P.), 134 (52).  
 COWART (W.O.), 578 (170).  
 CRAIG-CAMERON (T.A.), 465 (142).  
 CRENSHAW (G.L.), 578 (169).  
 CUNNINGHAM (M.P.), 582 (187).  
 CURTIS (C.F.), 587 (204).

## D

DAVEY (K.G.), 333 (84).  
 DAVIES (F.G.), 326 (58); 326 (59).  
 DAYNES (P.), 531; 585 (197).  
 DEAN (W.D.), 578 (170).  
 DELAITRE (J.J.), 79.  
 DENIS (J.P.), 134 (51); 245; 445.  
 DENNIG (H.K.), 583 (188).  
 DESCHIENS (R.), 585 (196).  
 DEVENDRA (C.), 341 (105); 469 (153).  
 DHILLON (S.S.), 460 (126).  
 DHINGRA (P.N.), 460 (126).  
 DIALLO (A.), 469 (155).  
 DIAZ-UNGRÍA (C.), 462 (134).  
 DONALDSON (L.E.), 470 (156).  
 DOUTRE (M.P.), 1.  
 DUMAS (R.), 259; 281.  
 DU PLESSIS (J.L.), 329 (72).  
 DUQUE (D.), 334 (87).  
 DUQUESNE (P.), 334 (87).

## E

EHRLEIN (H.J.), 467 (150).  
 ELLENBERGER (F.), 569.  
 ELLERY (B.W.), 326 (61).  
 ERDAG (O.), 460 (127); 460 (128).  
 ERNO (H.), 581 (182).  
 ESLAMI (A.H.), 527.  
 ESQUIVEL (C.), 592 (218).  
 ETHERIDGE (J.R.), 460 (127); 460 (128).  
 EUZEBY (J.), 219; 332 (80); 345 (114);  
 585 (198); 586 (199); 597 (234).  
 EVERAARTS (J.M.), 343 (111).

## F

FABIYI (A.), 578 (172).  
 FAHMY (M.F.A.), 334 (90); 335 (92).

FAKHRZADEGAN (F.), 527.  
 FASANMI (F.), 588 (206).  
 FAURAN (F.), 383.  
 FERGUSON (W.), 472 (164).  
 FIRBAS (W.), 467 (148); 467 (149).  
 FOGGIE (A.), 460 (127); 460 (128).  
 FORD (J.), 587 (202).  
 FOSTER (N.M.), 579 (174).  
 FOUAD (S.M.), 337 (94).  
 FRANTI (C.E.), 578 (169).  
 FREUNDT (E.A.), 581 (182).  
 FREY (R.A.), 120 (4).  
 FRIOT (D.), 397.  
 FROMENTIN (H.), 331 (76); 583 (190).

## G

GAILI (E.S.E.), 596 (232).  
 GARCIA (J.), 592 (217).  
 GATEL (A.), 521.  
 GAULIER (R.), 171.  
 GEIGY (R.), 330 (74).  
 GEOFFROY (F.), 130 (39).  
 GEVREY (J.), 344 (113); 585 (198);  
 586 (199); 597 (234).  
 GHANEM (Y.S.), 596 (232).  
 GHOSH (P.K.), 589 (209).  
 GIDEL (R.), 543.  
 GILL (B.S.), 124 (19); 124 (21); 583 (191).  
 GILL (R.S.), 592 (219).  
 GILLARD (P.), 471 (160).  
 GIRET (M.), 37.  
 GISPEN (R.), 577 (168).  
 GIUNTINI (J.), 122 (14).  
 GLAVASKI (S.), 132 (45).  
 GLEES (A.), 472 (165).  
 GNACADJA (P.), 340 (104).  
 GODET (G.), 551.  
 GRABER (M.), 53; 205; 219; 332 (80);  
 585 (198); 586 (199).  
 GRANADO (J.A.), 334 (87).  
 GRANIER (P.), 409; 425; 569.  
 GRAS (G.), 383.  
 GREIG (A.), 459 (122).  
 GRUBER (F.), 461 (130).  
 GRUBER (J.), 120 (7).  
 GRUVEL (J.), 465 (143).  
 GUILLON (J.C.), 597 (235).  
 GWYNNE (M.D.), 594 (224).  
 GYSIN (J.), 123 (15).

**H**

HAMILTON (R.I.), 470 (156).  
 HAMON (R.), 593 (221).  
 HAON (P.), **281**.  
 HASHEMI-FESHARKI (R.), 581 (183).  
 HAWKING (F.), 124 (20).  
 HAYMAN (R.H.), 597 (233).  
 HECKER (H.), 587 (203).  
 HEDGER (R.S.), 458 (121).  
 HENZELL (E.F.), 341 (107).  
 HERNIMAN (K.A.J.), 327 (65).  
 HEYDORN (A.O.), 461 (130); 461 (131);  
 462 (132).  
 HILDERBRAND (E.S.), 338 (96).  
 HOOSHMAND-RAD (P.), 581 (183).  
 HORAK (I.G.), 125 (26); 464 (139).  
 HOTSON (I.K.), 126 (27).  
 HOWES (D.W.), 326 (61).  
 HUMPHRYES (K.C.), 587 (202).

**I**

IGBOELI (G.), 337 (95).  
 IKEME (M.M.), 126 (29).  
 ITARD (J.), 126 (30); 586 (201).

**J**

JAINUDEEN (M.R.), 334 (86).  
 JALATGE (E.F.A.), 133 (50).  
 JENSEN (K.E.), 458 (118).  
 JÖCHLE (W.), 595 (230).  
 JOHNSON (H.D.), 338 (96).  
 JOHRI (C.B.), 341 (106).  
 JOUVE (J.L.), **297; 309; 317**.

**K**

KANAN (C.V.), 336 (93).  
 KARST (O.), 328 (70); 580 (180).  
 KAUFFMANN (M.), 330 (74).  
 KAWAI (K.), 122 (14).  
 KAYEMBE (D.), 584 (192).  
 KEEP (J.M.), 466 (146).  
 KEMP (D.H.), 128 (33).  
 KEMP (G.E.), 578 (172).  
 KERR (J.D.), 128 (33).  
 KIMBER (C.D.), 582 (186).  
 KIRKBRIDE (C.A.), 120 (4).  
 KLIMES (B.), 582 (185).

KNAPP (S.E.), 586 (200).  
 KOEMAN (J.H.), 343 (111).  
 KOUDSTAAL (D.), 128 (33).  
 KRAUSS (H.), 326 (59).  
 KRESSE (J.I.), 578 (171).  
 KROGSGAARD-JENSEN (A.), 581 (182).  
 KULSHRESTHA (S.K.), 341 (106).  
 KUMM (N.A.L.), 329 (72).  
 KUTTLER (K.L.) 123 (16).  
 KWATRA (M.S.), 460 (126).

**L**

LA CHEVALLERIE (M. von), 595 (229).  
 LAKSESVELA (B.), 591 (214).  
 LALUNDA (M.), 459 (123).  
 LAMBOURNE (L.J.), 470 (156).  
 LECLERCQ (B.), 470 (158).  
 LE CORROLLER (Y.), 123 (15).  
 LETENNEUR (L.), **297; 309; 317**.  
 L'HERETE (P.), 123 (15).  
 LHOSTE (Ph.), **259; 281**.  
 LINDLEY (E.P.), 329 (71).  
 LIPPINCOTT (A.C.), 338 (96).  
 LOCK (J.M.), 594 (226).  
 LONG (M.I.E.), 591 (215).  
 LOUW (J.P.), 125 (25); 125 (26); 464 (139).  
 LUCKINS (A.G.), 463 (137).  
 LUEDKE (A.J.), 579 (174).  
 LUND (J.), 326 (59).

**M**

McFARLANE (J.S.), 595 (228).  
 McKERCHER (D.G.), 578 (169).  
 McKINNEY (R.W.), 119 (3).  
 McTIDWELL (A.), 578 (170).  
 MAILLOT (L.), **539**.  
 MAIRE (L.F.), 119 (3).  
 MALCOIFFE (C.), 596 (231).  
 MAREK (P.), 472 (165).  
 MARSCHNER (C.), 466 (147).  
 MARSHALL (B.), 591 (215).  
 MARTIN (C.), **73**.  
 MARTIN (J.L.), 592 (217).  
 MARTZ (F.A.), 338 (96).  
 MASON (R.J.), 458 (118).  
 MAUDLIN (I.), 587 (202).  
 MAYENDE (J.S.P.), 330 (74).  
 MEISSONNIER (E.), **551**.  
 METCALF (H.E.), 579 (174).  
 MICHEL (S.), 597 (234).

