

	Page
<b>TRAVAUX ORIGINAUX</b>	
PROVOST (A.). - Prophylaxie et vaccination dans la péripneumonie bovine. Evolution des techniques et applications pratiques actuelles . . . . .	145
BOURDIN (P.), LAURENT (A.). - Note sur l'écologie de la peste équine africaine (P.E.A.) . . . . .	163
MARTEL (J.L.). - La fièvre aphteuse en Ethiopie. Distribution des sérotypes de virus aphteux . . . . .	169
LEFEVRE (P. C.) et DOMENECH (J.). - Contrôle sérologique de l'immunité conférée par la vaccination antibovipestique en Ethiopie . . . . .	177
BLANCOU (J.M.). - Etude d'un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique . . . . .	183
BUSSIERAS (J.), AMEGEE (E.), BAIN (O.). - Les onchocercoses des bovins togolais à <i>O. dukei</i> et <i>O. dermati</i> . . . . .	189
GRABER (M.). - La distomatose du lapin domestique à <i>Fasciola gigantica</i> . . . . .	195
FENARDJI (F.), KLUR (M.), FOURLON (C.), FERRANDO (R.). - Contribution à l'étude de l'armoise blanche ( <i>Artemisia herba alba</i> L.) . . . . .	203
CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.), DIALLO (S.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). - La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal. 1 <sup>re</sup> partie : Analyses bromatologiques. Digestibilités. Bilans . . . . .	207
GRANIER (P.), GILIBERT (J.). - Etude de l'exploitation des pâturages extensifs par rotation. Techniques et résultats . . . . .	223
<b>EXTRAITS-ANALYSES</b>	
Maladies à virus . . . . .	235
Peste bovine . . . . .	237
Maladies bactériennes . . . . .	237
Mycoplasmoses . . . . .	238
Maladies à protozoaires . . . . .	239
Trypanosomoses . . . . .	240
Parasitologie . . . . .	240
Physiologie . . . . .	242
Alimentation . . . . .	242
Zootecnie . . . . .	243
Pâturages . . . . .	245
Bibliographie . . . . .	246

**INFORMATIONS**

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

## CONTENTS N° 2 - 1974

<b>ORIGINAL PAPERS</b>	<b>Page</b>
PROVOST (A.). - Prophylaxis and vaccination in contagious bovine pleuropneumonia. Evolution of technics and present applications in practice . . . . .	145
BOURDIN (P.), LAURENT (A.). - Note about ecology of african horsesickness . . . . .	163
MARTEL (J.L.). - Foot and mouth disease in Ethiopia. Distribution of foot and mouth disease virus serotypes . . . . .	169
LEFEVRE (P. C.), DOMENECH (J.). - Serological survey of the immunity conferred by the rinderpest vaccination in Ethiopia . . . . .	177
BLANCOU (J. M.). - Study of a mixed vaccine against black-leg and anthrax . . . . .	183
BUSSIERAS (J.), AMEGEE (E.), BAIN (O.). - Onchocercosis of Togoland cattle . . . . .	189
GRABER (M.). - Fascioliasis with <i>Fasciola gigantica</i> in rabbits . . . . .	195
FENARDJI (F.), KLUR (M.), FOURLON (C.), FERRANDO (R.). - Contribution to the study of white artemisia, ( <i>Artemisia herba alba</i> L.) . . . . .	203
CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.), DIALLO (S.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). - Rice straw as a food for cattle in Senegal. I. Bromatological analysis, <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> digestibilities, nitrogenous and mineral balances . . . . .	207
GRANIER (P.), GILIBERT (J.). - Contribution to the study of rotational grazing management in sudanese savannah . . . . .	223
 <b>ABSTRACTS</b>	
Diseases caused by viruses . . . . .	235
Rinderpest . . . . .	237
Diseases caused by bacteria . . . . .	237
Mycoplasmoses . . . . .	238
Diseases caused by protozoan parasites . . . . .	239
Trypanosomiases . . . . .	240
Parasitology . . . . .	240
Physiology . . . . .	242
Feeding . . . . .	242
Zootechny . . . . .	243
Pastures . . . . .	245
Bibliography . . . . .	246

**NEWS**

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

# Prophylaxie et vaccination dans la péripneumonie bovine

## Évolution des techniques et applications pratiques actuelles

par A. PROVOST (\*)

*« Rien n'est jamais perdu tant  
qu'il reste quelque chose à  
trouver. »*

Pierre DAC,  
« Les pensées ».

### RESUME

Après avoir montré qu'à l'heure actuelle la prophylaxie médicale de la péripneumonie est la seule méthode de lutte pragmatiquement valable en Afrique et indiqué les facteurs limitant l'activité des vaccins antipéripneumoniques, l'auteur passe en revue les différents immunigènes préconisés. Il conclut qu'en l'absence de vaccin idéal, reflétant en fait notre méconnaissance de l'immunité dans la maladie, la vaccination doit s'appuyer sur la souche T<sub>1</sub>, ou éventuellement sur la souche KH<sub>3</sub>J, pour la prophylaxie de masse, et sur la souche T<sub>2</sub> pour l'intervention dans les foyers.

### INTRODUCTION : PROPHYLAXIE SANITAIRE OU PROPHYLAXIE MEDICALE ?

L'éradication de la péripneumonie d'un territoire est théoriquement très simple et se base sur trois caractéristiques épizootiologiques de la maladie :

- la péripneumonie ne touche que les bovins domestiques;
- elle est peu contagieuse, la contagion directe prévalant sur tout transfert indirect du contagé; pour se réaliser, elle requiert un contact étroit, répété et prolongé;

- elle n'est pas toujours mortelle mais, parmi les animaux apparemment guéris qui survivent, existe une certaine proportion de porteurs chroniques de lésions pulmonaires encapsulées s'ouvrant parfois dans une bronche; ces porteurs chroniques assurent la pérennité et la dissémination de l'infection;

*De là découle une règle d'or de police sanitaire qui est, en complément de la quarantaine, l'abattage des malades et des contaminés. Des modalités particulières à tel ou tel pays ont pu être édictées, l'abattage a pu être immédiat ou légèrement différé, avec ou sans indemnisation des propriétaires, mais il n'est pas d'exemple que le succès n'ait pas suivi, là où cette méthode draconienne a pu être appliquée avec rigueur et sans failles.*

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

En sont témoins, l'assainissement des Etats-Unis à la fin du siècle dernier; de l'Europe au début de ce siècle; du Japon; de l'Afrique du Sud et plus récemment des états méridionaux de l'Australie. Le récent foyer de l'état de Victoria (1965) est un bon exemple de l'efficacité de cette politique, tout comme vient encore de le montrer l'extinction en quelques semaines du foyer pyrénéen français en 1967.

Au passif de l'abattage, on peut invoquer le coût élevé *immédiat* de l'opération, nécessitant de surcroît une coopération totale des propriétaires.

Il semble que ces deux seules restrictions hypothèquent son application dans les pays nouvellement indépendants d'Afrique.

Certains d'entre eux pourtant, en particulier le Nigéria du Nord, se sont efforcés de mettre sur pied une telle pratique d'abattage des malades et contaminés, assortie de la propagande nécessaire; le succès était en bonne voie quand sont survenus des troubles politiques qui ont tout remis en question. Ailleurs, si la législation sanitaire prescrit bien l'abattage, on s'aperçoit qu'en pratique sa mise en œuvre se heurte à d'énormes difficultés. Au nombre de celles-ci on peut citer :

a) L'opposition farouche des propriétaires, même lorsque l'indemnisation est largement calculée ou que le remplacement du bétail est proposé. Pour eux, en effet, la perte du troupeau équivaldrait à la ruine du prestige social, à un authentique crève-cœur (les bovins faisant partie intégrante de la famille), quand ce ne serait pas à la famine; tel est le cas des Masaïs de l'Est Africain ou des Bororos d'Afrique centrale ou occidentale, dont l'unique source de protéines est la viande, le sang ou le lait de leurs vaches. Il faut également avoir à l'esprit des cas toujours délicats, comme ceux de nombreux petits agriculteurs des zones arachidières ou cotonnières d'Afrique tropicale, investissant leurs économies dans l'achat d'un bœuf qui servira à labourer leur champ, aux fêtes rituelles ou au paiement d'une dot.

C'est alors un aphorisme que de dire que, là où existe encore la péripneumonie, l'individualisme l'emporte sur l'intérêt général. Aux yeux de la logique occidentale, on peut certes parler d'indiscipline et soutenir que la notion

de bien collectif est encore loin d'avoir pénétré en Afrique intertropicale. Cette attitude des populations s'y justifie pourtant par le souvenir de la lutte ancestrale contre les conditions géographiques ou météorologiques adverses, que seuls les progrès de l'éducation et de la technique, et l'apparition d'une nouvelle structure sociale, pourront graduellement effacer.

b) Les interdits religieux, excluant la mise à mort des animaux, comme en Assam.

c) Le coût élevé de l'opération pour de jeunes Etats à équilibre économique et financier encore instable.

Il n'est, d'autre part, pas douteux que des répercussions politiques, pouvant aller jusqu'à la rébellion ou le départ massif de la population, seraient déclenchées par l'abattage généralisé de troupeaux contaminés. Il semble aussi prouvé que l'imposition des éleveurs selon les têtes de bétail (pratique dictée par la nécessité) n'est pas en faveur d'une authentique déclaration de la totalité du cheptel et tend à laisser dans l'ombre, pour les autorités administratives et sanitaires, un certain nombre de bovins parmi lesquels peuvent exister des malades.

C'est alors un autre aphorisme que d'affirmer que *la pérennité de la péripneumonie est contemporaine d'un paupérisme individuel et d'un paupérisme d'Etat.*

d) La précarité actuelle de l'encadrement vétérinaire, indispensable pourtant pour établir le diagnostic clinique ou expérimental de l'infection, pour apprécier la valeur sur pied des bovins devant être abattus et assurer en général la surveillance technique et financière des opérations.

On remarquera que les raisons qui viennent d'être invoquées tiennent plus à la structure socio-économique actuelle des territoires où règne encore l'enzootie péripneumonique, qu'à de véritables difficultés technologiques. Il n'est donc pas déraisonnable de penser que, le progrès aidant, l'on puisse arriver dans l'avenir à y imposer des mesures sanitaires qui ont fait leurs preuves ailleurs.

Dans un premier temps, la lutte contre la péripneumonie ne peut et ne pourra faire appel qu'à la vaccination assortie de mesures sanitaires mineures, comme par exemple l'isolement des malades (78). Seront totalement exclues

toutes tentatives des traitements par quelque médicament ou antibiotique que ce soit; ceux-ci entraînent le fallacieux espoir d'un retour à la santé, mais aucun traitement connu ne peut assurer la guérison bactériologique des porteurs chroniques.

Un tel programme se basant sur la vaccination doit-il être envisagé? La réponse est affirmative si l'on veut réduire l'importance de la péripneumonie dans ces régions du globe qui ont à la fois une forte demande en protéines animales et un potentiel certain en fournitures de viande. Ce faisant, on gardera présent à l'esprit que le succès est dépendant à la fois des moyens et des méthodes mis en œuvre, facteurs qui seront évoqués dans les paragraphes suivants. On se gardera d'affirmer pouvoir atteindre l'éradication totale (encore que, comme on le verra, des opérations bien conduites permettent d'y arriver) mais plutôt un taux d'infection si bas que, le temps venu, on puisse alors mettre en place la police sanitaire rigide qui conduira à la disparition de la maladie.

Des exemples heureux de cette politique existent. Ce sont les cas du Barotseland en Afrique du Sud et plus récemment du Queensland et de l'Australie du Nord où la vaccination généralisée a été l'arme la plus importante pour venir à bout d'une infection péripneumonique implantée depuis un siècle (7).

### LES VACCINS ANTIPERIPNEUMONIQUES

Exposer les problèmes de la vaccination contre la péripneumonie pourrait revenir à faire un historique des méthodes employées : *si elles sont nombreuses, c'est qu'aucune n'a donné entièrement satisfaction.*

On pourrait également les décrire selon les laboratoires producteurs ou par école de pensée, tellement les solutions adoptées sont variables d'un pays à un autre. Pour obtenir une bonne revue générale permettant des comparaisons fructueuses, il a paru préférable de classer vaccins et procédés de vaccination par « type ». Cette méthode d'exposition a l'avantage de permettre une appréciation objective et d'insister sur ceux dont l'utilisation actuelle est la plus large.

## I. BASES GENERALES DE LA VACCINATION ANTIPERIPNEUMONIQUE

1. La vaccination se heurte à plusieurs difficultés :

— d'ordre scientifique : en raison de la méconnaissance de la nature de l'immunité, en particulier de l'ignorance du type d'anticorps-support immunitaire et du ou des antigènes des mycoplasmes générateurs de la résistance spécifique, qui serviraient de base pour le choix et l'amélioration des vaccins;

— d'ordre technique : en raison du manque de souplesse dans le maniement des cultures de *M. mycoides* au laboratoire et de l'incertitude du contrôle d'efficacité vaccinale par épreuve virulente;

— d'ordre étiologique : puisque des différences de réceptivité des bovins à vacciner, variables à l'infini, mettent en cause l'espèce (bœuf et zébu), la race, le groupe d'individus, l'individu isolé, la région considérée, le mode d'élevage; *la vaccination constitue d'ailleurs un révélateur de la réceptivité bien supérieur à l'infection spontanée;*

— d'ordre épidémiologique : puisque lors d'une campagne de prophylaxie la vaccination risque d'intervenir aussi bien sur des sujets neufs que sur des animaux en incubation, sur des porteurs de séquestres que sur des sujets guéris ou infectés par des mycoplasmes saprophytes.

2. Il importe de souligner surtout la difficulté d'appréciation de l'épreuve virulente postvaccinale dans les contrôles d'activité des vaccins.

Les quatre méthodes d'épreuve successivement employées se révèlent, en effet, toutes critiquables :

— L'inoculation hypodermique d'une souche pathogène de *M. mycoides* révèle une immunité contre la seule réaction willemsienne, fort différente de la maladie pulmonaire. Par ailleurs, elle est diversement appréciée selon sa nature « tout ou rien » ou selon son degré « plus ou moins ». En principe, toutefois, depuis la réunion de Muguga, en 1964, c'est la première lecture qui doit intervenir, de 8 à 42 jours après l'inoculation d'épreuve, avec essai de réisolement du mycoplasme opéré sur les réactions douteuses (76);

— la reproduction de la maladie par aérosols virulents a été abandonnée en Australie après 20 ans d'exploitation, en raison d'erreurs imprévisibles (5);

— L'embolisation virulente de culture pathogène par voie intraveineuse préconisée par DAUBNEY, et METTAM et FORD, est aussi tombée en désuétude pour des motifs semblables (12, 51);

— La contamination provoquée par des malades créés par intubation endobronchique est actuellement la seule utilisée; elle reproduit certes les conditions spontanées de la contagion, mais elle est fort longue (34).