MIKHAILOVSKY (E.M.), 120 (5).  
 MOBARAK (A.M.), 337 (94).  
 MOE (P. G.), 594 (225).  
 MOLOO (S.K.), 330 (74); 331 (75); 332 (82);  
 333 (83).  
 MOORE (D.L.), 578 (172).  
 MOORS (A.), 584 (193).  
 MOREL (P.C.), 127 (31).  
 MORRILL (J.L.), 120 (4).  
 MORTELMANS (J.), 462 (133).  
 MORZARIA (S.P.), 582 (187).  
 MOYON (P.), 334 (89).  
 MUDGAL (V.D.), 592 (219).  
 MUKHTAR (A.M.S.), 596 (232).  
 MUSANGI (R.S.), 591 (216).  
 MWAKHA (E.), 593 (222).  
 MWAMBU (P.M.), 330 (74).

## N

NAIR (S.G.), 588 (207).  
 NDAWULA-SENYIMBA (M.S.), 594 (224).  
 N'DIAYE (A.L.), 433.  
 NGUYEN BA-VY, 21.  
 NIRMALAN (G.), 588 (207).  
 NORCROSS (N.L.), 579 (173).  
 NORDAU (C.G.), 585 (196).  
 NUSBAUM (S.R.), 579 (173).

## O

ODELOLA (A.), 578 (172).  
 ODUYE (O.O.), 334 (88); 588 (206).  
 OKUNAIYA (O.A.), 334 (88).  
 OLBRICH (S.E.), 338 (96).  
 OLSEN (F.J.), 591 (216); 594 (225).  
 ONOVIRAN (O.), 580 (180).  
 ONYANGO (R.J.), 330 (74).  
 ORUE (J.), 85.  
 OSTERBERG (R.), 342 (109).  
 OVAZZA (M.), 587 (205).  
 OWOLODUN (B.Y.), 577 (167).

## P

PAGOT (J.), 586 (201).  
 PAUSTE (H.), 334 (87).  
 PELL (P.E.), 465 (142).  
 PERERA (B.M.O.A.), 334 (86).  
 PERREAU (P.), 581 (181).  
 PETERS (J.C.), 577 (168).

PETIT (J.P.), 375.  
 PHILIPP (P.F.), 342 (110).  
 PHILIPPON (A.), 121 (11); 121 (12).  
 PHILLIPS (S.W.), 338 (96).  
 PIANA (G.), 131 (43).  
 PIVA (G.), 131 (43).  
 PLOMMET (A.), 121 (11); 121 (12).  
 PLOWRIGHT (W.), 327 (65); 459 (123).  
 PONSARDIN (P.), 105.  
 POSTIGLIONI (L.), 131 (43).  
 PRESIDENTE (P.J.A.), 586 (200).  
 PRESTON (T.R.), 592 (217).  
 PROVOST (A.), 141; 155; 161; 347; 475;  
 507.  
 PUROHIT (G.R.), 589 (209).

## Q

QUEVAL (R.), 161; 375.

## R

RAJAONARISON (J.), 187.  
 RAKHA (A.M.), 337 (95).  
 RAKOTONDAMARY (E.), 497.  
 RAMISSE (J.), 171; 497.  
 RAMPTON (C.S.), 327 (65).  
 RANATUNGA (P.), 461 (129).  
 RANDRIAMAMPIANINA (R.), 497.  
 RASOLOFOMANANA (P.), 497.  
 RATULD (Y. de), 457 (117).  
 RAYMOND (S.M.), 464 (139).  
 RAZDAN (M.N.), 468 (152).  
 REINHARDT (C.), 587 (203).  
 RENAULT (L.), 459 (125).  
 RENOUX (G.), 121 (11); 121 (12).  
 RIBEIRO (M.), 119 (2).  
 RIBOT (J.J.), 171.  
 RICCARDI CANDIANI (C.), 132 (46).  
 RINJARD (J.), 195.  
 RIOCHE (M.), 367.  
 RIVAS (A.), 581 (184).  
 ROBERTS (C.J.), 463 (135).  
 ROBERTS (M.J.), 332 (81); 333 (85).  
 RODHAIN (F.), 587 (205).  
 RODRIGUEZ (O.N.), 581 (184).  
 ROLLINSON (D.H.L.), 342 (108).  
 ROMMEL (M.), 461 (130); 461 (131); 462  
 (132).  
 ROSENDAL (S.), 581 (182).  
 ROTH (H.H.), 342 (109).  
 ROY (R.M.), 126 (28).

**S**

SACHS (R.), 472 (165).  
 SAËZ (H.), 195.  
 SAID (A.N.), 590 (213).  
 St GEORGES (T.D.), 325 (57).  
 SAITO (J.K.), 578 (169).  
 SALEH (M.S.), 337 (94).  
 SALEKA (R.), 595 (228).  
 SANSI (K.A.O.), 580 (177).  
 SANTI (E.), 131 (43).  
 SARRAT (H.), 15.  
 SAXENA (J.S.), 341 (106).  
 SCHLEIN (Y.), 129 (36).  
 SCHOEN (A.), 589 (210); 589 (211).  
 SEIFERT (G.W.), 128 (32).  
 SEIFERT (H.S.H.), 135 (53).  
 SERRANO (F.M.H.), 125 (25).  
 SERRES (H.), 171; 357; 497; 551.  
 SHACKLADY (C.A.), 130 (41); 131 (42).  
 SHARMA (D.D.), 468 (152); 592 (219).  
 SIMON (L.), 592 (218).  
 SKINNER (J.D.), 595 (229).  
 SMITH (C.F.), 580 (178).  
 SNIJDERS (A.J.), 125 (25); 125 (26).  
 SOLTYS (M.), 329 (73).  
 SONEJI (S.V.), 591 (216).  
 SOUTHERN (D.I.), 465 (142).  
 STAAK (C.), 472 (165).  
 STEIGER (R.F.), 330 (74); 587 (203).  
 STEINBACH (J.), 133 (49).  
 STEWART (W.C.), 578 (171).  
 STUDDERT (M.J.), 325 (56).  
 SUKHLA (S.S.), 126 (28).  
 SULEIMAN (P.P.), 120 (4).  
 SUTHERLAND (I.H.), 464 (138).  
 SZENTMIHALYI (S.), 131 (44).

**T**

TADJEBAKHCHE (H.), 521.  
 TANEJA (G.C.), 589 (209).  
 TANIELIAN (Z.), 582 (185).  
 TAYLOR (M.), 326 (59).  
 THAL (J.), 205; 219; 332 (80); 586 (199).  
 THEODOR (O.), 129 (36).  
 THIONGANE (A.I.), 245.  
 TIDWELL (M.A.), 578 (170).  
 TOBE (S.S.), 333 (84).  
 TOMA (B.), 458 (120).  
 TRAM CUONG, 581 (181).  
 TRONCY (P.M.), 79; 205; 219; 585 (198);  
 586 (199).

TSIANG (H.), 120 (5).  
 TURNER (D.A.), 129 (35).

**U**

UILENBERG (G.), 37.

**V**

VALE (G.A.), 464 (140).  
 VALENZA (J.), 85; 245; 445.  
 VALLEE (A.), 581 (181).  
 VALLERAND (F.), 93.  
 VAN BRABANT (R.), 462 (133).  
 VAN DER WAL (P.), 130 (41); 131 (42).  
 VAN HELLEMOND (K.K.), 131 (42).  
 VAN WEERDEN (E.J.), 130 (41); 131 (42).  
 VAN ZYL (J.H.M.), 595 (229).  
 VAUTHIER (C.), 585 (196).  
 VEITIA (J.L.), 592 (218).  
 VOHRADSKY (F.), 588 (208).  
 VON ENGELHARDT (W.), 467 (150).

**W**

WADA (E.M.), 578 (169).  
 WANDURAGALA (L.), 461 (129).  
 WARD (G.M.), 120 (6).  
 WENDT (W.B.), 594 (223).  
 WERNER (G.H.), 457 (117).  
 WERY (M.), 584 (192).  
 WHITEMAN (P.C.), 471 (160).  
 WILLEMART (J.P.), 458 (119); 597 (235).  
 WILLIS (M.B.), 592 (217).  
 WILSON (A.J.), 124 (18).  
 WISMER-PEDERSEN (J.), 472 (165).  
 WOO (P.), 329 (73); 330 (74).

**Y**

YESUFU (H.M.), 463 (136).

**Z**

ZARAZA (H.), 123 (16).  
 ZEUSS (M.), 462 (134).  
 ZIVKOVIC (S.), 132 (45).  
 ZWART (P.), 577 (168).  
 ZWEYMULLER (K.), 467 (148); 467 (149).

# Table des matières

Année 1972

## ALIMENTATION

37. CALVET (H.), VALENZA (J.), ORUE (J.), CHAMBON (J.). — Engrais- sement intensif de zébus Peulh sénégalais (Gobra). 4 <sup>e</sup> partie . . . . .	1	85
38. BRANCKAERT (R.), VALLERAND (F.). — Utilisation des drêches de brasserie desséchées dans l'alimentation animale en régions équatoriales et tropicales. III. Le porc . . . . .	1	93
39. CHENOST (M.), CANDAU (M.), GEOFFROY (F.), BOUSQUET (P.). — Utilisation de la banane et de l'urée dans l'alimentation des caprins en zone tropicale humide . . . . .	1	130
40. BOURBOUZE (A.). — Interaction hérédité-milieu en élevage avicole maro- cain . . . . .	1	130
41. VAN WEERDEN (E. J.), SHACKLADY (C. A.), VAN DER WAL (P.). — Utilisation de la levure de pétrole dans l'alimentation animale. I. Régimes de poules reproductrices . . . . .	1	130
42. VAN DER WAL (P.), VAN HELLEMOND (K. K.), SHACKLADY (C. A.), VAN WEERDEN (E. J.). — Utilisation de la levure de pétrole dans l'alimentation animale. II. Rations pour les porcs . . . . .	1	131
43. PIANA (G.), PIVA (G.), SANTI (E.), POSTIGLIONI (L.). — Valeur ali- mentaire des matières azotées de l'anacardier . . . . .	1	131
44. SZENTMIHALYI (S.). — Les algues, source de protéines pour les volailles et les porcs . . . . .	1	131
45. ZIVKOVIC (S.), GLAVASKI (S.). — Effet de la substitution du tourteau de soja par le tourteau d'arachide dans le régime de porcs en croissance et à l'engraissement . . . . .	1	132
97. DENIS (J. P.), VALENZA (J.), THIONGANE (A. I.). — Extériorisation des potentialités du zébu Gobra. Résultats des abattages pratiqués en 1971 .	2	245
98. LHOSTE (Ph.), DUMAS (R.). — Embouche intensive des zébus de l'Ada- maoua. I. Comparaison de différents systèmes d'alimentation (1970) . . .	2	259
99. LHOSTE (Ph.), DUMAS (R.) et HAON (P.). — Embouche intensive des zébus de l'Adamaoua. II. Influence de la durée de la période d'embouche (1971) . . . . .	2	281
100. JOUVE (J. L.) et LETENNEUR (L.). — Essais d'embouche intensive de zébus maliens . . . . .	2	297
101. JOUVE (J. L.), LETENNEUR (L.). — Essais d'embouche intensive de tau- rins (Jersey × N'Dama) en Côte d'Ivoire . . . . .	2	309
102. JOUVE (J. L.), LETENNEUR (L.). — Étude, en Côte d'Ivoire, de la crois- sance de taurillons N'Dama entretenus suivant divers modes d'embouche .	2	317

103. ARNAL-PEYROT (F.), ADRIAN (J.). — Rôle nutritionnel de certaines feuilles alimentaires tropicales (manioc, igname, baobab et fromager) . . . . .	2	340
104. GNACADJA (P.). — Utilisation des larves de Tenebrio pour comparer la valeur nutritive de feuilles de végétaux africains . . . . .	2	340
105. DEVENDRA (C.). — Tourteaux de coprah pour les porcs aux Caraïbes . . . . .	2	341
154. CALVET (H.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). — <b>Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux</b> . . . . .	3	397
155. DIALLO (A.). — Problèmes posés par l'utilisation des espèces ligneuses dans l'alimentation des animaux domestiques sénégalais en zone d'élevage extensif . . . . .	3	469
156. HAMILTON (R. I.), DONALDSON (L. E.), LAMBOURNE (L. J.). — <i>Leucaena leucocephala</i> aliment pour vaches laitières : influence directe sur la reproduction et indirecte sur le veau et la lactation . . . . .	3	470
157. ARNAUD (G.). — Les corps gras dans les industries des aliments d'allaitement . . . . .	3	470
158. LECLERCQ (B.). — Les corps gras dans les aliments composés pour la volaille . . . . .	3	470
212. <b>SERRES (H.), MEISSONNIER (E.), GODET (G.). — Embouche de zébus malgaches. Essais complémentaires</b> . . . . .	4	551
213. SAID (A. N.). — Digestibilité <i>in vivo</i> et valeur nutritive de l'herbe de Kikuyu, <i>Pennisetum clandestinum</i> , avec estimation de son rendement en nutriments . . . . .	4	590
214. LAKSEVELA (B.), BERGH (H.). — Farine de poisson du lac Rodolphe. Essais sur des porcs et des poulets d'un échantillon de <i>Citharinus citharus</i> . . . . .	4	591
215. MARSHALL (B.), LONG (M. I. E.). — Apport et excrétion de calcium chez des zébus utilisés pour des essais de digestibilité . . . . .	4	591
216. SONEJI (S. V.), MUSANGI (R. S.), OLSEN (F. J.). — Recherches sur la consommation volontaire et la digestibilité à différents stades de croissance de <i>Brachiaria ruziziensis</i> , <i>Chloris gayana</i> et <i>Setaria sphacelata</i> à l'aide de moutons Corriedale castrés. I. Digestibilité et consommation volontaire . . . . .	4	591
217. PRESTON (T. R.), MARTIN (J. L.), WILLIS (M. B.), GARCIA (J.). — Sous-produits de la canne à sucre et production intensive de viande. 12. Comparaison de rations à base de mélasse brute et de mélasse purifiée, de farine de poisson et de levure de torula . . . . .	4	592
218. VEITIA (J. L.), ESQUIVEL (C.), SIMON (L.). — Herbe à éléphant et paille de riz données à des bovins de boucherie engraisés avec des rations à base de mélasse. 1. Croissance et conversion . . . . .	4	592
219. GILL (R. S.), SHARMA (D. D.), MUDGAL (V. D.). — Etudes sur l'utilisation de l'azote non protéique chez les ruminants. I. Influence de différents niveaux d'énergie sur l'utilisation de l'urée chez les génisses zébus en croissance . . . . .	4	592

## ANATOMIE

90. ABDALLA (O.), FAHMY (M. F. A.) et ARNAUTOVIC (I.). — Etude anatomique de l'appareil lacrymal du dromadaire . . . . .	2	334
91. ABDALLA (O.) et ARNAUTOVIC (I.). — Etude morphologique de la glande nasale latérale du dromadaire . . . . .	2	335
92. ARNAUTOVIC (I.), ABDALLA (O.) et FAHMY (M. F. A.). — Etude anatomique de l'organe voméro-nasal et du canal nasopalatin du dromadaire . . . . .	2	335
93. KANAN (C. V.). — Etude de la disposition et la distribution des vaisseaux coronaires chez le dromadaire . . . . .	2	336

94. SALEH (M. S.), MOBARAK (A. M.) et FOUAD (S. M.). — Etude radiologique, anatomique et histologique de la mamelle du dromadaire; première partie : la tétine . . . . .	2	337
147. MARSCHNER (C.). — Recherches qualitatives et quantitatives sur le bulbe olfactif de l'éléphant, comparé à celui de l'homme et du porc . . . . .	3	466
148. ZWEYMULLER (K.), FIRBAS (W.). — L'articulation coxo-fémorale des autruches, modèle biologique pour les problèmes d'orthopédie . . . . .	3	467
149. FIRBAS (W.), ZWEYMULLER (K.). — L'articulation coxo-fémorale des Ratites . . . . .	3	467
150. EHRLEIN (H. J.), VON ENGELHARDT (W.). — Recherches sur la motricité des estomacs chez le lama . . . . .	3	467