Enfin, les critères d'activité varient encore selon le degré de protection recherché, à l'image de la vaccination antibrucellique :

- soit la protection clinique seulement, exigence minimale;
- soit, en outre, la stabilisation sérologique à l'épreuve, le titre en fixation du complément ne devant alors subir aucune augmentation;
- soit enfin, la protection totale de l'infection, exigence maximale, avec vérification de la non-infection des ganglions après abattage des sujets vaccinés puis éprouvés par contamination.

3. Règles générales. Les vaccins destinés à lutter contre la maladie doivent obéir à trois règles impératives, s'accordant respectivement avec la nature présumée de l'immunité.

#### a) Vitalité

La vitalité du germe vaccinal doit être respectée, car seuls les vaccins à mycoplasme spécifique vivant se révèlent d'efficaces immunigènes, déterminant peut-être une immunité de prémunition, puisque le mycoplasme ou ses antigènes sont retrouvés jusqu'au 7<sup>e</sup> mois après la vaccination (48, 49).

Dès lors s'excluent ou sont tombés en désuétude :

- *Les vaccins homologues inactivés* préparés à partir de produits pathologiques ou de cultures :

- vaccin de CURASSON et HANRAS (1930), à base de « lymphes » pulmonaire citratée et formolée à 4 p. 1 000, utilisé aux doses de 40 à 75 ml, voire 120 ml par voie sous-cutanée (9);

- vaccin de WALKER (1930), utilisant les tissus de la réaction willemsienne, pulpés et formolés à 1 p. 100 (84);

- vaccin de POTAROFF (1934), comprenant de la « lymphes » diluée à 50 p. 100 dans l'eau et additionnée de formol à 0,5 p. 100, à la dose de 2 à 4 ml par voie sous-cutanée (62);

- vaccin de GIRARD (1942), additionnant 5 g de lanoline à 2 ou 4 ml de « lymphes », puis après séjour de 48 h à 25° C, de l'huile de foie de morue qsq 20 ml, utilisable à la dose de 2 ml par voie sous-cutanée (25);

- vaccin de PRIESTLEY (1961), avec de la « lymphes » thermo-inactivée à 56° C (65) et celui de SHIFRINE et BEECH (81) fait d'une culture de 2 jours, inactivée ensuite 30 minutes à 56° C puis adjuvée;

- vaccin de BROWN (1966), avec de la « lymphes » inactivée par la bêta-propiolactone à 1 p. 100 pendant 2 jours à 4° C, additionnée au 1/4 d'hydroxyde d'aluminium et utilisée par voie sous-cutanée à la dose de 10 ml à trois reprises à 10 jours d'intervalle (2);

- vaccin de HALL (1930), de culture de 30 jours, formolée à 0,2 p. 100 (27);

- vaccin de GRYAZIN et SHCHERBAKOV (1954), de culture formolée avec deux revaccinations à 15 jours d'intervalle (26);

- vaccin de MENDES (1957), en Angola, utilisant des cultures de 6 jours, formolées à 0,3 p. 100, additionnées de 10 p. 100 d'hydroxyde d'aluminium préparé selon la technique de CALLOW, à la dose de 10 ml par voie sous-cutanée (50);

- vaccin de TURNER (1960), de culture concentrée 50 fois par centrifugation, inactivée par formol à 0,4 p. 100 à la dose de 1 ml par voie sous-cutanée (76);

- vaccin saponiné de PROVOST (1963) à base de lysats de culture par la saponine (70);

- vaccin expérimental lysé et adjuvé de PROVOST (1964-66) additionné d'adjuvant de FREUND, à la dose de 2 ml dans le fanon (67).

- *Les vaccins hétérologues*, utilisant :

- la souche YG isolée d'une péritonite caprine, essayée en Australie (1963-64), comme vaccin de culture (8);

- diverses souches mycoplasmatiques : *M. agalactiae* par BRIDE et DONATIEN (1925), *M. laidlawi* et la souche Tu de *M. gallinarum*



par PROVOST et collab. (1964) avec le même insuccès, et aussi le B.C.G., destiné à renforcer les défenses naturelles (73).

Tous ces essais ont conduit à la déception, bien que certains résultats aient pu dériver de l'utilisation des vaccins de GIRARD, de BROWN, de MENDES et de TURNER, grâce à l'obtention d'une immunité partielle, quelquefois prolongée sur plusieurs mois. Quant au lysat-vaccin expérimental de PROVOST (47, 73), inapplicable en raison de son prix de revient élevé, il comporte l'enseignement de la possibilité de l'acquisition d'une immunité élevée et prolongée sur 15 mois par des endo-immunigènes en très fortes quantités; l'argument est de valeur sous l'angle pathogénique.

### b) Virulence résiduelle

La virulence résiduelle des souches vaccinales s'échelonne selon des degrés très étendus, allant de l'avirulence complète à la virulence intégrale, pour autant que le contrôle de la virulence sur bovins puisse être extrapolé à l'ensemble des résultats obtenus, en raison de l'hétérogénéité de la réceptivité raciale, voire individuelle. Dès lors, interviendront des conditions très variables de l'application vaccinale : selon l'espèce bénéficiaire, les taurins se révélant plus sensibles que les zébus; selon l'âge, qui doit en général excéder 6 ou 8 mois, afin d'éviter les lésions articulaires et cardiaques du jeune; selon la terroir considéré et aussi selon le but poursuivi (nivellement de la réceptivité collective à un niveau moyen ou protection totale et durable).

C'est l'intrication de tous ces facteurs qui, dans le passé mais aussi de nos jours, fait chanter les louanges de tel ou tel vaccin alors qu'il est accusé ailleurs de créer des lésions post-vaccinales qui en rendent l'application rédhitoire.

### c) Voie d'injection

La voie d'injection doit généralement respecter la règle de la zone vaccinale « permise », à conjonctif dense et peu réactionnel, afin de limiter les suites locales et générales fâcheuses, voire mortelles. Pendant longtemps, on a préconisé la vaccination caudale, toujours en vogue en nombre de pays, pour respecter cette règle avec des vaccins à virulence résiduelle non négligeable. Pour des raisons de commodité,

la tendance actuelle s'oriente vers l'utilisation préférentielle de la voie sous-cutanée rétro-scapulaire avec, en corollaire, l'emploi de vaccins à virulence résiduelle acceptable ou, mieux, abolie.

## II. FORMULES VACCINALES

Elles distinguent les divers degrés de virulence de la souche vaccinale.

### 1. Souches virulentes intégrales

— La méthode willemsienne originelle ne semble plus employée, avec toute sa technologie extrêmement riche concernant la récolte du matériel vaccinal (lymphe pulmonaire ou de réaction willemsienne), son traitement et ses divers modes d'inoculation. Mais ce n'est que récemment que l'utilisation des « sétons virulents », c'est-à-dire des fils de laine imprégnés de « lympe » virulente puis desséchés à l'ombre, a été abandonnée par les propriétaires australiens du Queensland.

— Il semblerait, en revanche, que la vieille méthode traditionnelle africaine d'inoculation d'une macération de poumons péripneumoniques soit toujours en faveur auprès de quelques populations, particulièrement en Nigéria du Nord, au Niger et en Somalie. Au Tchad, on rencontre encore, de temps à autre, sur les marchés, des bovins adultes qui présentent des exostoses nasales. Le mode opératoire consiste dans la récolte de la « lympe » ou dans la préparation d'une macération de poumon, avec du lait ou de l'urine, puis dans l'incision de la peau du chanfrein. La réaction locale est violente (photo n° 1), pouvant conduire à la création d'exostoses nasales qui en ont imposé pour la description d'une nouvelle race bovine au siècle dernier (*Bos tricerus senegalensis*, photo n° 2) (79). La mortalité post vaccinale reste importante.

— Les cultures pathogènes, remplaçant, au début du siècle, la « lympe », sont tombées partout en désuétude.

### 2. Souches de virulence moyenne

Les observations de DUJARDIN-BEAUMETZ en 1900, suivies de celles de WALKER au Kenya en 1921 (83), puis de BENNETT



Photo 1. — Réactions nécrotiques.

Ces réactions s'observaient il y a encore très peu de temps dans certains troupeaux de zébus d'Afrique vaccinés sur le chanfrein avec de la lymphe pleinement virulente; le procédé n'est plus guère utilisé.

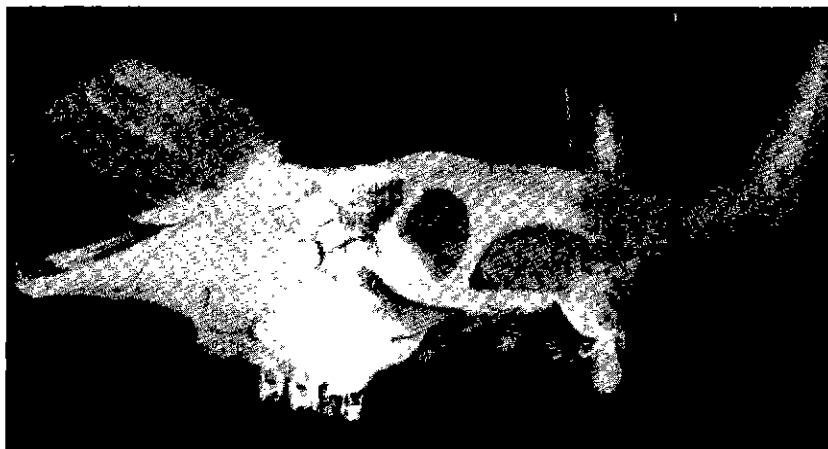


Photo 2. — Réaction postvaccinale d'exostose.

Réaction osseuse avec étui corné observée sur une tête de zébu vacciné sur le chanfrein avec du tissu pulmonaire péripneumonique virulent, selon le procédé indigène des Maures. Elle correspond au *Bos triceros* décrit en Afrique (79).

au Soudan (1), amenèrent la conclusion que les repiquages en bouillon suscitaient une certaine dégradation du pouvoir pathogène de *M. mycoides* : pour une souche donnée, un certain nombre de repiquages *in vitro* entraîne l'obtention d'une culture « atténuée ». L'atténuation est caractérisée par l'apparition d'incidents mineurs, en général un œdème régressant spontanément, à la suite de l'introduction sous-cutanée ou intradermique du germe dans le tou-

pillon de la queue. Il ne s'agit nullement d'une atténuation fixée, car la poursuite des repiquages en série accentue cette hypovirulence, en même temps, semble-t-il, que disparaissent les propriétés immunigènes. Le concept de base consiste donc dans un compromis délicat entre la conservation d'un pouvoir immunigène encore suffisant et les réactions locales déjà acceptables. Les moyens d'obtention ont été fort variés.



a) *Sélection de souche à virulence naturelle modérée*

La plus fameuse, la souche australienne V<sub>6</sub>, fut préconisée dès 1935 par CAMPBELL (6). Isolée d'un cas clinique, elle ne montra, dès l'origine, qu'un pouvoir pathogène réduit. Le nombre de repiquages est limité encore actuellement à une vingtaine seulement, pour ne pas entraîner une trop profonde dégradation de l'immunogénèse, qui est préservée par la constitution d'une « banque » conservée en neige carbonique.

La préparation de ce vaccin, au C.S.I.R.O. de Parkville, est parfaitement codifiée. La culture est réalisée en bouillon BVF-OS, réparti directement en flacons de 8 oz, qui sontensemencés avec la souche. Après 3 jours de culture, le vaccin est contrôlé, puis envoyé sans précautions spéciales aux utilisateurs. Sa conservation est satisfaisante pendant 3 mois, sous réserve que la température ne dépasse pas 45° C, et qu'il ne soit pas exposé à l'insolation directe (32).

L'inoculation s'effectue dans le tissu conjonctif du toupillon de la queue, à la dose de 0,2 ml. Elle entraîne une mycoplasménie précoce et transitoire, quelques heures après l'intervention.

En une dizaine de jours, une réaction locale se manifeste sous forme d'une tuméfaction œdémateuse de l'extrémité caudale, sur une dizaine de centimètres, laissant exsuder un peu de sérosité; elle s'efface, dans la règle, en deux semaines. Néanmoins, sur 1 p. 100 environ des vaccinés, tout spécialement chez le bétail laitier, l'œdème réactionnel peut remonter au long de la queue, envahir la région fessière, puis le périnée, conduisant à la mort 0,20 p. 100 environ des sujets. Redoutable il y a encore quelques années, cette éventualité est désormais justiciable d'un traitement aux tétracyclines ou à la spiramycine (28, 45). Des complications de myocardite peuvent aussi se manifester chez les veaux, qu'il n'est pas recommandé de vacciner avant l'âge de 3 mois.

La vaccination est suivie d'une montée fugace d'anticorps agglutinants et fixant le complément, puisque, 45 à 60 jours après la vaccination, le comportement sérologique de la plupart des bovins vaccinés est redevenu normal.

L'immunité s'installe en une dizaine de jours et paraît encore suffisante après plusieurs années. En Australie, l'emploi sur une très large échelle, de millions de doses de la souche V<sub>6</sub> a conduit à la situation actuelle favorable, puisque l'éradication totale de la maladie a été réalisée en 1972 (7).

b) *Atténuation artificielle « in vitro » d'une souche primitivement pathogène*

C'est à ce type de vaccin qu'un abus de langage décerne le nom de « vaccin BENNETT ». A vrai dire, si WALKER (83), puis BENNETT (1) furent bien les initiateurs de la méthode d'atténuation *in vitro*, de multiples variantes, propres à chaque laboratoire de production et non codifiées, ont été proposées dans le dessein de respecter tant les conditions locales de production que les différences de réceptivité du bétail bénéficiaire.

— Les souches d'origine sauvage furent naguère les seules utilisées avant l'introduction de la lyophilisation, vieille de 20 ans environ, afin d'éviter la dégradation immunogénique déterminée par les repiquages *in vitro*. Aujourd'hui, en dépit de la cryodessiccation, les souches n'en demeurent pas moins fort diverses : soit isolées directement de « lymphes », comme la souche « F », relativement virulente du Soudan (11); soit, comme la souche locale d'Assam, atténuées dès la 12<sup>e</sup> subculture; soit après plus de 100 repiquages, pour une souche espagnole. D'autres encore ont, au préalable, subi une série de passages par ovoculture en œuf embryonné, matériel aisément lyophilisable : telles, la souche T<sub>1</sub> de l'Est africain parvenue à son 44<sup>e</sup> passage dans l'œuf (80), la souche T<sub>2</sub> utilisée par le laboratoire de Farcha ou les souches du laboratoire de Dakar, au 20<sup>e</sup> passage pour la souche T<sub>3</sub>, elle aussi d'origine est-africaine, ou au 10<sup>e</sup> passage pour la souche DKI.