### BIBLIOGRAPHIE

52. COTTEREAU (Ph.). — La gastro-entérite transmissible du porc. (Maladie de Doyle et Hutchings) . . . . .	1	134
53. SEIFERT (H. S. H.). — L'anaplasmose. Etiologie, épidémiologie, traitement et prophylaxie. Recherches et expériences dans les vallées d'altitude des Andes et la plaine côtière du Pérou . . . . .	1	135
54. La médecine vétérinaire pour l'éleveur de porcs. Comment reconnaître et traiter les maladies courantes du porc . . . . .	1	136
112. BOURDIN (P.). — La maladie nodulaire cutanée des bovidés . . . . .	2	343
113. GEVREY (J.). — Les formes libres des « strongles digestifs » des ovins. Morphologie. Culture au laboratoire. Ecologie . . . . .	2	344
114. EUZEBY (J.). — Les échinococcoses animales et leurs relations avec les échinococcoses de l'homme . . . . .	2	345
235. BRION (A.), GUILLON (J. C.), WILLEMART (J. P.). — L'encéphalomyélite infectieuse aviaire . . . . .	4	597

### BIOCHIMIE

87. GRANADO (J. A.), PAUSTE (H.), DUQUESNE (P.) et DUQUE (D.). — Comportement immunoélectrophorétique des sérums sanguins de métis Zébu × Holstein . . . . .	2	334
88. ODUYE (O. O.), OKUNAIYA (O. A.). — Etudes hématologiques chez les races bovines White Fulani et N'Dama . . . . .	2	334
89. MOYON (P.). — Contribution à l'étude des normes sanguines des bovins sains en Guadeloupe . . . . .	2	334
151. PETIT (J. P.), QUEVAL (R.). — Le polymorphisme biochimique chez les bovins : étude de la glucose-6-phosphate déshydrogénase . . . . .	3	375
206. ODUYE (O. O.), FASANMI (F.). — Electrolyte du sérum et taux de protéines chez des bovins N'Dama et White Fulani nigériens . . . . .	4	588
207. NIRMALAN (G.), NAIR (S. G.). — Protéines du plasma et quelques constituants azotés non protéiques dans le sang des éléphants indiens ( <i>Elephas maximus</i> ) . . . . .	4	588
208. VOHRADSKY (F.). — Variations diurnes de la formule sanguine de vaches Shorthorn ouest africaines, N'Dama et Sokoto Gudali au Ghana . . . . .	4	588

## ENTOMOLOGIE

30. ITARD (J.). — Elevage, cytogénétique et spermatogénèse des insectes du genre <i>Glossina</i> . Stérilisation des mâles par irradiation gamma . . . . .	1	126
31. MOREL (P. C.). — Relations des virus d'animaux et des rickettsies avec leurs tiques vectrices . . . . .	1	127
32. SEIFERT (G. W.). — Variations entre les races et dans une même race de bovins de la résistance aux infestations naturelles de la tique <i>Boophilus microplus</i> . . . . .	1	128
33. KEMP (D. H.), KOUDSTAAL (D.), KERR (J. D.). — Marquage des larves de la tique des bovins <i>Boophilus microplus</i> avec du <sup>32</sup> P pour suivre leurs mouvements sur leur hôte . . . . .	1	128
34. BOYLE (J. A.). — Effet du repas de sang de <i>Glossina austeni</i> Newst. sur le poids des pupes au cours de cycles de reproduction successifs . . . . .	1	128
35. TURNER (D. A.). — Perception olfactive de proies vivantes et de gaz carbonique chez la mouche tsé-tsé <i>Glossina morsitans orientalis</i> Vanderplank . . . . .	1	129
36. SCHLEIN (Y.), THEODOR (O.). — Homologies entre les génitalia des pupipares et ceux de <i>Calliphora</i> et de <i>Glossina</i> . . . . .	1	129
81. ROBERTS (M. J.). — L'anatomie fonctionnelle de la tête chez les larves de <i>Glossina austeni</i> Newst. ( <i>Diptera, Glossinidae</i> ) . . . . .	2	332
82. MOLOO (S. K.). — Technique d'alimentation artificielle pour les glossines . . . . .	2	332
83. MOLOO (S. K.). — Différenciation de l'oocyte et vitellogénèse chez <i>Glossina morsitans</i> Westw. . . . .	2	333
84. TOBE (S. S.), DAVEY (K. G.). — La choriothete de <i>Glossina austeni</i> Newst. . . . .	2	333
85. ROBERTS (M. J.). — Le rôle de la choriothete chez les mouches tsé-tsé . . . . .	2	333
86. JAINUDEEN (M. R.), BONGSO (T. A.), PERERA (B. M. O. A.). — Immobilisation d'éléphants de travail agressifs ( <i>Elephas maximus</i> ) . . . . .	2	334
140. VALE (G. A.). — Refuges artificiels pour les mouches tsé-tsé ( <i>Glossina sp.</i> ) . . . . .	3	464
141. ATKINSON (P. R.). — Humidité relative des gîtes de <i>Glossina morsitans</i> Westw. dans le nord Botswana . . . . .	3	465
142. SOUTHERN (D. I.), CRAIG-CAMERON (T. A.) et PELL (P. E.). — Le déroulement de la méiose chez <i>Glossina morsitans morsitans</i> . . . . .	3	465
143. GRUVEL (J.). — Description d'un organe sensoriel prothoracique et des <i>corpora allata</i> et <i>cardiaca</i> chez <i>Glossina tachinoides</i> W. ( <i>Diptera muscidae</i> ) . . . . .	3	465
201. PAGOT (J.), ITARD (J.), CHOMAT (M.). — Utilisation d'une membrane synthétique pour la nourriture artificielle des glossines ( <i>Diptera muscidae</i> ) . . . . .	4	586
202. FORD (J.), MAUDLIN (I.), HUMPHRYES (K. C.). — Comparaisons entre trois petites collections de <i>Glossina morsitans morsitans</i> (Machado) ( <i>Diptera : Glossinidae</i> ) de la vallée du Kilombero, Tanzanie. I. Caractéristiques des mouches ayant un comportement différent . . . . .	4	587
203. REINHARDT (C.), STEIGER (R.), HECKER (H.). — Ultrastructure de bactéries provenant du mycétome intestinal de <i>Glossina morsitans</i> , <i>G. fuscipes</i> et <i>G. brevipalpis</i> ( <i>Diptera, Brachycera</i> ) . . . . .	4	587
204. CURTIS (C. F.). — Stérilité dans les croisements des sous-espèces de <i>Glossina morsitans</i> . . . . .	4	587
205. OVAZZA (M.), RODHAIN (F.). — Note sur les Tabanidés et les Glossines de la basse Vallée de l'Omo (Ethiopie) . . . . .	4	587

## MALADIES BACTERIENNES - BACTERIOLOGIE

9. CHAMBRON (J.), SARRAT (H.) et CASTETS (Mme M.). — Les mycobactéries atypiques d'origine animale étudiées à Dakar de 1966 à 1970 . . . . .	1	15
10. BLANCOU (J. M.). — Comparaison de techniques pratiques de diagnostic de la tuberculose bovine . . . . .	1	29

11. PHILIPPON (A.), RENOUX (G.) et PLOMMET (A.). — Brucellose bovine expérimentale. V. Excrétion de <i>Brucella abortus</i> par le colostrum et le lait	1	121
12. PHILIPPON (A.), RENOUX (G.) et PLOMMET (M.). — Brucellose bovine expérimentale. VI. Infection par <i>Brucella abortus</i> des veaux à la naissance	1	121
66. GAULIER (R.), BLANCOU (J. M.), BOURDIN (P.), RIBOT (J. J.), RAMISSE (J.) et SERRES (H.). — Contribution à l'étude sérologique et physio-pathologique de la streptothricose bovine	2	171
67. BLANCOU (J.), RAJAONARISON (J.). — Note sur le rôle vecteur des rapaces dans la propagation de certaines maladies bactériennes	2	187
68. CHAMOISEAU (G.). — De l'étiologie du farcin de zébus tchadiens : nocardiose ou mycobactériose ? III. Activité amidasique	2	191
124. SERRES (H.), BLANCOU (J.). — Entérite épizootique des bovins à Madagascar	3	357
125. RENAULT (L.). — L'immunisation contre les colibacillooses animales	3	459
126. DHILLON (S. S.), KWATRA (M. S.) et DHINGRA (P. N.). — Une forme intestinale de pasteurellose après vaccination anti-bovine au Punjab	3	460
176. TADJEBAKHCHE (H.), GATEL (A.). — Incidence sérologique des anticorps anti-brucelliques chez les animaux domestiques et l'homme en Iran	4	521
177. SANZI (K. A. O.). — Infection expérimentale de l'embryon de poulet par <i>Dermatophilus congolensis</i>	4	580
178. SMITH (C. F.), CORDES (D. O.). — Dermite infectieuse à <i>Dermatophilus congolensis</i> chez les ours polaires. ( <i>Thalactos maritimus</i> )	4	580