— Les milieux et les procédés de culture varient aussi.

On utilise, selon les instituts producteurs, des bouillons au cœur ou au foie de bœuf, des bouillons peptonés ou tryptosés. Le sérum additionnel est soit du sérum de cheval, de zébu, de dromadaire ou de porc.

Malgré les premières affirmations de DUJARDIN-BEAUMETZ, l'influence de l'espèce donatrice de sérum homologue ou hétérologue ne paraît pas jouer un rôle important, pour

autant que le sérum soit dépourvu d'anticorps inhibant la croissance.

Le pH de départ est ordinairement élevé, voisin de 8, mais le pouvoir tampon des milieux varie énormément : certains ajoutent de puissants tampons, d'autres omettent le glucose générateur d'acidité car un pH final trop bas constitue un mauvais facteur de conservation de vaccin. Enfin, la culture est soit statique, soit sous agitation rotative, soit sous aération forcée.

Le nombre des repiquages demeure aussi très variable, car il doit tenir compte du pouvoir pathogène naturel de la souche originelle, de la fréquence des repiquages, du milieu utilisé et surtout de la réceptivité du bétail local à l'inoculation préventive. Tel vaccin utilisable ici ne pourra l'être ailleurs, notion tôt reconnue par les expérimentateurs, mais qui, perdue de vue sur le terrain, a été génératrice de graves mécomptes dus aux mortalités postvaccinales. Il paraît donc, non seulement impossible de fixer les limites strictes aux repiquages de telle souche, mais encore *imprudent de vouloir transposer, sans essais précis dans une région, les méthodes reconnues favorables ailleurs.*

C'est là vraisemblablement que réside la cause principale du discrédit jeté sur ce type de vaccins accusés de déclencher d'imprévisibles accidents de vaccination pour des souches parvenues à un nombre donné de passages, alors que les passages antérieurs s'étaient révélés parfaitement inoffensifs. En effet, un facteur fondamental avait été négligé : l'hyper-réceptivité évolutive « à éclipse » de certains groupes de bovins, dont le laboratoire ne saurait être tenu pour responsable, mais dont le planificateur d'une campagne vaccinale doit tenir compte.

— Les possibilités de lyophilisation n'ont, dans le passé, guère été appliquées à ce type de vaccin. Après des premiers essais encourageants avec la souche  $V_{65}$ , les recherches de PRIESTLEY et de ses collaborateurs avaient montré que les cultures lyophilisées de *M. mycoides* vaccinaient mal, à moins que n'y soient adjoints des adjuvants de l'immunisation (solution gélosée à 0,5 p. 100 préparée extemporanément, huiles minérales) (10, 64, 66). Or, les progrès enregistrés sur les supports de lyophilisation ont révélé le faible intérêt des immunoadjuvants par rapport au nombre de germes

vivants, souvent trop faible dans les procédés antérieurs de conservation.

— Les techniques d'inoculation diffèrent selon les instituts, les souches, les pays. En règle générale, la vaccination intradermique à l'extrémité caudale est pratiquée avec les souches les plus pathogènes, mais aussi avec la souche  $T_1$  atténuée, du moins dans l'Est africain et en Nigéria.

La voie sous-cutanée rétroscapulaire a la faveur des vaccinateurs en Afrique occidentale, en Ethiopie et au Soudan, et aussi en Zambie avec la souche  $T_1$  du Kenya.

Les suites de l'inoculation sont variables et se résument normalement en une tuméfaction au point d'inoculation, apparaissant dans les 10 jours et rétrocedant en une semaine. Toutefois, un œdème extensif est toujours à redouter et sa fréquence imprévisible. Les accidents postvaccinaux sont désormais justiciables d'un traitement antibiotique par la tylosine ou la spiramycine (45), mais cette opération reste difficilement applicable en prophylaxie de masse dans les conditions africaines.

Avec ce type de vaccin, il semble qu'une réaction locale soit vraiment nécessaire pour entraîner l'immunité; inversement, l'absence de réaction vaccinale, si minime soit-elle, doit faire redouter l'inefficacité d'un vaccin mal conservé ou mal inoculé (53).

Par crainte de réactions locales trop violentes, on a préconisé l'injection de cultures très atténuées, suivies, à 4 ou 6 semaines d'intervalle, de vaccins plus pathogènes, voire d'une troisième intervention comme au Kenya en 1921-25 puis en 1961-62 au Nigéria et au Tanganyika en 1944. Mais la méthode est alors inapplicable en élevage extensif : aussi a-t-elle été abandonnée après un dernier essai dans le Masailand de Tanzanie en 1963.

A la suite d'une mycoplasme précoce et transitoire, la conversion sérologique porte sur les anticorps agglutinants, précipitant et fixant le complément, dont le taux s'élève en quelques jours et se maintient pendant 6 à 7 semaines, semblable à celui rencontré chez les malades (1/20 à 1/80) (16, 82); chez certains, la positivité persiste pendant plusieurs mois, mais de nombreux animaux vaccinés n'accusent aucune réponse sérologique.

L'immunité, d'installation assez lente, réclame 2 à 6 semaines pour se parfaire, avec un rapport entre le pouvoir pathogène résiduel des souches et la précocité et le degré d'immunité obtenue.

L'efficacité de la vaccination est acceptable, sans pour autant être excellente. Sans partager le pessimisme de PRIESTLEY (\*), il faut bien reconnaître que les dizaines de millions de doses de vaccin employées en Afrique pendant plus de trente ans, des années 1930 à 1960, n'ont que peu modifié l'épizootologie de la maladie. Défaillance du vaccin, erreurs dans les programmes, qui négligeaient les vaccinations de masse pour n'entreprendre que des actions locales, difficultés dans leur réalisation dues à l'homme ou à la maladie : il est bien difficile de faire la part de ces divers facteurs. Cet échec prophylactique devait être reconnu aux premières journées panafricaines de Zootechnie en 1954 et conduire, trois ans plus tard, à une réunion organisée à Khartoum par la F.A.O., l'O.I.E. et l'I.B.A.H., pour définir l'orientation des recherches nouvelles, d'où sont sortis les vaccins modernes (74 à 78).

La pratique actuelle de ce type de vaccination s'adresse à la souche T<sub>1</sub>, qui a surclassé les autres, moins par suite de ses qualités propres qu'en raison de la lassitude des expérimentateurs à rechercher des souches inédites. Officiellement consacrée, c'est sur elle que se fonde la campagne de vaccination interafricaine (4, 13, 15, 16, 19, 23, 52, 85).

En réalité, elle ne paraît cependant ni meilleure ni pire qu'une autre et son succès principal dérive des progrès réalisés dans la technologie de sa production, principalement dans la constitution d'une banque lyophilisée au 44<sup>e</sup> passage en œuf embryonné, permettant d'obtenir un produit toujours semblable à lui-même.

Les techniques de production sont parfaitement codifiées (4, 13). Dans les pays africains anglophones, le vaccin est délivré sous forme liquide par les laboratoires, imposant l'impérieuse nécessité d'une chaîne de froid ininterrompue (4, 52). Dans les pays francophones et en Ethiopie, le vaccin T<sub>1</sub> est lyophilisé (19). Les valeurs immunigènes de l'un et l'autre produits sont égales pour autant que la dose vacci-

nale contienne au moins 10<sup>7</sup> germes revivifiables après lyophilisation (24). Les réserves de certains à l'égard du vaccin lyophilisé (39) ne trouvent de fondement que dans la méconnaissance de tours de main de production; pour être pleinement valable et préserver au maximum la viabilité du produit lyophilisé, la dessiccation doit être conduite à très basses températures, ce qui n'est possible qu'avec certains types de lyophilisateurs; en d'autres termes, la différence d'opinion n'a d'autre support que des différences dans le matériel de laboratoire.

Selon les régions où la souche T<sub>1</sub> est utilisée, la voie d'introduction sous-cutanée peut conduire à de très violents accidents chez les taurins, où elle est contre-indiquée (44), mais la règle veut que, même chez les zébus, quelques individus développent de fortes réactions vaccinales; aussi certains laboratoires préconisent-ils toujours l'inoculation intracaudale. Utilisée sur le terrain pendant 4 ans en Ouganda, elle a rendu d'immenses services, sans pour autant annuler les pertes, en dépit d'une durée d'immunité solide étalée sur au moins 1 an (52, 85).

Une autre souche d'ovoculture, la souche T<sub>2</sub> de SHERIFF et PIERCY primitivement délivrée comme ovo-vaccin (voir plus bas), est, au laboratoire de Farcha, cultivée depuis plusieurs années en milieu liquide puis lyophilisée. Elle constitue un vaccin de tout premier ordre quant à ses qualités immunigènes, mais requiert un mode d'inoculation particulier (voie du mufle) qui entrave sa vulgarisation à grande échelle. Actuellement, elle est réservée à l'intervention dans les foyers de péripneumonie où elle fait disparaître les cas cliniques en moins de deux semaines, laissant un troupeau solidement immunisé.

### c) Atténuation artificielle in ovo

Tombés en désuétude par suite d'accidents d'inoculations, les vaccins antipéripneumoniques d'ovoculture ont connu en leur temps leur heure de gloire. Ils réclament une adaptation initiale à l'œuf; les passages successifs amoindrissent, pour certaines souches, le pouvoir pathogène vis-à-vis du bœuf, ainsi qu'une dégradation de leur aptitude immunogène comme pour les cultures en bouillon (80).

(\*) "... Although production and use of this vaccine have steadily increased..., there is little evidence of a decreasing incidence of the disease."

Les souches utilisées furent, en particulier, la souche T<sub>1</sub> de SHERIFF et PIERCY (80),

utilisée du 35<sup>e</sup> au 41<sup>e</sup> passage, la souche T<sub>3</sub> des mêmes auteurs, du 11<sup>e</sup> au 20<sup>e</sup> passage. Leur pouvoir pathogène varie, la plus atténuée étant la souche T<sub>1</sub>, la plus pathogène la souche T<sub>3</sub> (41, 59, 60, 61).

Des divergences inattendues du pouvoir pathogène risquent de se produire d'un passage à l'autre ou, pour un même passage, d'un lot de bovins vaccinés à un autre. Les vaccins d'ovoculture ont connu cependant un authentique succès, en raison de la facilité de leur lyophilisation et de la possibilité de préparation de produits stables contrastant avec les déboires obtenus à cette époque (1955-1960) avec les cultures en bouillon. Ce sont d'ailleurs leurs heureuses qualités de conservation qui ont imposé leur choix pour la préparation des cultures de départ des vaccins en bouillon.

Le procédé général de production s'adresse à des œufs de 7 jours d'incubation, inoculés par voie intravitelline. Après réincubation à 35° C, on récolte la totalité des œufs morts du 3<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> jours après l'inoculation; puis interviennent l'homogénéisation et la lyophilisation, avec ou sans addition de diluants protecteurs (60, 69).

La dose minimale immunisante oscille autour de 20.000 « unités revivifiables », taux très inférieur à celui des cultures en bouillon. On admet, avec PRIESTLEY, que la facilité d'implantation des souches d'ovoculture tient à l'action adjuvante *in situ* du matériel venant de l'œuf (63).

La lyophilisation simplifie considérablement la conservation, car ces vaccins sont stables plusieurs années à — 20° C, plusieurs mois à 4° C, plusieurs semaines aux températures extrêmes des tropiques à la condition qu'ils soient maintenus à l'obscurité (35, 36).

Les procédés d'inoculation diffèrent selon la pathogénicité des souches et la réceptivité du bétail suivant les régions :

— soit l'inoculation sous-cutanée en arrière de l'épaule avec la souche T<sub>1</sub> atténuée;

— soit l'inoculation sous-cutanée à l'extrémité caudale avec la souche T<sub>3</sub>, plus virulente. Au Kenya, la double vaccination avec la souche T<sub>1</sub>, puis avec la souche T<sub>3</sub> a été abandonnée, par suite de chocs anaphylactiques survenus sur 3 p. 100 des vaccinés;

— soit le procédé de Farcha (69), d'inoculation profonde dans le mufle (schéma). Le lieu d'inoculation est représenté par le point d'intersection de la ligne médiane du mufle et de celle joignant le bord inférieur des naseaux. L'aiguille est implantée perpendiculairement à la peau et enfoncée sur une profondeur de 1 à 1,5 cm. Strictement respecté, le procédé se montre inoffensif, comme l'a confirmé BROWN (3), même pour des souches hautement pathogènes : les taurins des races N'Dama et Baoulé existant en République centrafricaine ne se montrent pas plus sensibles à l'inoculation que les zébus Choas ou Bororos; toutefois, si l'inoculation intervient en position supérieure, se manifeste alors un œdème inflammatoire s'étendant à toute la tête, entraînant parfois la mort;

— soit le procédé de Dakar, d'inoculation strictement intradermique à l'oreille (55, 56), sur la face supérieure du pavillon auriculaire; il se fonde sur l'extraordinaire capacité de résorption du derme local.

Les suites vaccinales existent ou non suivant la souche et le mode d'inoculation. Ainsi, la souche T<sub>1</sub> est bien tolérée par voie sous-cutanée, mais les souches T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub> y déclenchent des réactions locales violentes et doivent être insérées par les autres méthodes. La voie intradermique paraît être remarquablement tolérée, mais les inoculations doivent être particulièrement soignées.

Quels que soient le vaccin d'ovoculture et le procédé de vaccination, peuvent, là encore, se produire des accidents imprévisibles : par voie sous-cutanée ou caudale, ce sont des œdèmes envahissants; par voie du mufle, une infiltration des tissus de la tête pouvant conduire à des « faces d'hippopotames » (photo n° 3); par voie intradermique à l'oreille, de volumineuses adénites préparotidiennes pouvant se fistuliser. Ces accidents se traitent avec le novarsénobenzol ou un antibiotique majeur (tétracycline, tylosine, spiramycine). Il semble que les taurins d'Afrique occidentale y soient plus volontiers exposés que les zébus, et réclament l'inoculation intradermique.

Quelques jours après la vaccination, une toux légère et fugace, peut-être d'origine allergique, a été assez fréquemment signalée (69).

Plus sévères apparaissent les accidents pulmonaires postvaccinaux, signalés tout d'abord

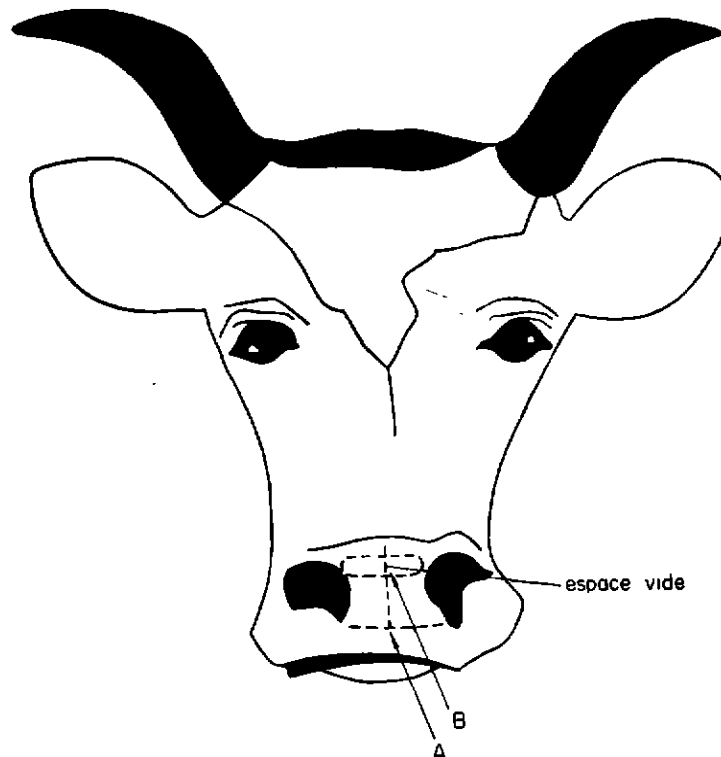


Schéma : Lieu d'élection de la vaccination antipéripleurique avec les souches atténuées par ovoculture.

Le vaccin doit être inoculé en A, site « permis » à conjonctif dense peu réactionnel, et non en B, site « interdit », à conjonctif lâche, très réactionnel.



Photo 3. — Réaction postvaccinale.  
Après vaccination au nez, phénomène de Willems local en « face d'hippopotame ».



dans l'Est africain, avec lésions pulmonaires de péripneumonie transmissible par contact. Expérimentalement, ces accidents ont été reproduits en Australie sur les vaches laitières avec un vaccin d'ovoculture de la souche V<sub>5</sub> (33). Leur étiologie n'est pas entièrement élucidée, mais le pouvoir pathogène résiduel propre de la souche paraît y entrer pour une grande part, puisque la souche totalement apathogène KH<sub>3</sub>J, mélangée aux liquides embryonnaires, n'en a jamais été accusée; d'autre part, ils n'apparaissent qu'à la suite de réactions locales extensives. Mais un autre facteur semble résider dans les liquides embryonnaires eux-mêmes, car les mêmes souches V<sub>5</sub> ou T<sub>3</sub> en bouillon se montrent incapables d'induire de tels accidents (29).

Néanmoins, les vaccins des souches T<sub>2</sub>, cette dernière désormais cultivée en bouillon comme on l'a dit plus haut, et T<sub>3</sub> continuent à être utilisés, respectivement dans le Centre et l'Ouest africain, où ils sont remarquablement tolérés par le bétail; inoculé par erreur dans le mufler sur 8.000 bovins vivant en région vierge d'enzootie péripneumonique, le vaccin de la souche T<sub>2</sub> ne s'est révélé aucunement pathogène. A l'inverse, la vaccination répétée du bétail Masaï de Tanzanie avec le vaccin d'ovoculture, entre les années 1955 et 1958 n'a conduit qu'à une augmentation du nombre de foyers.

En outre, dans les foyers de péripneumonie en activité, on constate, dans les quelques jours suivant la vaccination, une exacerbation de la mortalité due à des accès aigus de la maladie. Il est pourtant déconseillé de pouvoir établir sur cette observation une méthode de « stamping-out », car tous les malades ne sont pas touchés, à beaucoup près.

La conversion sérologique des bovins vaccinés s'observe 3 à 4 jours après la vaccination au mufler et les titres, comparables à ceux observés chez les malades, se maintiennent pendant 6 à 8 semaines, parfois plusieurs mois chez certains bovins (37).

L'immunité apparaît en un mois environ d'autant plus solide qu'une petite lésion locale s'est produite au point d'inoculation, durable pendant au moins un an, puis déclinante ensuite : la vaccination annuelle est donc recommandée.

Au total, requérant des techniques d'inoculations particulières et souvent accusées, à bon

escient, d'accidents importants, il est douteux que les vaccins d'ovoculture aient encore devant eux un brillant avenir. Mais dans l'histoire des vaccins antipéripneumoniques ils auront eu au moins le mérite d'introduire la pratique féconde de la lyophilisation.

#### d) *Souche murinisée*

« La murinisation » de *M. mycoides*, par adaptation à la souris, a été étudiée en Angola, mais n'a pas dépassé le stade expérimental (22).

#### e) *Souche atténuée en cultures de tissu*

La souche australienne Gladysdale, hautement pathogène à l'origine puisqu'elle est la souche standard des épreuves d'immunité par contact (34), a été atténuée par KARST et MITCHELL (40) par 20 passages en cultures cellulaires de rein de veau. Elle se montre alors atténuée, ne déclenchant aucune réaction willemiensienne par inoculation sous-cutanée, et stable dans son atténuation puisque 10 passages de retour en série chez le bœuf ne lui font pas recouvrer sa virulence initiale.

L'originalité du travail de KARST et MITCHELL réside en plus dans le mode d'application du vaccin lyophilisé préparé avec cette souche, qui fait appel à l'épandage du produit sur la muqueuse pituitaire (vaccination nasale), entraînant une immunité comparable, 6 mois après la vaccination, à celle de la souche T<sub>1</sub>. La protection est déjà valable au bout de 24 heures après l'application vaccinale.

Cette voie d'introduction, explorée pour la peste bovine par PROVOST et BORREDON (68 a), se révèle donc extrêmement prometteuse pour la péripneumonie et mérite que les recherches soient poursuivies à son sujet, pour voir si son utilisation est possible sur le terrain notamment dans les foyers de la maladie.

### 3. **Souches totalement avirulentes**

Trente années d'utilisation des souches semi-avirulentes avaient fait oublier les opinions de KNOWLES et de BENNETT (1) qui affirmaient qu'aucune réaction locale postvaccinale n'est nécessaire pour autant que la souche soit bien choisie et l'inoculation non traumatisante. C'est ce que tendent à montrer les expériences puis l'utilisation à plus ou moins



grande échelle d'une souche particulière, appelée KH<sub>3</sub>J, dénuée de tout pouvoir pathogène.

L'historique de la souche est obscur : originaire de Juba au Soudan, elle a été entretenue au laboratoire de Khartoum par de nombreux repiquages et fut, en 1948, importée au laboratoire de Vom en Nigéria, en même temps que d'autres souches soudanaises. Là, elle y a été soigneusement étudiée par GAMBLES, puis LINDLEY, avant d'être utilisée sur le continent australien, où HUDSON a confirmé sa valeur et son innocuité. La variante australienne de la souche a subi 4 passages *in vivo* dans l'organisme bovin et représente la 90<sup>e</sup> sub-culture (21, 30, 42).

La souche KH<sub>3</sub>J présente des caractéristiques de culture particulières : sa culture en bouillon est du type S, non filamenteuse et sur gélose, elle donne naissance à deux types de colonies de *M. mycoides*, cernées par une zone périphérique moins étendue et plus claire. Instables, ces deux types coloniaux sont indifféremment et réciproquement reconvertibles et offrent une valeur antigénique identique.

La culture de la souche KH<sub>3</sub>J est classique et son immunogénèse se place sous la dépendance de sa richesse en « unités viables » : aussi doit-on s'efforcer d'obtenir les cultures les plus riches et de conservation la plus longue, d'où la pratique d'abaisser le taux de glucose dans un milieu largement tamponné, et d'y apporter les métabolites indispensables : glycérol, acides palmitique et stéarique (17).

L'ovoculture de la souche, certes réalisable, a enregistré peu de succès car, curieusement, il semble que le produit lyophilisé soit instable et ne conserve que quelques semaines ses propriétés antigéniques.

La conservation du vaccin, sous forme de liquide, est précaire en climat tropical et il est recommandé d'utiliser les préparations dans les 5 jours. En revanche, la lyophilisation du vaccin est aisée, soit en tampon de FRY et GREAVES, avec ou sans concentration des germes par centrifugation, soit, comme à Farcha, en tampon à la casitone et au glutamate de sodium (69). En Australie, on préfère mélanger 1 partie d'une culture de 5 jours à 4 parties des liquides embryonnaires d'œufs de poules incubés depuis 11 jours, ou bien additionner une suspension à 20 p. 100 d'encéphale de bœuf en tampon saccharose-phosphate,

formules encore à l'essai et certainement perfectibles (30, 31).

Une dose minimale de 10<sup>7</sup> « unités revivifiables » est requise pour l'acquisition d'une immunité correcte, mais un vaccin plus riche serait sans doute préférable (11, 43, 46, 47).

Enfin, différents adjuvants encore à l'étude, ont été essayés : gélose à 1 p. 100 additionnée de supercel à 2 p. 100, broyat d'encéphale de bœuf, *B. abortus* S 19, B.G.G. Cette ligne de recherche est digne d'intérêt car elle peut se montrer capable de redonner un regain de confiance en une préparation qui, on le verra plus loin, possède de solides défauts.

L'injection vaccinale peut s'opérer, en tous points du corps par voie sous-cutanée. Aucune réaction locale ne s'ensuit, même avec des qualités très importantes de culture, de l'ordre de plusieurs litres; il n'y a plus d'accidents pulmonaires, même après mélange du vaccin aux liquides embryonnaires d'œufs (29).

La conversion sérologique des bovins vaccinés n'est ni précoce, ni constante, ni élevée, ni prolongée.

L'immunité apparaît lentement et ne couvre d'ailleurs pas tous les bovins, dans les conditions expérimentales comme dans la pratique; néanmoins, plus de 80 p. 100 des vaccinés sont cliniquement protégés et les auteurs australiens considèrent que la souche KH<sub>3</sub>J est aussi immunigène que la souche V<sub>5</sub> (30). L'immunité conférée par la vaccination à la queue paraît du reste très largement supérieure à celle qui suit l'inoculation sous-cutanée rétroscapulaire.

La qualité de l'immunité est en relation avec le nombre de germes revivifiables inoculés, au titre seuil minimal immunisant de 10<sup>7</sup>.

Par ailleurs, la résistance conférée n'est pas totale, puisque 1/5 des bovins vaccinés puis éprouvés par contact 5 mois après vaccination, présentent à l'autopsie des lésions actives ou encapsulées : ce résultat contraste avec celui de l'épreuve par voie sous-cutanée au terme de laquelle 97 p. 100 des bovins sont résistants 1 an après la vaccination (18, 42).

Au total, la souche KH<sub>3</sub>J ne prétend pas primer les autres vaccins antipéripneumoniques. Mais, totalement apathogène et suffisamment immunigène, son utilisation pratique large, comme en Nigéria et au Tchad, a pourtant

fourni d'excellents résultats, puisque, au Tchad en particulier, la moyenne annuelle des foyers de péripneumonie est tombée de 200 à une dizaine, sous l'influence de cette vaccination systématique. Dans ce dernier pays, la pratique de la vaccination antipéripneumonique, généralement repoussée par les éleveurs, a été facilitée par l'utilisation d'un vaccin mixte antibovipestique-antipéripneumonique, inoculable en un seul temps et fort bien accepté (69).

### CHOIX D'UNE METHODE DE VACCINATION

La multiplicité des formules vaccinales proposées est le plus sûr garant de *l'inexistence actuelle d'un vaccin antipéripneumonique idéal*.

Diversement nocifs d'une part, diversement actifs au laboratoire d'autre part, les vaccins spécifiques se montrent également d'une efficacité fort diverse sur le terrain, allant d'une excellente immunité totale à la simple résistance clinique accompagnée de séquestres pulmonaires, sources contagieuses encore augmentées par la création artificielle de bovins semi-résistants devenant après contamination, porteurs et excréteurs chroniques pérennisant le contact; cette observation est particulièrement vraie avec la souche KH<sub>3</sub>J, mais on la retrouve aussi avec la souche T<sub>1</sub>.

La politique vaccinale se révèle malaisée à définir et éminemment variable selon les circonstances.

En période épizootique, ou pour juguler la maladie dans un troupeau où l'abattage est impraticable pour les raisons que l'on a citées plus haut, le choix portera :

— éventuellement sur l'inoculation willemienne, opérée par les propriétaires eux-mêmes, qui toléreront les pertes postvaccinales plus aisément que si elles étaient consécutives aux interventions des techniciens. Sous réserve de la propreté contrôlée des opérations et éventuellement d'une antibiothérapie destinée à arrêter les violentes réactions qui pourraient se manifester, elle sera pratiquée soit à la queue, selon la technique originale de WILLEMS à l'aide d'une aiguille infectée de « lymphes », soit au muflon avec une bague à pointes;

— plus logiquement sur les vaccins de cultures en bouillon, dérivés des souches d'ovoculture (T<sub>2</sub>), dont on est en droit d'espérer une genèse immunitaire rapide. L'injection au muflon vaccine très rapidement, en quelques jours, mais peut entraîner des accidents locaux alarmants et surtout une flambée postvaccinale de mortalité;

— peut-être, dans l'avenir, sur la vaccination par voie nasale, si les espoirs que l'on fonde sont justifiés par l'expérience.

Dans une campagne de vaccination systématique, en période calme, le choix devient délicat car il doit considérer :

— la réceptivité locale du bétail aux différents vaccins utilisables; aussi importe-t-il de ne jamais amorcer une vaccination généralisée sans essais régionaux préalables;

— les circonstances locales, concernant la menace de la maladie pour le noyau d'élevage à protéger, donc la nécessité d'une installation rapide de l'immunité;

— l'attitude des propriétaires devant les réactions postvaccinales et éventuellement la mortalité.

Dès lors, aucune recommandation n'est possible et c'est au vétérinaire organisateur d'opérer un choix judicieux après soigneuse enquête et mûre réflexion.

Compte tenu de ces restrictions, un accord général s'est fait pour l'utilisation de la souche T<sub>1</sub> dans une campagne interafricaine contre la péripneumonie patronnée par l'Organisation de l'Unité Africaine (projet n° 28 de l'OUA-STRC). Son innocuité pour l'immense majorité des zébus d'Afrique et ses qualités immunigènes l'ont fait surclasser la souche KH<sub>3</sub>J, pourtant totalement apathogène, mais accusée de ne créer qu'une immunité de trop faible durée et de favoriser la création de porteurs de lésions encapsulées, lors de recontaminations occultes en période d'immunité évanescence. Pour les populations bovines de taurins sans bosse d'Afrique occidentale, particulièrement réceptifs à la péripneumonie et injusticiables de la souche T<sub>1</sub>, trop virulente pour eux, la souche KH<sub>3</sub>J reste pourtant indiquée en attendant que des recherches aient dégagé un nouveau procédé de vaccination.