#### MALADIES A PROTOZOAIRES

15. LE CORROLLER (Y.), GYSIN (J.) et L'HERETE (P.). — Une technique simple de conservation des protozoaires par congélation	1	123
129. RANATUNGA (P.), WANDURAGALA (L.). — Réactions et hématologie chez des bovins Jersiais importés pré-munis à Ceylan	3	461
130. ROMMEL (M.), HEYDORN (A. O.) et GRUBER (F.). — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. I. Le sporocyste de <i>S. tenella</i> dans les fèces du chat	3	461
131. HEYDORN (A. O.) et ROMMEL (M.). — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. II. Chien et chat comme hôtes intermédiaires des Sarcosporidies des bovins	3	461
132. ROMMEL (M.) et HEYDORN (A. O.). — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. III. <i>Isospora hominis</i> (R. et L. 1891), Wenyon, 1923, forme résistante des Sarcosporidies du bovin et du porc	3	462
183. HOOSHMAND-RAD (P.), HASHEMI-FESHARKI (R.). — Anticorps fixant le complément chez des bovins infectés expérimentalement avec <i>Theileria annulata</i> ou vaccinés avec des cultures de tissus	4	581
184. RODRIGUEZ (O. N.), RIVAS (A.). — Etudes hématologiques dans la babésiose et l'anaplasmose bovines	4	581
185. KLIMES (B.), TANIELIAN (Z.). — Chimiothérapie de la coccidiose aviaire au Liban. V. Action du Duo-coxin (mélange d'Amprolium et de Sulfaquinoxaline) sur la coccidiose expérimentale à <i>E. acervulina</i> , <i>E. mivati</i> , <i>E. necatrix</i> et <i>E. tenella</i> chez des poulets	4	582
186. BURRIDGE (M. J.), KIMBER (C. D.). — Epreuve indirecte des anticorps fluorescents pour mettre en évidence la theilériose bovine à <i>Th. parva</i> . Détection d'anticorps aux schizontes dans des prélèvements de sang séché	4	582
187. BURRIDGE (M. J.), MORZARIA (S. P.), CUNNINGHAM (M. P.), BROWN (C. G. D.). — Durée de l'immunité envers la theilériose bovine à <i>Th. parva</i>	4	582

188. DENNIG (H. K.), BROCKLESBY (D. W.). — *Babesia pantherae* sp. nov., piroplasma du léopard (*Panthera pardus*) . . . . . 4 583

### MALADIES A VIRUS

1. NGUYEN-BA-VY. — Propriétés de la souche de virus LaSota infectant en permanence une lignée de cellules rénales bovines . . . . . 1 21
2. RIBEIRO (M.). — Sur l'immunité antirabique des chiens vaccinés avec le vaccin Flury HEP préparé sur embryon de poulet . . . . . 1 119
3. MAIRE (L. F.), MCKINNEY (R. W.), COLE (F. E.). — Un vaccin inactivé contre l'encéphalomyélite équine de l'Est, préparé sur cellules d'embryon de poulet. I. Production et contrôle . . . . . 1 119
4. BURROUGHS (A. L.), KIRKBRIDE (C. A.), MORRILL (J. L.), FREY (R. A.) et SULEIMAN (P. P.). — Prophylaxie de l'infection des veaux de lait par le virus parainfluenza-3 . . . . . 1 120
5. MIKHAILOVSKY (E. M.), TSIANG (H.) et ATANASIU (P.). — Concentration du virus rabique par le polyéthylène-glycol . . . . . 1 120
6. WARD (G. M.). — Infection expérimentale de la brebis gestante avec du virus de la maladie des muqueuses . . . . . 1 120
7. GRUBER (J.). — Pouvoir immunigène du virus purifié de l'encéphalite équine du Vénézuéla, inactivé par irradiation ionisante . . . . . 1 120
8. CAUCHY (L.). — La maladie de Marek. Histologie, ultrastructure des cellules et des particules virales . . . . . 1 120
56. STUDDERT (M. J.). — Herpesvirus équins. 4. Infections simultanées chez des chevaux atteints de « gourme » et de conjonctivite . . . . . 2 325
57. St GEORGES (T. D.). — Acquisition active et passive des anticorps contre les virus de la maladie des muqueuses et de Parainfluenza type 3 chez les moutons . . . . . 2 325
58. DAVIES (F. G.), BLACKBURN (N. K.). — La sérotypie du virus de la bluetongue . . . . . 2 326
59. DAVIES (F. G.), KRAUSS (H.), LUND (J.) et TAYLOR (M.). — Le diagnostic de laboratoire de la maladie nodulaire cutanée . . . . . 2 326
60. COLE (A. M.). — Pneumonie expérimentale des veaux par adénovirus . . . . . 2 326
61. ELLERY (B. W.), HOWES (D. W.). — Inactivation du virus de la laryngo-trachéite infectieuse par des désinfectants . . . . . 2 326
62. AYNAUD (J. M.) et BIBARD (C.). — Bilan de l'apport des techniques d'immunofluorescence dans le domaine de la peste porcine classique . . . . . 2 327
116. PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.). — Note clinique. Deux maladies aviaires nouvelles au Tchad : la laryngo-trachéite infectieuse et la maladie de Gumboro . . . . . 3 347
117. RATULD (Y. de) et WERNER (G. H.). — Isolement de virus herpétiques équins à partir des leucocytes de chevaux atteints d'affections fébriles et respiratoires. Essai de caractérisation sérologique . . . . . 3 457
118. MASON (R. J.), JENSEN (K. E.). — Maladie de Marek : résistance des poussins infectés d'Herpesvirus de dindon contre l'agent léthal JM-V . . . . . 3 458
119. WILLEMART (J. P.). — Maladie de Marek. Essai sur le terrain de trois vaccins . . . . . 3 458
120. TOMA (B.). — Diagnostic sérologique de l'anémie infectieuse du cheval . . . . . 3 458
121. HEDGER (R. S.). — La fièvre aphteuse et le buffle africain (*Syncerus caffer*) . . . . . 3 458
122. GREIG (A.). — Pathogénie de la peste porcine africaine chez les porcs naturellement contaminés . . . . . 3 459

123. LALUNDA (M.) et PLOWRIGHT (W.). — Pouvoir pathogène pour le bétail d'un herpesvirus de type Allerton isolé du buffle de Tanzanie ( <i>Synerus caffer</i> ) . . . . .	3	459
166. RAMISSE (J.), SERRES (H.), RASOLOFOMANANA (P.), RAKOTON-DRAMARY (E.), RANDRIAMAMPINANINA (R.). — Etude des propriétés biologiques du virus de l'encéphalomyélite porcine malgache . . . . .	4	497
167. OWOLODUN (B. Y.). — La fièvre aphteuse et la distribution des sérotypes viraux en Nigeria . . . . .	4	577
168. ZWART (P.), GISPEN (R.) et PETERS (J. C.). — Un foyer de vaccine chez des okapis ( <i>Okapia johnstoni</i> ) . . . . .	4	577
169. McKERCHER (D. G.), SAITO (J. K.), FRANTI (C. E.), WADA (E. M.) et CRENSHAW (G. L.) — Réponse des veaux aux vaccins anti-Parainfluenza-3, administrés par la voie nasale ou parentérale . . . . .	4	578
170. McTIDWELL (A.), DEAN (W. D.), TIDWELL (M. A.), COMBS (G. P.), ANDERSON (D. W.), COWART (W. O.) et AXTELL (R. C.). — Transmission du virus de la peste porcine par des taons ( <i>Tabanidae : Diptera</i> ) . . . . .	4	578
171. STEWART (W. C.), CARBEY (E. A.), KRESSE (J. I.). — Infection transplacentaire par le virus de la peste porcine chez les truies immunisées . . . . .	4	578
172. KEMP (G. E.), CAUSEY (O. R.), MOORE (D. L.), ODELOLA (A.) et FABIYI (A.). — Le virus de Mokola. Etudes complémentaires de la souche IbAn 27377, nouvel agent de zoonose apparenté au virus rabique, en Nigeria . . . . .	4	578
173. COGGINS (L.), NORCROSS (N. L.), NUSBAUM (S. R.). — Diagnostic de l'anémie infectieuse équine par la réaction d'immunodiffusion . . . . .	4	579
174. FOSTER (N. M.), LUEDKE (A. J.) et METCALF (H. E.). — Fièvre catarrhale du mouton et des bovins : efficacité des œufs embryonnés pour l'isolement du virus . . . . .	4	579