## SUMMARY

**Prophylaxis and vaccination in contagious bovine pleuropneumonia.  
Evolution of technics and present applications in practice**

After showing that at the present time vaccination is the only pragmatically useful method of control in Africa and after indicating the limiting factors of activity of CBPP vaccines, the author reviews the different recommended vaccines. It is concluded that in the absence of an ideal vaccine which in fact reflects our misappreciation of the immunity in the disease, vaccination has to rely on the T<sub>1</sub> strain (or eventually on the KH<sub>3</sub>J strain) for mass prophylaxis and on the T<sub>2</sub> strain for outbreak control.

## RESUMEN

**Profilaxis y vacunación en la perineumonía bovina.  
Evolución de las técnicas y aplicaciones prácticas actuales.**

El autor muestra que actualmente la profilaxis médica de la perineumonía es el solo método de lucha pragmáticamente válida en África e indica los factores limitando la actividad de las vacunas contra la perineumonía. Luego, pasa en revista los varios inmunógenos preconizados. Concluye que, sin vacuna ideal, lo que refleja en realidad nuestro desconocimiento de la inmunidad en la enfermedad, la vacunación ha de utilizar la cepa T<sub>1</sub>, o eventualmente la cepa KH<sub>3</sub>J, para la profilaxis en gran escala, y la cepa T<sub>2</sub> para la intervención en los focos.

## BIBLIOGRAPHIE

- BENNETT (S. C. J.). Contagious bovine pleuropneumonia. Culture vaccines. Proc. Pan.-Afr. Agric. Vet. Conf. Pretoria (paper n° 13), 1929, 1: 118-123.
- BROWN (R. D.). A note on inactivated contagious pleuropneumonia vaccines. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1966, 14: 281-283.
- BROWN (R. D.). The Somaliland S<sub>1</sub> strain of *Mycoplasma mycoides*. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1966, 14: 383-390.
- BROWN (R. D.), GOURLAY (R. N.) et Mac LEOD (A. K.). The production of T<sub>1</sub> broth culture contagious bovine pleuropneumonia vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1965, 13: 145-155.
- CAMPBELL (A. D.). A preliminary note on the experimental reproduction of bovine pleuropneumonia. *Bull. Coun. Sci. Ind. Res. Aust.*, 1938, 11: 103-111.
- CAMPBELL (A. D.). CBPP. A preliminary note on immunity. *J. Coun. Sci. Ind. Res. Aust.*, 1938, 11: 112-118.
- Contagious bovine pleuropneumonia now eradicated. *Aust. vet. J.*, 1972, 48: 529.
- CSIRO. Animal Research Laboratories Annual Report 1963-64. Melbourne, 1964.
- CURASSON (G.) et HANRAS. Un vaccin contre la péripneumonie bovine. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1930, 3: 95-98.
- DAFAALLA (E. N.). A preliminary investigation into the adjuvant action of some substances on dried contagious bovine pleuropneumonia organisms. *Vet. Rec.*, 1956, 68: 393-395.
- DALEEL (E. E.) et LINDLEY (E. P.). CBPP: a comparison of three culture vaccines. *Sud. J. Vet. Sci. Anim. Husb.*, 1970, 11: 34-40.
- DAUBNEY (R.). Contagious bovine pleuropneumonia. Note on experimental reproduction and infection by contact. *J. comp. Path.*, 1935, 48: 83-96.
- DAVIES (G.). Growth characteristics of the T<sub>1</sub> strain of *Mycoplasma mycoides*. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1969, 1: 7-12.
- DAVIES (G.). The persistence of *Mycoplasma mycoides* in the host after vaccination with T<sub>1</sub> broth vaccine. *Res. vet. sci.*, 1969, 10: 225-231.
- DAVIES (G.) et GILBERT (F. R.). Contagious bovine pleuropneumonia vaccination in East Africa. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1969, 17: 21-26.
- DAVIES (G.), MASIGA (W. N.), SHIFRINE (M.) et READ (W. C. S.). The efficacy of T<sub>1</sub> strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia: preliminary in-contact trials. *Vet. Rec.*, 1968, 83: 239-244.
- DAVIES (G.), STONE (S. S.) et READ (W. C. S.). Comparative characteristics of various strains of *Mycoplasma mycoides*. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1969, 1: 13-18.
- DOUTRE (M. P.). Valeur de l'immunité conférée par deux vaccins lyophilisés préparés à l'aide des souches KH<sub>3</sub>J et T<sub>1</sub>. *Bull. O.I.E.*, 1969, 72: 103-129.
- DOUTRE (M. P.) et CHAMBRON (J.). Valeur de l'immunité conférée par un vaccin antipéri-pneumonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T<sub>1</sub>. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, 23: 163-179.
- DOUTRE (M. P.), CHAMBRON (J.) et BOURDIN (P.). Valeur de l'immunité conférée par un vaccin mixte antibovipestique-antipéri-pneumonique lyophilisé préparé à l'aide de la souche T<sub>1</sub> (S-R). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25: 1-14.
- GAMBLES (R. M.). Studies on contagious bovine pleuropneumonia with special reference to the complement fixation test. *Brit. vet. J.*, 1956, 112: 120-127 et 162-169.

22. GERLACH (F.) et HEIKKILA (I.). Immunization of cattle against contagious bovine pleuropneumonia utilizing strains of the infective agent adapted to mice. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1956, **4**: 193-195.
23. GILBERT (F.R.), DAVIES (G.), READ (W.C.S.) et TURNER (G.R.J.). The efficacy of T<sub>1</sub> strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia: in-contact trials carried out six and twelve months after primary vaccination. *Vet. Rec.*, 1970, **86**: 29-33.
24. GILBERT (F.R.) et WINDSOR (R.S.). The immunizing dose of T<sub>1</sub> strain *Mycoplasma mycoides* against contagious bovine pleuropneumonia. *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1971, **3**: 71-76.
25. GIRARD (H.). De la vaccination en matière de péripneumonie bovine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1942, **35**: 80-87.
26. GRYAZIN (V.I.) et SHCHERBAKOV (I.V.). (Essais de vaccins tissulaires formolés contre la péripneumonie). *Tr. Inst. vet. Alma-Ata*, 1954, **6**: 171-176.
27. HALL (G.N.). Nigeria. Report of the Veterinary Department. 1930.
28. HALL (W.T.K.) et LAWS (L.). Treatment of a severe reaction in a bull resulting from vaccination for contagious bovine pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1958, **34**: 189-190.
29. HUDSON (J.R.). Contagious bovine pleuropneumonia: studies in the pathogenesis of lung lesions following vaccination with egg vaccines. *Aust. vet. J.*, 1965, **41**: 36-42.
30. HUDSON (J.R.). Contagious bovine pleuropneumonia: the immunizing value of the attenuated strain KH<sub>3</sub>J. *Aust. vet. J.*, 1965, **41**: 43-49.
31. HUDSON (J.R.). Contagious bovine pleuropneumonia: development of a satisfactory and safe vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1968, **16**: 165-172.
32. HUDSON (J.R.). Contagious bovine pleuropneumonia. The keeping qualities of the V<sub>8</sub> vaccine in Australia. *Aust. vet. J.*, 1968, **44**: 123-129.
33. HUDSON (J.R.) et LEAVER (D.D.). Contagious bovine pleuropneumonia: the occurrence of lung lesions following vaccination with egg vaccine. *Aust. vet. J.*, 1965, **41**: 29-36.
34. HUDSON (J.R.) et TURNER (A.W.). Contagious bovine pleuropneumonia: a comparison of the efficacy of two types of vaccine. *Aust. vet. J.*, 1963, **39**: 373-385.
35. HYSLOP (N. St. G.). The viability at low temperatures of a dried egg-adapted (Kenya vaccine) strain of *Asterococcus mycoides*. *Vet. Rec.*, 1955, **67**: 411-412.
36. HYSLOP (N. St. G.). Review on progress on contagious bovine pleuropneumonia in Kenya. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1955, **3**: 266-270.
37. HYSLOP (N. St. G.). Local and serological responses evoked in cattle by strain of *Mycoplasma mycoides* passaged in embryonated eggs. *Bull. O.I.E.*, 1968, **69**: 695-723.
38. KARST (O.). A comparison of 2 vaccines against contagious bovine pleuropneumonia. *Res. vet. Sci.*, 1971, **12**: 18-22.
39. KARST (O.). Contagious bovine pleuropneumonia: lyophilised (T<sub>1</sub>) vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, juin 1972, numéro spécial sur la péripneumonie, 69-76.
40. KARST (O.) et MITCHELL (S.). Intranasal vaccination of cattle with an attenuated Gladysdale strain of *Mycoplasma mycoides* var. *mycoides*. *J. comp. Path.*, 1972, **82**: 171-178.
41. KNIGHT (G.J.). Studies with avianised strains of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. VIII. Experiments with avianised vaccine prepared from Muguga T<sub>3</sub>/32 strain of *Mycoplasma mycoides*. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1960, **8**: 11-19.
42. LINDLEY (E.P.). Experiments with an attenuated culture vaccine against contagious bovine pleuropneumonia. *Brit. vet. J.*, 1965, **121**: 471-478.
43. LINDLEY (E.P.). An immunity test in cattle to compare two contagious bovine pleuropneumonia vaccines. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1967, **15**: 307-311.
44. LINDLEY (E.P.). Experiences with a lyophilized contagious bovine pleuropneumonia vaccine in the Ivory Coast. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1971, **3**: 33-42.
45. LINDLEY (E.P.). La spiramycine et les lésions postvaccinales au vaccin lyophilisé *M. mycoides* var. *mycoides*, souche T<sub>1</sub>/44 contre la péripneumonie contagieuse des bovidés. *Cah. Méd. vét.*, 1971, **40**: 233-236.
46. LINDLEY (E.P.) et ABDULLA (A.E.D.). The development and titration in cattle of a dried contagious bovine pleuropneumonia vaccine. *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1967, **8**: 40-46.
47. LINDLEY (E.P.) et ABDULLA (A.E.D.). Preliminary test in cattle of some contagious bovine pleuropneumonia vaccines. *Sud. J. vet. Sci. Anim. Husb.*, 1967, **8**: 78-87.
48. 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.
49. MASIGA (W.N.). Achievements of OAU/STRC CP16 project. *Bull. epiz. Dis. Afr.* Juin 1972, numéro spécial sur la péripneumonie, 5-11.
50. MENDES (A.M.). Evaluation du vaccin contre la péripneumonie contagieuse des bovidés en Angola. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **2**: 431-433.
51. METTAM (R.W.M.) et FORD (J.). Experiments on the transmission of bovine contagious pleuropneumonia with a report on a new method of testing immunity following vaccination. *J. comp. Path.*, 1939, **52**: 15-28.
52. MINOR (R.). Observations on the use of T<sub>1</sub> broth culture vaccine in the control of contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1967, **15**: 115-119.
53. MORNET (P.). La péripneumonie bovine en Afrique occidentale française. Données anciennes et acquisitions récentes. *Bull. Serv. zoot. Epiz. A.O.F.*, 1943, **6**: 5-42.
54. ORUE (J.). Prophylaxie de la péripneumonie bovine par le vaccin culture et l'ovo-vaccin dans l'ouest africain francophone. Bilan des dernières campagnes de vaccination. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **12**: 181-186.
55. ORUE (J.) et MEMERY (G.). La péripneumonie bovine. Précisions sur une nouvelle voie d'immunisation. Résultats. Conséquences et hypothèses. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1960, **13**: 161-173.
56. ORUE (J.) et MEMERY (G.). Note sur la vaccination intradermique contre la péripneumonie contagieuse bovine. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1960, **33**: 411-418.
57. PALMER (R.F.) et GOURLAY (R.N.). Lyophilisation of *Mycoplasma mycoides* culture vaccine. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **12**: 397-400.
58. PEARSON (C.W.) et LLOYD (L.C.). Freeze-drying of the KH<sub>3</sub>J vaccine strain of *Mycoplasma mycoides*. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1971, **19**: 117-122.



59. **PIERCY (S. E.) et KNIGHT (G. J.)**. Studies with avianised strains of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. A further examination of growth and modification in embryonated eggs. *Vet. Rec.*, 1956, **68**: 367-373.
60. **PIERCY (S. E.) et KNIGHT (G. J.)**. Studies with avianised strains of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. IV. The preparation, titration and challenge of avianised bovine pleuropneumonia vaccines. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1957, **5**: 161-173.
61. **PIERCY (S. E.) et KNIGHT (G. J.)**. Studies with the avianised strains of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. V. Experiments with avianised vaccines at various levels of attenuation. *Brit. vet. J.*, 1958, **114**: 245-253.
62. **POTAROFF (A. S.)**. (Vaccin formolé contre la péripneumonie). *Sov. Vet.*, 1934 (11): 33-36.
63. **PRIESTLEY (F. W.)**. Contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1955, **3**: 126.
64. **PRIESTLEY (F. W.)**. Further observations on immunity to contagious bovine pleuropneumonia with special reference to adjuvants. *Vet. Rec.*, 1955, **65**: 729-733.
65. **PRIESTLEY (F. W.)**. Report to the government of Somalia. Rome, F.A.O., 1961. (Rapport F.A.O.-ETAP n° 1354).
66. **PRIESTLEY (F. W.) et DAFALLA (E. N.)**. Immunisation against contagious bovine pleuropneumonia using dried organisms and adjuvants. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1957, **5**: 177-186.
67. **PROVOST (A.)**. Rapports annuels du Laboratoire de Farcha pour les années 1964, 1965, 1966.
68. **PROVOST (A.)**. Principes de production d'un vaccin mixte associé antibovipestique-antipéripneumonique inoculé en un seul temps. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1969, **17**: 7-10.
- 68 a. **PROVOST (A.) et BORREDON (C.)**. Essai de vaccination antibovipestique par voie pernasale de veaux possédant ou non une immunité colostrale. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25**: 141-153.
69. **PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.)**. Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XI. Un vaccin vivant mixte antibovipestique-antipéripneumonique inoculable en un seul temps. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23**: 143-162.
70. **PROVOST (A.), PERREAU (P.) et QUEVAL (R.)**. Essais de vaccination antipéripneumonique à l'aide de corps microbiens lysés. Echec. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1963, **11**: 375-380.
71. **PROVOST (A.), VILLEMOT (J. M.) et QUEVAL (R.)**. Recherches immunologiques sur la péripneumonie. VIII. Immunisation au moyen d'une souche avianisée de *Mycoplasma mycoides* var. *mycoides* inoculée par la voie du mufle. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1959, **12**: 381-404.
72. **PROVOST (A.), VILLEMOT (J. M.) et QUEVAL (R.)**. Quatre années de pratique de la vaccination antipéripneumonique en Afrique centrale. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1962, **10**: 433-438.
73. **PROVOST (A.), VILLEMOT (J.) et QUEVAL (R.)**. Essais de vaccination contre la péripneumonie à l'aide de micro-organismes du genre *Mycoplasma* autres que *M. mycoides*. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1964, **12**: 153-158.
74. **Rapport de la réunion sur la péripneumonie contagieuse des bovins**. Rapport de réunion FAO 1957/2.
75. **Rapport de la 1<sup>re</sup> réunion du groupe d'experts FAO/OIE/CCTA sur la péripneumonie bovine**. Rapport FAO-AN 1960/3.
76. **Rapport de la 2<sup>e</sup> réunion du groupe d'experts FAO/OIE/CCTA sur la péripneumonie bovine**. Rapport FAO-AN 1964/1.
77. **Rapport de la 3<sup>e</sup> réunion du groupe d'experts FAO/OIE/OUA sur la péripneumonie**. Rapport FAO-AN 1967/2.
78. **Réunion du sous-comité du groupe d'experts FAO/OIE/OUA sur la péripneumonie bovine**. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, juin 1972, numéro spécial sur la péripneumonie, 91-100.
79. **ROCHEBRUNE (A. T. de)**. Formation de races nouvelles. Recherches d'ostéologie comparée sur une race de bœufs domestiques observée en Sénégal. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1880: 304-306.
80. **SHERIFF (D.) et PIERCY (S. E.)**. Experiments with the avianised strain of the organism of contagious bovine pleuropneumonia. *Vet. Rec.*, 1952, **64**: 615-621.
81. **SHIFRINE (M.) et BEECH (J.)**. Preliminary studies on living culture and inactivated vaccines against contagious bovine pleuropneumonia. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1968, **16**: 47-52.
82. **SHIFRINE (M.), STONE (S. S.) et DAVIES (G.)**. Contagious bovine pleuropneumonia: serologic response of cattle after single and double vaccination with T<sub>1</sub> culture vaccine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21**: 49-58.
83. **WALKER (J.)**. Experiments and observations in connection with pleuropneumonia contagiosa bovum and the preventive method of inoculation. *Dep. Agr. Kenya, Bull. n° 2*, pp. 136-183, East Afr. Stand. Ltd., Nairobi, 1921.
84. **WALKER (J.)**. Ann. Rep. Dept. Agr., Kenya, 1929, p. 240.
85. **WINDSOR (R. S.), MASIGA (W. N.) et READ (W. C. S.)**. The efficacy of T<sub>1</sub> strain broth vaccine against contagious bovine pleuropneumonia. In-contact trials carried out two years after primary vaccination. *Vet. Rec.*, 1972, **90**: 2-5.

# Note sur l'écologie de la peste équine africaine

par P. BOURDIN (\*) et A. LAURENT (\*)

## RESUME

L'analyse des faits et travaux concernant l'écologie de la P.E.A. montre que cette affection sévit à l'état endémique dans les pays à climat tropical sec et périodiquement déborde au Sud et au Nord vers les pays voisins. Le cheval est très sensible au virus mais dans les pays où la P.E.A. est ancienne, il a acquis une immunité naturelle solide. Le mode de transmission s'apparente à celui des arbovirus, deux vecteurs sont incriminés : les moustiques et les culicoïdes. Dans la nature, l'isolement du virus est difficile et n'a été réalisé que chez *culicoïdes* spp. La multiplication du virus chez les deux vecteurs reste encore à prouver. Le réservoir est hypothétique et sa détermination, peu importante pour les zones d'endémie, est essentielle pour les pays indemnes. Une enquête sérologique récente faite en fixation du complément chez 1 500 chevaux sénégalais, révèle que 60 p. 100 des chevaux vivant en zone d'élevage intensif ou en zone sylvo-pastorale, ont eu un contact récent avec le virus. On peut penser que cette zone représente une niche écologique où le virus se maintient dans son cycle fondamental.

Le virus de la P.E.A., d'après les travaux de OLLERMAN, ELS et ERASMUS (1970) est classé maintenant au même titre que le virus de la « Bluetongue » dans un sous-groupe des diplomavirus, mais l'épidémiologie de la maladie l'apparente à celle des arbovirus. Ceci suppose l'intervention d'un vecteur appartenant aux arthropodes hématophages et l'existence d'un hôte naturel ou réservoir. Le cheval, quant à lui, joue le rôle d'un hôte accidentel pouvant dans certaines conditions constituer pour le virus une impasse biologique.

Jusqu'ici, la preuve expérimentale de la transmission par un vecteur selon les critères de l'O.M.S. n'est pas encore faite et l'existence du réservoir est hypothétique. Or, comme le souligne Mc INTOSH (10), si l'identification du réservoir est sans importance pour les contrées où la maladie est endémique, elle est primordiale pour les pays neufs ou menacés.

Dans cet exposé, nous analyserons brièvement les principaux faits et travaux concernant l'écologie pour discuter trois questions majeures :

- l'apparition d'une épizootie,
- le vecteur,
- le réservoir.

## I. ETUDE ET ANALYSE DES FAITS

### 1<sup>er</sup> point : La répartition géographique

Le berceau de la maladie est l'Afrique tropicale, l'île de Madagascar en étant exclue. Sur le continent africain, on trouve la P.E.A. de part et d'autre de l'équateur dans les pays de climat tropical sec dont le type est le climat sahélo-soudanais.

Périodiquement, la P.E.A. sort de son berceau originel pour toucher des pays parfois éloignés.

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire National de l'Elevage, B.P. 2057, Dakar-Hann, République du Sénégal.



Les flambées de la P.E.A. sont connues en Afrique australe depuis le XVII<sup>e</sup> siècle et principalement en Union Sud africaine où la maladie revient environ tous les 20 ans dans la région du Cap.

En Afrique septentrionale, ces flambées sont beaucoup moins régulières. En 1930-31, on trouve la P.E.A. en Egypte. En 1943-44, on l'observe de nouveau en Egypte, en Palestine et même au Liban. En 1959, l'Iran est touché puis vers l'Est, elle s'étend à l'Afghanistan, au Pakistan et à l'Inde (1960); vers l'Ouest, elle est reconnue à cette époque, en Irak, Jordanie, Syrie, Turquie, Liban et Chypre.

En 1965, elle franchit la barrière saharienne, touche le Sud marocain et le Sud algérien, puis après une accalmie pendant l'hiver, elle passe en 1966 aux régions Nord de ces deux pays et s'étend en Tunisie. En octobre 1966, elle touche le Sud de l'Espagne. Depuis, la maladie s'est retirée dans sa zone d'origine où elle demeurera jusqu'à la prochaine flambée sous la forme endémique.

## **2<sup>e</sup> point : Aspect et diffusion de la P.E.A.**

Dans les pays africains à climat tropical sec, la maladie existe à l'état endémique. Un équilibre écologique s'établit entre le vecteur, le réservoir et les chevaux. Prenons l'exemple des pays d'Afrique occidentale et centrale situés au Nord de l'équateur entre les isohyètes 250 mm et 1 000 mm. Ces deux isohyètes délimitent une étroite bande traversant l'Afrique de part en part correspondant au climat tropical sec. Cette bande est favorable à l'élevage du cheval, on y dénombre près de 1 500 000 équins, la diffusion de cette espèce étant limitée au Nord par la proximité du désert et au Sud par la mouche tsé-tsé. L'introduction des chevaux au Sud du Sahara remonte d'après l'inventaire des rupestres sahariens au deuxième millénaire avant notre ère. Il est vraisemblable que ces animaux, en raison des contacts fréquents avec le virus P.E.A., ont acquis peu à peu l'état de résistance naturelle qui est propre aux races locales actuelles. La preuve du contact avec le virus est fournie par les enquêtes sérologiques, réalisées au Tchad par MAURICE et PROVOST (9) au Sénégal et pour une moindre part au Mali par BOURDIN, LAURENT, BERNARD et MBAYE (1966-1972).

## **3<sup>e</sup> point : Le climat et la topographie**

Tous les auteurs soulignent l'influence favorable d'une tension élevée de vapeur d'eau consécutive à des pluies abondantes, associées à la chaleur. Le froid et la sécheresse ont au contraire une action défavorable.

Du point de vue topographique, les auteurs reconnaissent aussi que la maladie est localisée de préférence dans les zones humides, marécages, vallées et près des points d'eau, puits et forages. En Afrique du Sud, on l'observe rarement au-dessus de 500 mètres sauf dans des conditions climatiques exceptionnelles.

## **4<sup>e</sup> point : La réceptivité des animaux**

Le cheval possède une sensibilité aiguë. Dans les effectifs neufs, d'après RAFYI (23), 95 p. 100 des animaux sont touchés. Le mulet est moins sensible (50 p. 100 des sujets sont atteints). L'âne est insensible. Cependant, ALEXANDER (1), en Egypte, SERS en Algérie (26), ORUE (16) au Sénégal, ont observé des cas chez cette espèce.

A mentionner aussi les cas relevés parmi les chiens de meute nourris avec de la viande de cheval malade, observés par THEILER (29) et PIERCY (21).

## **5<sup>e</sup> point : La transmission du virus**

La transmission directe du virus est exceptionnelle, il est possible de faire vivre des animaux neufs et des malades dans une écurie désinsectisée et protégée par des moustiquaires. Le mode de transmission est essentiellement indirect, il se fait par l'intermédiaire d'arthropodes hématophages.

## **II. ETUDE ET ANALYSE DES TRAVAUX EXPERIMENTAUX**

### **1<sup>er</sup> point : La résistance du virus**

Le virus est thermo-stable, il résiste également à la dessiccation, mais il est sensible à des pH légèrement acides.

### **2<sup>e</sup> point : La persistance du virus chez les animaux sensibles**

La présence du virus chez les animaux malades et notamment le cheval est de courte durée.

Neuf jours après le début de la maladie, l'isolement du virus à partir du sang est rare. Mc INTOSH (10) pense que cet isolement est rendu difficile par la présence d'anticorps neutralisants qui masquent le virus. Cet auteur est parvenu à dissocier le virus P.E.A. masqué, par un transfert chez le furet inoculé par voie intracardiaque.

### 3<sup>e</sup> point : Les vecteurs

Les auteurs retiennent de nombreux arthropodes. JOUBERT (8) en a dressé la liste, mais il estime que beaucoup d'espèces ne jouent le rôle que de simples aiguilles ailées.

A l'heure actuelle, les principales espèces incriminées appartiennent au *Culicidae*, (moustiques) et au *Ceratopogonidae* (culicoïdes).

Si l'on examine les travaux des différents auteurs attachés à cette question, on remarque une certaine divergence dans les résultats. Pour NIESCHULZ, BEDFORD et DU TOIT (13), les moustiques du genre *Aedes* infectés sur chevaux malades transmettent exceptionnellement la maladie à des chevaux neufs. Pour OZAWA et ses collaborateurs (18, 19), il est possible de transmettre le virus à des chevaux sensibles à partir d'*Anopheles stephensi*, *Culex pipiens fatigans*, et *Aedes aegypti* nourris *in vitro* avec des suspensions de liquides virulents.

DU TOIT (6) trouve le virus chez les culicoïdes sans spécification d'espèce et réussit en 1969 la transmission, par l'intermédiaire de cet arthropode, d'un animal malade à un sujet sensible.

Récemment, WETZEL, NEVILL et ERASMUS (30) ne réussissent pas à isoler le virus P.E.A. à partir d'*Aedes aegypti*, de *Culex pipiens fatigans* ou de *culicoides* spp. nourris *in vitro* sur des liquides virulents, ou *in vivo* sur chevaux.

Ils échouent également au cours d'essais de transmissions avec les culicoïdes.

### 4<sup>e</sup> point : Le réservoir, sa recherche et son identification

Pour cette étude, on dispose de deux moyens, l'enquête sérologique et les essais d'isolement du virus.

L'enquête sérologique décèle les espèces susceptibles d'héberger ou d'avoir eu un contact

avec le virus et ne peut être valable que si le nombre d'échantillons est suffisant. Il n'existe pas à notre connaissance d'enquête sérologique à grande échelle. Examinons les résultats des enquêtes relevés dans la littérature, PILO-MORON (22) et ses collaborateurs, chez les ânes des oasis du Sud algérien, trouvent 69 p. 100 de résultats positifs sur 84 échantillons. Chez les chiens, Mc INTOSH (10) trouve des anticorps dans 1 sérum sur 13. SHAH (27) aux Indes trouve des anticorps chez le chien (10 sérums positifs sur 20), chez l'âne (8 sérums positifs sur 42) mais ne trouve pas trace d'anticorps dans des sérums d'oiseaux, de chèvres et de moutons.

Les essais d'isolement du virus par inoculation au souriceau de prélèvements issus d'animaux autres que les chevaux ont toujours été négatifs.

Cette grande difficulté à isoler le virus P.E.A. soit à partir des vecteurs, soit à partir de l'hôte, est soulignée par les études des chercheurs de l'O.M.S. sur les arbovirus.

Au Sénégal, ROBIN et BRES (24), ROBIN et LE GONIDEC (25), TAUFELIEB, CORNET et CAMICAS (28), ont inoculé 9 788 prélèvements provenant de l'homme, d'animaux sauvages et d'arthropodes hématophages. Ils ont isolé 224 virus, mais aucun virus P.E.A. n'a encore été trouvé à ce jour. Au Nigéria, les arbovirologistes de l'O.M.S. (2) enquêtant sur place et dans les pays voisins, Dahomey, Cameroun, Tchad et Togo, ont inoculé 39 696 prélèvements et isolé 1 613 virus, aucun virus P.E.A. ne figure parmi eux. Pourtant, à plusieurs reprises, les chercheurs œuvrant au Nigéria ont isolé le virus de la bluetongue chez des culicoïdes, or, ce virus appartient au même groupe que le virus P.E.A.

## III. DISCUSSION

Examinons à présent les conclusions que l'on peut extraire de ces analyses sur les problèmes de l'apparition d'une épizootie, du vecteur et du réservoir.

### 1. L'apparition d'une épizootie

Si l'on se réfère à l'épidémiologie des arboviroses, on peut concevoir que la P.E.A. se trans-

met comme les arbovirus selon plusieurs cycles, BRES et ROBIN (5).

Dans un pays vierge comme l'Afrique avant l'introduction des chevaux, on peut imaginer l'existence d'un cycle fondamental selvatique, évoluant en l'absence du cheval et dont le diagramme est :

Vertébré infecté → arthropodes vecteurs → vertébré neuf...

Le cheval infecté peut être introduit dans une zone où vit une population équine réceptive à une saison où les arthropodes hématophages sont nombreux et les conditions écologiques favorables. La P.E.A. devient alors épizootique et le diagramme est :

Cheval infecté → arthropodes hématophages → cheval neuf.

Dans cette zone, les conditions écologiques peuvent varier fondamentalement selon l'époque de l'année et présenter des différences marquées avec celles des pays à endémie permanente. Notamment retour au réservoir exclu, conditions climatiques plus tranchées interrompant brutalement la multiplication des vecteurs. Privée alors de son support endémique, la maladie s'éteint toute seule, soit au cours de l'année, ou l'année suivante ou même à l'extrême rigueur la troisième année.