### MYCOPLASMOSE

69. PROVOST (A.) et QUEVAL (R.). — Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XIII. Réactivité antipéripneumonique paradoxale de certains sérums antiparasitaires . . . . .	2	161
70. KARST (O.). — Une comparaison de deux vaccins contre la péripneumonie contagieuse bovine . . . . .	2	328
71. LINDLEY (E. P.). — La Spiramycine et les lésions postvaccinales au vaccin lyophilisé, <i>M. mycoides</i> var. <i>mycoides</i> , souche T1/44 contre la péripneumonie contagieuse des bovidés (P.P.C.B.) . . . . .	2	329
127. FOGGIE (A.), ETHERIDGE (J. R.), ERDAG (O.) et ARISOY (F.). — Agalaxie contagieuse des moutons et des chèvres. Immunité des brebis en lactation vaccinées avant l'accouplement par des vaccins vivants ou tués . . . . .	3	460
128. FOGGIE (A.), ETHERIDGE (J. R.), ERDAG (O.) et ARISOY (F.). — Agalaxie contagieuse des moutons et des chèvres. Etude sur les vaccins tués et vivants chez la brebis en lactation . . . . .	3	460
179. PROVOST (A.). — Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XIV. Description de deux techniques applicables sur le terrain pour le diagnostic de la maladie . . . . .	4	475
180. KARST (O.), ONOVIRAN (O.). — Isolement de <i>Mycoplasma agalactiae</i> var. <i>bovis</i> à partir du tractus respiratoire . . . . .	4	580
181. PERREAU (P.), TRAM CUONG et VALLEE (A.). — Isolement d'un mycoplasme du groupe <i>Mycoplasma mycoides</i> var. <i>capri</i> à partir d'un lait de mammite chez la chèvre . . . . .	4	581
182. ERNO (H.), FREUNDT (E. A.), KROGSGAARD-JENSEN (A.) et ROSEN-DAL (S.). — L'identification à <i>Mycoplasma mycoides</i> subsp. <i>mycoides</i> d'un microorganisme isolé chez le mouflon à manchettes . . . . .	4	581

## PARASITOLOGIE

22. GRABER (M.). — Etude dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire du Thiabendazole et de divers anthelminthiques actuels. IV. Helminthoses et gasterophiloses digestives de l'âne . . . . .	1	53
23. TRONCY (P. M.), DELAITRE (J. J.). — Essais cliniques du Nitroxylnil dans le traitement de l'Ankylostomose des chiens . . . . .	1	79
24. MARTIN (C.). — La cysticerose bovine au Tchad. Essai de diagnostic sérologique . . . . .	1	73
25. SNIJDERS (A. J.), LOUW (J. P.), SERRANO (F. M. H.). — Essais avec le Rafoxanide. I. <i>Fasciola gigantica</i> chez les bovins en Angola . . . . .	1	125
26. SNIJDERS (A. J.), HORAK (I. G.), LOUW (J. P.). — Essais avec le Rafoxanide. II. Action contre <i>Fasciola gigantica</i> chez les bovins . . . . .	1	125
27. CAMPBELL (N. J.), HOTSON (I. K.). — Action anthelminthique du Clioxanide et du Rafoxanide contre <i>Fasciola hepatica</i> et <i>Haemonchus contortus</i> chez le mouton . . . . .	1	126
28. ROY (R. M.), SUKHLA (S. S.). — Oxyclozanide. Activité contre <i>Fasciola gigantica</i> chez les buffles, bovins, moutons et chèvres naturellement infestés . . . . .	1	126
29. IKEME (M. M.). — Action anthelminthique du Nilvern contre les formes adulte et immature des parasites gastro-intestinaux des zébus Fulani de Nigéria . . . . .	1	126
77. TRONCY (P. M.), GRABER (M.) et THAL (J.). — Enquête sur la pathologie de la faune sauvage en Afrique Centrale. Le parasitisme des suidés sauvages - Premiers résultats d'enquête . . . . .	2	205
78. GRABER (M.), EUZEBY (J.), TRONCY (P. M.), THAL (J.). — Parasites recueillis en Afrique Centrale dans l'appareil circulatoire du buffle ( <i>bubalus syncerus</i> ) caffer, Sparman 1779) et de diverses antilopes . . . . .	2	219
79. SAEZ (H.), RINJARD (J.). — <i>Geotrichum</i> et levures de la cavité buccale du chimpanzé - <i>Pan troglodytes</i> (L.) . . . . .	2	195
80. GRABER (M.), EUZEBY (J.), THAL (J.). — <i>Stephanurus dentatus</i> Diesing, 1839 chez un phacochère <i>Phacochoerus aethiopicus</i> Pallas, de l'est de la R.C.A. . . . .	2	332
138. SUTHERLAND (I. H.), BATTY (A. F.). — Tolérance des moutons au Rafoxanide . . . . .	3	464
139. HORAK (I. G.), LOUW (J. P.), RAYMOND (S. M.). — Essais avec le Rafoxanide. 3. Action du Rafoxanide contre les larves d' <i>Oestrus ovis</i> , Linné, 1761, chez le mouton . . . . .	3	464
194. ESLAMI (A. H.), FAKHRZADEGAN (F.). — Les nématodes parasites du tube digestif des bovins en Iran . . . . .	4	527
195. DAYNES (P.), BOUCHET (A.). — Parasitisme et mortalité chez les veaux malgaches. Influence du déparasitage sur la composition des troupeaux . . . . .	4	531
196. DESCHIENS (R.), VAUTHIER (C.), NORDAU (C. G.). — Observations écologiques et biologiques sur <i>Bulinus forskalii</i> vecteur de la bilharziose à <i>Schistosoma intercalatum</i> . . . . .	4	585
197. DAYNES (P.), BOUCHET (A.). — Contrôle de l'efficacité du Nitroxylnil chez des bovins infestés par <i>Fasciola gigantica</i> à Madagascar . . . . .	4	585
198. GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.), TRONCY (P. M.). — Les <i>Mammomonogamus</i> des ruminants domestiques et sauvages . . . . .	4	585
199. GRABER (M.), EUZEBY (J.), GEVREY (J.), TRONCY (P. M.), THAL (J.). — Existence de <i>Dirofilaria repens</i> Railliet et Henry, 1911 chez le lion ( <i>Panthera leo</i> ) en République Centrafricaine. Dirofilariose sous-cutanée des carnivores et de l'homme . . . . .	4	586
200. PRESIDENTE (P. J. A.), KNAPP (S. E.). — Action anthelminthique du Rafoxanide contre <i>Fasciola hepatica</i> immatures chez des veaux . . . . .	4	586

## PATHOLOGIE

- |                                                                                                                                           |   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| 55. BOHNEL (H.). — Recherches sur les causes de mortalité des veaux dans la savane sous-soudanienne du nord de la Côte d'Ivoire . . . . . | 2 | 325 |
| 115. DENIS (J. P.), VALENZA (J.). — Etude de la mortalité bovine au Centre de Recherches Zootechniques de Dara (Sénégal) . . . . .        | 3 | 445 |

## PATURAGES

- |                                                                                                                                                                                                                                            |   |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| 46. RICCARDI CANDIANI (C.). — Cultures fourragères en Arabie Saoudite                                                                                                                                                                      | 1 | 132 |
| 106. SAXENA (J. S.), KULSHRESTHA (S. K.) et JOHRI (C. B.). — Etude d'une légumineuse fourragère exotique <i>Phaseolus atropurpureus</i> cultivée et valeur nutritive pour les moutons . . . . .                                            | 2 | 341 |
| 107. CATCHPOOLE (V. R.), HENZELL (E. F.). — Ensilage et fabrication d'ensilage à partir d'espèces fourragères tropicales . . . . .                                                                                                         | 2 | 341 |
| 159. GRANIER (P.). — Une nouvelle variété de <i>Pennisetum purpureum</i> var. <i>Kisozi</i> . Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar . . . . .                                                                              | 3 | 409 |
| 160. WHITEMAN (P. C.), GILLARD (P.). — Les espèces du genre <i>Urochloa</i> en tant que plantes fourragères . . . . .                                                                                                                      | 3 | 471 |
| 161. GRANIER (P.), CHATILLON (G.). — <i>Desmodium intortum</i> . Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières . . . . .                                                                                                            | 3 | 425 |
| 220. GRANIER (P.), CABANIS (Y.), ELLENBERGER (F.). — Etude sur les divers modes d'implantation du <i>Stylosanthes gracilis</i> . . . . .                                                                                                   | 4 | 569 |
| 221. HAMON (R.). — L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche (bilan de 3 années d'études) . . . . .                                                                                            | 4 | 593 |
| 222. MWAKHA (E.). — Influence de la fréquence de coupe sur la productivité du Napier et de l'herbe du Guatemala dans l'ouest du Kenya . . . . .                                                                                            | 4 | 593 |
| 223. WENDT (W. B.). — Influences de l'inoculation et d'engrais sur <i>Desmodium intortum</i> à Serere, Ouganda . . . . .                                                                                                                   | 4 | 594 |
| 224. GWYNNE (M. D.), NDAWULA - SENYIMBA (M. S.). — Méthode de cartes perforées basée sur les caractères végétatifs pour l'identification de graminées est-africaines . . . . .                                                             | 4 | 594 |
| 225. OLSEN (F. J.), MOE (P. G.). — Action du phosphate et de la chaux sur l'implantation, la productivité, la nodulation et la persistance de <i>Desmodium intortum</i> , <i>Medicago sativa</i> et <i>Stylosanthes gracilis</i> . . . . . | 4 | 594 |
| 226. LOCK (J. M.). — Conséquences de l'alimentation de l'hippopotame sur les pâturages . . . . .                                                                                                                                           | 4 | 594 |