## 2. Le vecteur

Le contexte écologique est en faveur d'une transmission par arthropodes hématophages, mais les preuves expérimentales sont encore contradictoires. Pourtant, deux groupes d'arthropodes sont retenus par les auteurs comme vecteurs probables, les culicoïdes et à un moindre titre les moustiques. Pour quel motif écologique est-il difficile de prouver expérimentalement cette transmission ?

La première raison est d'ordre statistique. En Afrique du Sud, il est difficile d'isoler des culicoïdes de virus de la P.E.A. tandis que son cousin le virus de la bluetongue est facilement isolé de ce même groupe d'arthropodes. Cette différence peut provenir dans le rapport existant entre le nombre des hôtes. En effet, le virus de la bluetongue a à sa disposition 12 800 000 bovins hôtes réservoirs et

39 000 000 de moutons hôtes sensibles contre 380 000 chevaux pour le virus de la P.E.A., seuls hôtes à partir desquels il est possible d'isoler le virus.

Le deuxième motif découle de la biologie des culicoïdes. Certaines espèces comme *Culicoides pallidipennis* vivent en rapport étroit avec le bétail et se reproduisent selon NEVILL (12) dans les excréments frais des bovins, mais le reste de leur biologie est mal connue, on sait toujours d'après NEVILL (12) qu'ils sont auto-gènes au premier cycle, autrement dit ils n'ont pas besoin d'un repas sanguin pour la première ponte et que, s'il est possible de distinguer les culicoïdes ayant eu un cycle gonotrophique, la numération des cycles est impossible.

Quant aux moustiques, leur biologie est beaucoup mieux connue. Malheureusement, dans le cas de la P.E.A., si la transmission expérimentale réussit avec certaines espèces, l'isolement du virus n'a pu être réalisé dans la nature. Ce qui fait des moustiques des vecteurs suspects, mais non confirmés. On peut expliquer la présence du virus en Iran et en Algérie pendant deux années successives par la persistance du virus chez certaines espèces pendant leur hibernation; il reste à le prouver.

Disons, pour conclure ce problème du vecteur, que pour beaucoup de virus transmis par les arthropodes et parmi eux la P.E.A., les critères fixés par les arbovirologistes sont loin d'être tous satisfaits.

## 3. Le réservoir

Le problème posé par le réservoir est loin d'être résolu. Le réservoir reste hypothétique et selon l'expression de MORNET et GILBERT (11), il doit être considéré pour le moment comme un « être de raison ». Pourtant, sa mise en évidence est d'une grande importance pour les pays indemnes de P.E.A. comme le souligne Mc INTOSH (10).

Il est superflu de citer le nom des diverses espèces animales suspectes d'être le réservoir. Il est préférable d'envisager un plan de recherche calqué sur ceux habituellement appliqués à l'étude épidémiologique des arbovirus. Le point de départ de ce planning est une enquête sérologique chez les chevaux afin de localiser

les zones à forte endémie où, les contacts entre virus et équins étant fréquents, la maladie existe sous la « forme rurale ». Ces contacts impliquent que le vecteur et le réservoir soient présents. Autrement dit, cette enquête sérologique doit permettre de localiser la niche écologique où le virus est maintenu dans son cycle fondamental.

Au Sénégal, BOURDIN, LAURENT, BERNARD et MBAYE ont examiné en fixation du complément 1 500 sérums de chevaux provenant de deux zones. La zone agricole et la zone pastorale. La fixation du complément révèle que 20 p. 100 des chevaux de la zone agricole ont eu un contact récent avec le virus contre 66 p. 100 pour ceux vivant en zone pastorale.

La zone agricole est largement défrichée, mais dans la zone pastorale, l'élevage se fait selon le mode extensif, l'alimentation étant assurée par des pâturages naturels et l'abreuvement se fait soit au puits, soit à partir de forages. Autour des forages, vient entre 15 000 et 20 000 animaux : bovins, moutons, chèvres, chevaux, ânes, quelques dromadaires et des chiens de berger. En outre, la faune sauvage est représentée par de nombreux oiseaux, des hyènes, des chacals et de nombreuses autres espèces.

Aux abords des forages et des puits, on trouve l'eau stagnante et les excréments frais favorables à la reproduction des vecteurs. Il est très probable que, compte tenu des conditions écologiques, le réservoir est présent à proximité.

## SUMMARY

### Note about ecology of african horse-sickness

The analysis of facts and experimental works concerning the ecology of African Horsesickness (AHS), shows that this disease presents an endemic character in countries with dry tropical climate. The affection spreads periodically into the neighbouring countries situated north and south of this zone. Horses are very sensitive to the virus, but in territories where the disease occurs since a long time they acquired a natural and solid immunity.

The mode of propagation is similar to the transmission of arboviruses. Two vectors are involved mosquitoes and *Culicoides*. In nature the isolation of the virus is difficult and has only been achieved from *Culicoides* sp. The multiplication of virus in suspected vectors remains to be proved. The reservoir is hypothetical and its determination presents little consequence in endemic areas; however, this determination is essential for free areas. A recent serological survey (CFT) carried out in Senegalese horses living in a zone of extensive cattle breeding (sylvo pastoral zone) shows that 60 p. 100 of the animal demonstrate a recent contact with the virus.

The authors suggest that sylvo pastorale zone can be considered as an ecological niche where the existence of the virus is maintained through a basic cycle.

## RESUMEN

### Nota sobre la ecología de la peste equina africana (P.E.A.)

Según la análisis de los trabajos sobre la peste equina africana, se encuentra dicha enfermedad al estado endémico en los países con un clima tropical seco y sobrepasa al sur y al norte hacia los países vecinos. El caballo es sensible al virus pero, en los países donde la P.E.A. es antigua, ha adquirido una inmunidad natural sólida. El modo de transmisión se emparenta al de los arbovirus; se incriminan dos vectores: los mosquitos y los *Culicoides* spp. La multiplicación del virus en los dos vectores todavía queda por probar.

El reservorio es hipotético y su determinación poco importante para las zonas de endemia es esencial para los países indemnes. Una encuesta serológica reciente utilizando la fijación del complemento en 1 500 caballos de Senegal muestra que 60 p. 100 de los caballos viviendo en zona de cría intensiva o en zona silvopastoral, tuvieron un contacto reciente con el virus. Se puede pensar que esta zona representa un sitio ecológico donde se mantiene el virus en su ciclo fundamental.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ALEXANDER (R. A.). The 1944 epizooty of horse sickness in the Middle East. *Onderstepoort J. vet. Sci. anim. Ind.*, 1948, **23** : 77-92.
2. Arbovirus Research Project. Animal report. University of Ibadan. 1964-65-66-67-68-69.
3. BOURDIN (P.), BERNARD (G.), LAURENT (A.) et MBAYE (A.). Enquête sérologique sur la peste équine au Sénégal (en préparation).
4. BOURDIN (P.). Non publié (1966).
5. BRES (P.) et ROBIN (Y.). Les arbovirus : généralités. Dengue. Fièvre à phlébotome. *Encycl. Méd. chir. Mat. Inf.*, 1970, 8065 E10 : 1-12.
6. DU TOIT (R. M.). Transmission of bluetongue and horse sickness by *Culicoides*. *Onderstepoort J. vet. Sci. anim. Ind.*, 1944, **19** : 7-16.
7. DU TOIT (R. M.). Cité par Wetzel, Nevill et Erasmus, 1970.
8. JOUBERT (L.). Alerte à la peste équine. L'épizootie au Maroc et la protection en France. *Rec. Méd. vét.*, 1967, **118** : 49-57.
9. MAURICE (Y.) et PROVOST (A.). La peste équine à type 9 en Afrique centrale. Enquête sérologique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** : 21-25.
10. McINTOSH (B. M.). Immunological types of horse sickness virus and their significance in immunization. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1958, **27** : 465-538.
11. MORNET (P.) et GILBERT (Y.). La peste équine. Paris, l'Expansion, 1968 (Coll. Les maladies animales à virus).
12. NEVILL (E. M.). A significant new breeding site of *Culicoides pallidipennis* Carter Ingram and Nacfie (Diptera : *Caratopogonides*). *J.S. Afr. vet. Med. Ass.*, 1968, **39** : 61.
13. NIESCHULZ (O.), BEDFORD (C. A. M.) et DU TOIT (R.). Investigation into the transmission of horse sickness at Onderstepoort during the season 1931-32. *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1939, **3** : 275-334.
14. NIESCHULZ (O.) et DU TOIT (R.). Investigation into the transmission of horse sickness at Onderstepoort during the season 1932-33. *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1937, **8** : 213-270.
15. OLLERMANN (R. A.), ELS (H. J.) et ERASMUS (B. J.). Characterization of African horse sickness virus. *Arch. ges. Virusforsch.*, 1970, **29**, 163-174.
16. ORUE (J.). Communication personnelle. 1972.
17. OZAWA (Y.), NAKATA (Y.) et HAZRATI (A.). Growth of african horse sickness virus in monkey kidney cell culture. *Amer. J. vet. Res.*, 1964, **25** : 505-511.
18. OZAWA (Y.), NAKATA (G.). Experimental transmission of african horse sickness by means of mosquitoes. *Am. J. vet. Res.*, 1965, **26** : 744-748.
19. OZAWA (Y.), NAKATA (G.) et SHAD DEL (F.). Experimental transmission of african horse sickness by means of mosquitoes. *Arch. Inst. Razi.*, 1966, **18** : 119-125.
20. OZAWA (Y.), SHAD DEL (F.), NAKATA (G.) et NAVAI (S.). Transmission of african horse sickness by means of mosquito bites and replication of the virus in *Aedes aegypti*. *Arch. Inst. Razi.*, 1970, **22** : 113-122.
21. PIERCY (S. E.). Some observations on african horse sickness including an account of an outbreak amongst dogs. *East. Afr. Agric. J.*, 1951, **17**, 62-64.
22. PILO-MORON (E.), VINCENT (J.), AIT MESSAN (O.) et FORTHOMME (G.). Origine de la peste équine en Afrique du Nord : résultats d'une enquête sur les ânes du Sahara algérien. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 1969, **47** : 105-118.
23. RAFYI (A.). La peste équine. *Bull. off. int. Epiz.*, 1961, **56** : 170-215.
24. ROBIN (Y.) et BRES (P.). Recherches effectuées sur l'écologie des arbovirus au Sénégal. Projet O.M.S. - Rapport annuel Institut Pasteur, Dakar, 1965-66-67-68-69.
25. ROBIN (Y.), LE GONIDEC (C.). Recherches effectuées sur l'écologie des arbovirus au Sénégal. Rapport annuel. Projet O.M.S. 1970.
26. SERS (J. L.). La peste équine en Algérie. Etude sur l'épizootie d'automne 1965. Thèse Méd. vét., Alfort, 1967, n° 4.
27. SHAH (K. V.). Investigation of african horse sickness in India. I. Study of the natural disease and the virus. *Indian J. vet. Sci.*, 1964, **34** : 1-14.
28. TAUFFLIEB (R.), CORNET (M.) et CAMICAS (J. L.). Recherches effectuées sur l'écologie des arbovirus au Sénégal. Projet O.M.S. - Rapport annuel O.R.S.T.O.M. Dakar, 1965-66-67-68-69-70.
29. THEILER (A.). The susceptibility of the dog to african horse sickness. *J. comp. Path. Ther.*, 1910, **23** : 315-325.
30. WETZEL (H.), NEVILL (E. M.) et ERASMUS (B. J.). Studies on the transmission of african horse sickness. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1970, **37** : 165-168.



# La fièvre aphteuse en Éthiopie.

## Distribution des sérotypes de virus aphteux

par J. L. MARTEL (\*)

### RESUME

En faisant la synthèse d'informations d'origines diverses, la présente note donne l'inventaire des types de virus aphteux isolés en Ethiopie de 1957 à 1973.

Les trois types O, A et C ont été identifiés, mais aucun virus des types S.A.T. n'a été isolé, bien que ceux-ci existent dans les pays limitrophes.

Le système de transport du bétail sur pied, le long des routes commerciales traditionnelles, contribue largement à la dissémination des virus à l'intérieur du territoire éthiopien.

### INTRODUCTION

En 1932, la fièvre aphteuse a été observée en Erythrée (28) et la première déclaration officielle de la maladie remonte, à notre connaissance, à 1953 (13, 29).

De 1957 à 1969, une vingtaine de prélèvements provenant de la région d'Addis-Abeba et d'Asmara ont été adressés au Laboratoire Mondial de Référence pour le typage des virus aphteux de Pirbright. Les typages alors effectués révélèrent la présence des trois types O, A et C.

Jusqu'à une période récente, et à l'image de ce qui se passe généralement dans la plupart des pays africains (1, 4, 6), la fièvre aphteuse a été considérée sans grande importance en Ethiopie où cependant elle sévit souvent de façon enzootique. Il faut reconnaître que la fréquente discrétion de la symptomatologie de la fièvre aphteuse chez le bétail indigène rend le diagnostic souvent difficile et l'attention des

éleveurs et des autorités sanitaires locales est d'abord attirée par des affections beaucoup plus meurtrières, comme la peste bovine, ou limitant considérablement l'extension de l'élevage, comme les protozooses avec au premier chef les trypanosomoses.

Toutefois, comme l'a souligné J. B. BROOKSBY au dernier Congrès Mondial de Médecine Vétérinaire de Mexico (7), la situation de la fièvre aphteuse en Afrique est unique à deux égards :

1. L'existence de six types viraux sur le continent africain, sur les sept types connus dans le monde;
2. La diversité des hôtes sensibles domestiques et sauvages vivant souvent au contact les uns des autres. Aussi l'existence de cette affection en Afrique, avec ses particularités, est-elle préoccupante à l'échelle internationale.

Dans les pays africains mêmes, l'existence de la fièvre aphteuse devient un problème de plus en plus important au fur et à mesure que les grandes campagnes de prophylaxie contrôlent et éliminent les maladies meurtrières auxquelles nous faisons allusion plus haut. Par ailleurs,

---

(\*) Mission Vétérinaire Française en Ethiopie (I.E.M.V.T.), Service de la Fièvre Aphteuse, Imperial Veterinary Institute, P.O.B. 19, Debre-Zeit, Ethiopie.



nous avons pu constater à plusieurs reprises l'importance médicale que pouvait prendre dans certains cas la fièvre aphteuse en Ethiopie, même sur le bétail indigène : avortements, mortalité des veaux, immobilisation des bœufs de commerce présentant de graves lésions podales, imposant parfois l'abattage sur place des malades.

Le développement de l'élevage moderne, particulièrement l'élevage laitier à base de bétail amélioré, remplace le problème de la fièvre aphteuse dans le même contexte que dans les pays développés.