## PESTE BOVINE

- |                                                                                                                                                                                                                                     |   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| 13. DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.), BOURDIN (P.). — Valeur de l'immunité conférée par un vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T1 (S-R) . . . . .                               | 1 | 1   |
| 63. PROVOST (A.), BORREDON (C.). — Essais de vaccination antibovipestique par voie nasale de veaux possédant ou non une immunité colostrale                                                                                         | 2 | 141 |
| 64. PROVOST (A.). — Transmission de la peste bovine par des veaux possédant une immunité maternelle résiduelle . . . . .                                                                                                            | 2 | 155 |
| 65. PLOWRIGHT (W.), HERNIMAN (K. A. J.), RAMPTON (C. S.). — Etudes sur le vaccin de culture cellulaire contre la peste bovine. IV. Stabilité du produit reconstitué . . . . .                                                       | 2 | 327 |
| 175. PROVOST (A.), BORREDON (C.). — Un vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique lyophilisé utilisable sur le terrain sans réfrigération. 1. Sélection de virions bovipestiques à inactivation thermique retardée . . . . . | 4 | 507 |

**PHYSIOLOGIE**

95. RAKHA (A. M.) et IGBOELI (G.). — Physiologie de la gestation chez des bovins adaptés au milieu tropical. I. Modifications morphologiques chez la vache liées au développement du fœtus . . . . . 2 337
96. OLBRICH (S. E.), MARTZ (F. A.), JOHNSON (H. D.), PHILLIPS (S. W.), LIPPINCOTT (A. C.), HILDERBRAND (E. S.). — Influence des températures ambiantes constantes 10° C et 31° C sur le fonctionnement du rumen de bovins tolérants à la chaleur et au froid . . . . . 2 338
152. RAZDAN (M. N.), SHARMA (D. D.), BHARGAVA (P. K.), CHAWLA (M. S.). — Utilisation de l'urée et métabolisme de l'eau chez les zébus et les buffles en milieu tropical . . . . . 3 468
153. DEVENDRA (C.). — Efficacité comparée de l'utilisation des aliments par les ruminants sous les tropiques . . . . . 3 469
209. PUROHIT (G. R.), GHOSH (P. K.), TANEJA (G. C.). — Métabolisme de l'eau chez le mouton du désert. Influence de divers degrés de restriction d'eau sur la répartition en eau du corps chez le mouton Marwari . . . . 4 589
210. SCHOEN (A.). — Etudes sur la physioclimatologie d'une antilope du désert, le Dikdik . . . . . 4 589
211. SCHOEN (A.). — Influence de la chaleur et du manque d'eau sur la physiologie du céphalophe, du cob des roseaux et du cob d'Ouganda . . . . 4 589

**RICKETTSIOSES**

14. CAPPONI (M.), GIUNTINI (J.) et KAWAI (K.). — Techniques de purification des rickettsies vivantes . . . . . 1 122
16. ZARAZA (H.), KUTTLER (K. L.). — Efficacité comparée de différentes méthodes d'immunisation contre l'anaplasmose . . . . . 1 123
72. DU PLESSIS (J. L.) et KUMM (N. A. L.). — Passage sur souris de *Cowdria ruminantium* . . . . . 2 329

**TECHNIQUES DE LABORATOIRE**

144. RIOCHE (M.). — Culture *in vitro* de cellules hépatiques fœtales de ruminants 3 367

**THERAPEUTIQUE**

145. GRAS (G.), CHHAY HANCHENG et FAURAN (F.). — Préparation et méthode de contrôle d'un anthelminthique vétérinaire. L'arséniate d'étain . 3 383
146. KEEP (J. M.). — Quelques observations sur l'utilisation de médicaments pour la capture de buffles sauvages . . . . . 3 466
111. EVERAARTS (J. M.), KOEMAN (J. H.) et BRADER (L.). — Contribution à l'étude des effets sur quelques éléments de la faune sauvage des insecticides organo-chlorés utilisés au Tchad en culture cotonnière . . . . . 2 343
234. GEVREY (J.), MICHEL (S.), EUZEBY (J.). — Mise en évidence de la toxicité d'un complexe algal sur la faune aquatique. Note 2. Toxicité à l'encontre de diverses espèces de limnées . . . . . 4 597

**TRYPANOSOMOSES**

17. UILENBERG (G.), GIRET (M.). — Etudes immunologiques sur les trypanosomes. I. Existence d'un type antigénique de base chez une souche

<b>de <i>Trypanosoma congolense</i> Broden, 1904. Variations après transmission cyclique</b> . . . . .	<b>1</b>	<b>37</b>
18. WILSON (A. J.). — Aspects immunologiques de la trypanosomose bovine. III. Schémas de l'établissement de l'immunité . . . . .	1	124
19. GILL (B. S.). — Etude de la sensibilité chimiothérapeutique de <i>Trypanosoma evansi</i> à quelques arsenicaux et au composé Tryparsamide-Suramine . . . . .	1	124
20. HAWKING (F.). — Multiplication et survie de <i>Trypanosoma brucei</i> <i>in vitro</i> à 37° C . . . . .	1	124
21. GILL (B. S.). — Etude de l'immunité passive dans la trypanosomose à <i>T. evansi</i> . . . . .	1	124
73. WOO (P.) et SOLTYS (M.). — Action de la Suramine sur les formes sanguines et tissulaires de <i>Trypanosoma brucei</i> et <i>T. rhodesiense</i> . . . . .	2	329
74. Etude de la trypanosomose dans le district de Musoma, Tanzanie . . . . .	2	330
I. ONYANGO (R. J.) et WOO (P.). — Recherche sur l'incidence de la maladie du sommeil chez l'homme.		
II. MOLOO (S. K.), STEIGER (R. F.), BRUN (R.) et BOREHAM (P. F. L.). — Rôle des glossines dans la transmission de la maladie du sommeil.		
III. MWAMBU (P. M.) et MAYENDE (J. S. P.). — Mise en évidence chez les bovins d'infections à <i>T. rhodesiense</i> .		
IV. GEIGY (R.), MWAMBU (P. M.), KAUFFMANN (M.). — Observation des mammifères sauvages comme réservoir potentiel pour <i>T. rhodesiense</i> .		
V. ONYANGO (R. J.), GEIGY (R.), MWAMBU (P. M.) et MOLOO (S. K.). — Endémicité de la maladie du sommeil en Rhodésie dans la région de Serengeti-Ikoma.		
75. MWAMBU (P. M.). — Action d'un traitement massif à l'Ethidium contre la trypanosomose bovine à l'état endémique . . . . .	2	331
76. FROMENTIN (H.). — Contribution à l'étude comparée des besoins nutritifs chez diverses espèces du genre <i>Trypanosoma</i> . Possibilités et limites de la culture à 27 ° C en milieu semi-synthétique liquide . . . . .	2	331
133. MORTELMANS (J.), VAN BRABANT (R.). — La culture de <i>Trypanosoma brucei</i> dans des milieux biphasiques à sang humain et animal . . . . .	3	462
134. DIAZ-UNGRIA (C.), ZEUSS (M.). — Transmission de <i>Trypanosoma evansi</i> et <i>Trypanosoma cruzi</i> à partir de fèces d'animaux infectés par voie orale . . . . .	3	462
135. ROBERTS (C. J.). — Absence d'infectivité pour les bovins d'une souche de <i>Trypanosoma simiae</i> transmise par <i>Glossina morsitans</i> et <i>G. tachinoides</i> . . . . .	3	463
136. YESUFU (H. M.). — Transmission expérimentale de <i>Trypanosoma gambiense</i> à des animaux domestiques . . . . .	3	463
137. LUCKINS (A. G.). — Effets d'un traitement à la cortisone et aux rayons X sur des rats albinos infectés par des trypanosomes du complexe <i>brucei</i> . . . . .	3	463
189. MAILLOT (L.). — Essais de transmission cyclique de trypanosomes du groupe <i>congolense</i> (2 <sup>e</sup> note) . . . . .	4	539
190. FROMENTIN (H.). — Culture de <i>Trypanosoma gambiense</i> et autres trypanosomes en milieu liquide. Influence du métabolisme glucidique des hématies servant à l'enrichissement . . . . .	4	583
191. GILL (B. S.). — Etudes sur la chimioprophylaxie du nagana ( <i>Trypanosoma evansi</i> ) . . . . .	4	583
192. KAYEMBE (D.), WERY (M.). — Observations sur la sensibilité aux diamidines de souches de <i>Trypanosoma gambiense</i> récemment isolées en République du Zaïre . . . . .	4	584
193. MOORS (A.). — Variations dans la composition du liquide allantoidien pendant le développement de l'embryon de poulet. Influence de certains facteurs sur la survie de <i>T. brucei</i> . . . . .	4	584

## ZOOTECHE

47. PONSARDIN (P.). — Une amélioration spectaculaire en production laitière dans la vallée du Rio Cauca en Colombie. Méthodes et résultats . . . . .	1	105
48. CLARK (C. H.), ALEXANDER (G. I.). — Recherches pour le développement d'une race laitière adaptée aux régions tropicales et subtropicales de l'Australie . . . . .	1	133
49. STEINBACH (J.), BALOGUN (A. A.). — Variations saisonnières du taux de fécondité de bovins en climat équatorial du Sud Nigéria . . . . .	1	133
50. JALATGE (E. F. A.), BUVANENDRAN (V.). — Etudes de quelques caractéristiques du buffle Murrah à Ceylan . . . . .	1	133
51. DENIS (J. P.). — Note sur l'âge du premier vêlage chez le zébu Gobra (Zébu peulh sénégalais) . . . . .	1	134
108. ROLLINSON (D. H. L.). — Développement de l'insémination artificielle dans les régions tropicales . . . . .	2	342
109. ROTH (H. H.) et OSTERBERG (R.). — Etude sur l'utilisation agricole de l'élan du Cap semi-domestiqué ( <i>Taurotragus oryx</i> ) en Rhodésie. 4. Composition chimique des feuilles broutées par l'élan . . . . .	2	342
110. PHILIPP (P. F.). — L'élevage de bovins de boucherie par les Néo-Guinéens	2	342
162. N'DIAYE (A. L.), BA (C.). — Elevage et coopération en Afrique tropicale. L'exemple du Sénégal . . . . .	3	433
163. CERMAK (O.). — Evaluation de quelques caractères de reproduction de taureaux zébus américains . . . . .	3	472
164. FERGUSON (W.). — Acclimatement des bovins au milieu tropical . . . . .	3	472
165. GLEES (A.), SACHS (R.), WISMER-PEDERSEN (J.), MAREK (P.), STAAK (C.). — Propositions technologiques pour la conservation et le transport de viande de gibier en provenance de pays de l'Afrique de l'est . . . . .	3	472
227. GIDEL (R.). — Etude sur la composition moyenne de troupeaux de bovins de Haute-Volta et de Côte d'Ivoire en fonction de l'âge et du sexe . . . . .	4	543
228. McFARLANE (J. S.), SALEKA (R.). — Synchronisation de l'œstrus et ovulation chez des génisses zébus recevant par voie orale un progestagène actif . . . . .	4	595
229. SKINNER (J. D.), LA CHEVALLERIE (M. von), VAN ZYL (J. H. M.). — Estimation du springbok pour la diversification de la production animale en Afrique . . . . .	4	595
230. JÖCHLE (W.). — Variations saisonnières des fonctions de reproduction chez les zébus . . . . .	4	595
231. MALCOIFFE (C.). — Note sur la gestion de l'évolution des troupeaux bovins des stations I.R.A.T. de Haute-Volta (1963-1971) . . . . .	4	596
232. GAILI (E. S. E.), GHANEM (Y. S.), MUKHTAR (A. M. S.). — Etude comparée de quelques caractéristiques des carcasses de moutons et de chèvres du désert soudanais . . . . .	4	596
233. HAYMAN (R. H.). — Bovins laitiers métis <i>Bos taurus</i> et <i>Bos indicus</i> en Australie. I. Croisement et sélection des descendants . . . . .	4	597

## INFORMATIONS

• Compte rendu du Congrès mondial vétérinaire. Mexico, 15-22 août 1971 . . . . .	1	139
• Compte rendu de la 18 <sup>e</sup> Réunion de la Commission permanente de l'Association mondiale vétérinaire, Paris, 20 mai 1972 . . . . .	4	599
• Deuxième symposium international de l'Association mondiale des Vétérinaires microbiologistes et immunologistes, Varna (Bulgarie), 20-30 septembre 1973 . . . . .	4	602
• Journées vétérinaires, Alfort, 24-27 mai 1973 . . . . .	4	602

## Index géographique

- Afrique  
340 (104) - 343 (112) - 471 (160) - 595 (229).
- Afrique du Sud  
125 (26).
- Afrique orientale  
124 (18) - 472 (165) - 587 (204) - 590 (213) - 594 (224).
- Allemagne fédérale  
581 (182).
- Angola  
125 (25).
- Arabie saoudite  
132 (46).
- Australie  
128 (32) - 133 (48) - 466 (146) - 470 (156) - 471 (160) - 589 (209) - 597 (233).
- Botswana  
458 (121) - 465 (141).
- Cameroun  
**259 - 281.**
- Caraïbes  
341 (105).
- Centrafrique  
**205 - 219** - 332 (80) - 585 (198) - 586 (199).
- Ceylan  
133 (50) - 461 (129).
- Colombie  
**105.**
- Côte d'Ivoire  
325 (55) - 329 (71) - **309 - 317 - 543.**
- Cuba  
334 (87) - 472 (163) - 581 (184) - 592 (217) - 592 (218).
- Ethiopie  
587 (205).
- France  
126 (30) - **195.**
- Ghana  
588 (208).
- Guadeloupe  
334 (89).
- Haute-Volta  
**543** - 596 (231).
- Inde  
341 (106) - 460 (126) - 471 (160) - 588 (207) - 592 (219).
- Iran  
**521 - 527.**
- Kenya  
583 (188) - 591 (214) - 593 (222).
- Liban  
582 (185).
- Madagascar  
**171 - 187** - 343 (112) - **357 - 409 - 425 - 497 - 531 - 551 - 569** - 585 (197).
- Mali  
**297.**
- Maroc  
130 (40).
- Mexique  
595 (230).

**Nigeria**

126 (29) - 133 (49) - 328 (70) - 463  
(135) - 577 (167) - 578 (172) - 588 (206).

**Nouvelle Guinée**

342 (110).

**Ouganda**

331 (75) - 589 (211) - 591 (215) - 591  
(216) - 594 (223) - 594 (226).

**Pays-Bas**

577 (168).

**Pérou**

135 (53).

**Rhodésie**

330 (74) - 342 (109) - 464 (140).

**Sénégal**

**1 - 15 - 85** - 134 (51) - **245 - 445 - 397** -  
469 (155) - **433** - 593 (221).

**Soudan**

596 (232).

**Tanzanie**

330 (74) - 459 (123) - 587 (202).

**Tchad**

**73 - 141 - 155 - 191** - 343 (111) - **347**.

**Zaïre**

584 (192).

**Zambie**

337 (95).

**Pays Tropicaux**

340 (103) - 341 (106) - 341 (107) - 342  
(108) - 468 (152) - 469 (153) - 472 (164).

---

Directeur de la publication : R. SAUVEL

Imprimerie SOLEDI, 37, rue de la Province, LIEGE (Belgique)

N° d'ordre 100

Dépôt légal 4<sup>e</sup> trimestre 1972

Inscrit à la Commission paritaire des publications, et agence de presse sous le n° 50047