Enfin, les exportations de viandes fraîches ou congelées, que l'Ethiopie envisage sur des marchés étrangers très rémunérateurs (15, 17, 23, 24), ne pourront être réalisables que dans la mesure où des garanties sanitaires seront présentées aux pays importateurs. Sur ce point particulier, le problème de la fièvre aphteuse est appelé à prendre une des premières places, sinon la première, dans les préoccupations des services sanitaires (27).

C'est dans cette perspective qu'un travail épidémiologique a été entrepris en 1969. Les premiers résultats obtenus en 1971, fruits d'une collaboration étroite entre le Ministère de l'Agriculture du Gouvernement Ethiope, la Mission Vétérinaire Française en Ethiopie et les Instituts Français de la Fièvre Aphteuse (Institut Mérieux et Laboratoire Roger Bellon), font l'objet d'un rapport à l'Office International des Epizooties (5).

Actuellement, la section des diagnostics du Service de la Fièvre Aphteuse, établi au sein du Laboratoire de la Direction Générale des Services Vétérinaires (Imperial Veterinary Institute) continue ce travail de surveillance permanente de la fièvre aphteuse en Ethiopie (25).

La présente note a pour objet de faire le point sur ce que nous savons de la situation actuelle de la fièvre aphteuse en Ethiopie. Nous donnons l'inventaire des types de virus aphteux isolés, inventaire illustré par une carte de la distribution de ces virus.

## MATERIEL ET METHODE

Les résultats présentés dans cette note portent exclusivement sur des identifications de

type effectuées directement à partir des virus isolés des lésions. Nous ne tenons pas compte ici des examens sérologiques, souvent fort utiles pour faire un diagnostic rétrospectif dans un foyer déclaré trop tardivement ou pour faire des sondages dans une région. Ce type de diagnostic indirect n'est valable que dans la mesure où les animaux ne sont pas vaccinés contre la fièvre aphteuse. Or la vaccination antiaphteuse tend à se généraliser dans les fermes laitières et certains ranches.

L'isolement et l'identification des virus est la méthode de choix : depuis la création du Service de la Fièvre Aphteuse à Debré-Zeit, on a pu ainsi conserver au congélateur toute la collection des virus isolés en Ethiopie, en vue de leur étude sérologique et immunologique.

### A. PRELEVEMENTS

Cette méthode suppose des prélèvements correctement pratiqués, à un stade précoce de la phase aiguë de la maladie et soigneusement conservés jusqu'à la réception au laboratoire.

Chaque fois qu'un foyer nous est déclaré, nous nous rendons sur les lieux dans les meilleurs délais. Parfois ce sont les vétérinaires ou les assistants vétérinaires qui rencontrent la maladie à l'occasion de leurs tournées; ils font alors eux-mêmes les prélèvements d'aphte lingual ou podal. Dans ce but, nous leur fournissons des flacons à prélèvements contenant de la glycérine tamponnée et des indications sur la technique à suivre pour la collecte et l'expédition de ces prélèvements (10).

### B. ISOLEMENT DES VIRUS APHTEUX

1. *Le matériel virulent* est constitué par un broyat d'aphte dans du tampon phosphate chloroformé à 7 p. 1 000 : une partie d'aphte pour neuf parties de tampon. Cet extrait est clarifié par centrifugation et inoculé soit à des animaux de laboratoire, soit, le plus souvent, à des cultures cellulaires.

2. *L'inoculation sur souriceaux nouveau-nés* est effectuée par voie intrapéritonéale (0,1 ml). La multiplication du virus entraîne la mort des souriceaux dans un délai de 24 heures à 8-10 jours.

3. *L'inoculation du cobaye* par voie intradermo-plantaire aux membres postérieurs (0,5 ml par coussinet plantaire) fait apparaître un aphte primaire au point d'inoculation entre 24 et 48 heures. Les aphtes primaires sont récoltés par arrachage avec une pince stérile.

4. *L'inoculation de cultures cellulaires* est la technique la plus utilisée à Debré-Zeit : cellules primaires de rein de veau, cellule de lignée continue (BHK 21 et IBR S2) cultivées en couches monocellulaires en tubes.

On prépare des dilutions au 1/10, 1/100 et 1/1 000 du broyat d'aphte et on inocule 5 tubes de culture cellulaire par dilution de matériel virulent. La multiplication du virus aphteux se manifeste sur ces cellules par l'apparition d'un effet cytopathogène du type Entérovirus entre 16 et 24 heures. En général, on pratique deux à trois passages sur culture cellulaire avant de procéder à l'identification sérologique du virus.

## C. IDENTIFICATION SEROLOGIQUE DES VIRUS

### 1. Les éléments de la réaction

a) Le sérum hémolytique de lapin anti-hématies de mouton est celui du commerce (Institut Pasteur de Paris).

b) Les hématies proviennent des moutons locaux.

c) Le complément utilisé est du complément lyophilisé du commerce (Institut Pasteur de Paris, Institut Mérieux, Laboratoire Roger Bellon).

d) Les premiers sérums de référence ont été fournis par le Laboratoire Roger Bellon pour les types européens O, A et C. Le laboratoire Mondial de Référence de Pirbright nous a fourni les sérums vis-à-vis des trois types africains S.A.T.

Actuellement, nous produisons à Debré-Zeit des sérums hyperimmuns sur cobayes à partir des souches de virus aphteux isolés localement. Les cobayes, inoculés par voie intradermo-plantaire avec un virus aphteux adapté après six à sept passages sur cobayes, doivent présenter une fièvre aphteuse expérimentale caractérisée par l'apparition d'un aphte primaire au point

d'inoculation en 24 heures et des aphtes secondaires de généralisation en 48 heures. Deux à trois mois après la guérison (8) ces animaux reçoivent une injection de rappel, par voie intramusculaire, avec le même virus additionné de saponine. Ils ne doivent alors pas présenter de signes de fièvre aphteuse. Dix jours plus tard, les cobayes sont saignés et les sérums récoltés individuellement. Le titre et la spécificité de type de chaque sérum sont contrôlés avant d'être mélangés pour constituer un lot de sérum hyperimmun.

e) Les antigènes à identifier sont constitués par l'extrait en tampon phosphate chloroformé soit des aphtes bovins, soit des souriceaux nouveau-nés morts après l'inoculation, soit des aphtes expérimentaux de cobayes, ou bien par le milieu des cultures de cellules présentant un effet cytopathogène 24 heures après l'inoculation.

## 2. La réaction d'identification

Nous utilisons la réaction de fixation du complément, technique de Kolmer à 100 p. 100 d'hémolyse, en tubes, dans laquelle le complément entre à raison de deux unités hémolytiques 100 p. 100, le sérum hémolytique à raison de deux unités hémolytiques et les hématies de mouton à raison de 1,15 p. 100 du culot globulaire.

Lorsque l'antigène se révèle anticomplémentaire, on prépare des dilutions en progression géométrique de raison 2 jusqu'au 1/64. La réaction de fixation du complément est alors pratiquée sur chacune de ces dilutions d'antigène.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### A. DISTRIBUTION CHRONOLOGIQUE

Depuis 1957, date des premiers typages de virus aphteux d'origine éthiopienne, on peut considérer que les recherches sur la fièvre aphteuse ont évolué en trois phases :

#### 1. Période préliminaire : 1957-1969

L'Ethiopie ne possède pas encore de laboratoire capable d'effectuer l'isolement, l'identification et le typage des virus aphteux.

Pendant cette période de douze années, une vingtaine de prélèvements ont été occasionnellement envoyés à Pirbright (prélèvements n<sup>os</sup> 1 à 20). Le type O prédomine très nettement : sur vingt résultats positifs, 18 le sont pour le type O, un seul cas est positif pour le type A (en 1957) et un seul cas est positif pour le type C (en 1957 également). De 1958 à 1969, seul le type O a été identifié par le Laboratoire Mondial de Référence de Pirbright (22). Nous ne disposons pas de commémoratifs précis sur ces prélèvements.

## 2. Début des études systématiques : 1969 - 1<sup>er</sup> semestre 1971

En 1969, les premiers typages de virus aphteux ont pu être réalisés en Ethiopie, à l'Imperial Veterinary Institute.

Une équipe spécialisée s'est rendue sur le terrain pour informer les services vétérinaires des différentes provinces de la conduite à tenir en cas d'épidémie de fièvre aphteuse et fournir du matériel de prélèvement.

Pendant cette période de démarrage, le laboratoire de Debré-Zeit a pu recevoir des échantillons de virus aphteux de différentes provinces. Dix-neuf prélèvements effectués sur des bovins (du n<sup>o</sup> 21 au n<sup>o</sup> 39) ont été positifs : huit pour le type O et onze pour le type A.

Les travaux réalisés pendant cette période font l'objet d'un rapport publié en 1972 (5). Notons simplement que les isollements de type A ont été très importants et que, par contre, aucun virus de type C n'a été isolé.

## 3. Période actuelle : 2<sup>e</sup> trimestre 1971 - 1973

Actuellement, le Service de la Fièvre Aphteuse installé à l'Imperial Veterinary Institute reçoit tous les prélèvements effectués dans les foyers de fièvre aphteuse déclarés en Ethiopie. Seuls les examens pratiqués pendant cette période constituent des observations personnelles de l'auteur de cette note.

Au 31 décembre 1973, 59 prélèvements ont été positifs (prélèvements n<sup>os</sup> 40 à 98) : 36 le sont pour le type O et 23 pour le type C. Remarquons qu'aucun virus de type A n'a été isolé

depuis 1971 (\*). Par contre le type C, qui a recommencé à se manifester en 1971, a été largement retrouvé dans les foyers étudiés en 1972 et 1973. Tous ces prélèvements ont été réalisés sur des bovins (taurins ou zébus) à l'exception d'un seul (prélèvement n<sup>o</sup> 83) pratiqué sur des porcs.

TABLEAU N° I

Distribution chronologique des types de virus aphteux - Isolés en Ethiopie

Période	Type O	Type A	Type C	Total des virus typés
1957 - 1969	18	1	1	20
1969 - 1971	8	11	-	19
1971 - 1973	36	-	23	59
Total	62	12	24	98

L'ensemble de ces informations (cf. tableau) montre :

1. La permanence et l'importance des foyers de type O. Cette constatation coïncide avec la présence de ce même type O signalée dans tous les pays limitrophes de l'Ethiopie : Soudan, Kenya et Somalie (16);

2. L'apparition, semble-t-il cyclique, des épizooties de type A et C;

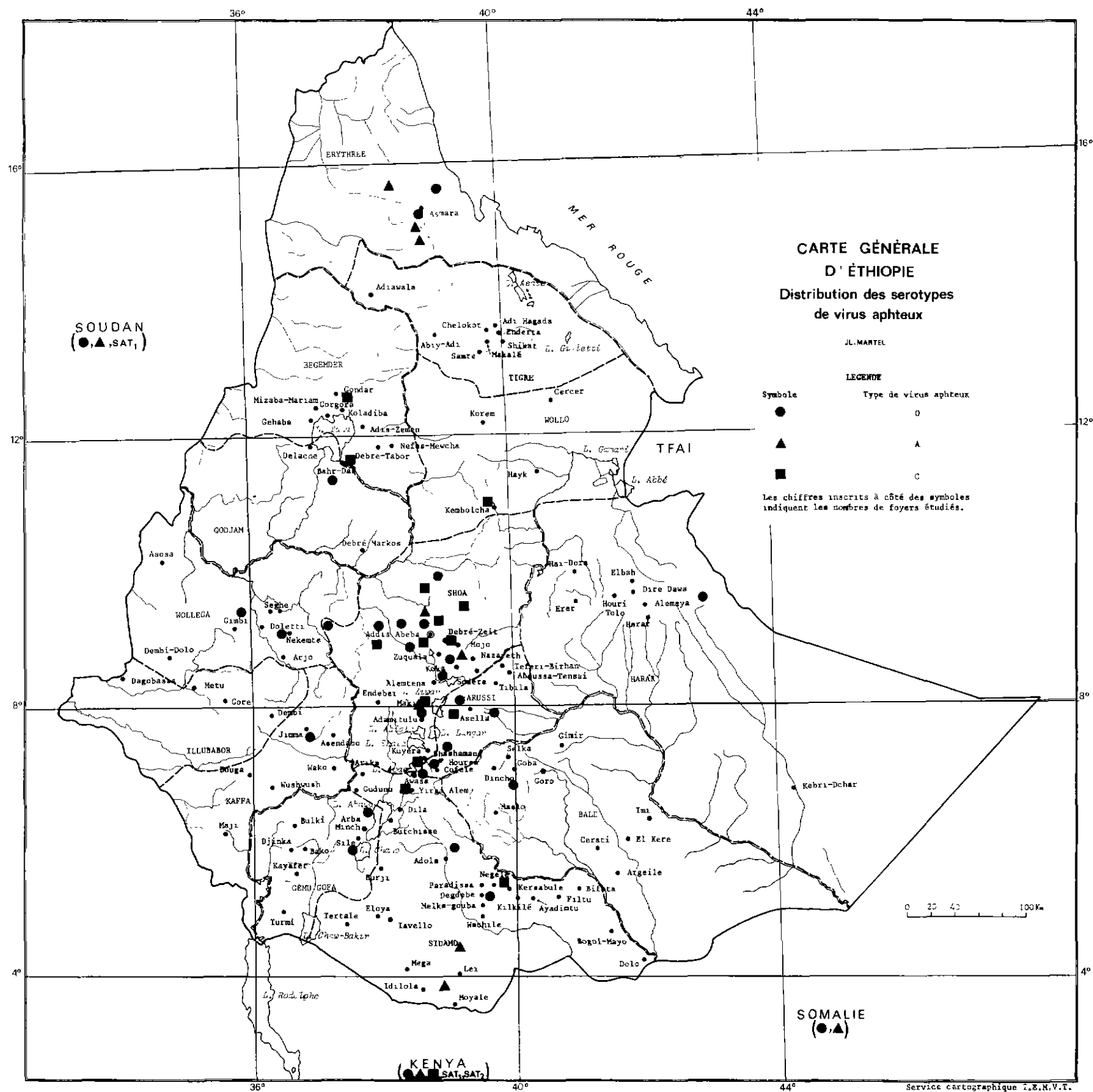
3. L'absence d'isolement de virus de type S.A.T., bien que ces virus soient signalés dans certains pays limitrophes : S.A.T. 1 au Kenya et au Soudan, S.A.T. 2 au Kénya (16).

On peut penser que l'Ethiopie est naturellement protégée contre l'invasion des virus S.A.T. existant dans les pays voisins car :

— L'Ethiopie est traditionnellement un pays exportateur de bétail. Les tendances commerciales ne sont donc pas favorables à l'importation accidentelle en Ethiopie de virus étrangers par les troupeaux de commerce;

— Les zones frontalières du territoire éthiopien ont une altitude généralement inférieure à 1 500 mètres, favorable aux glossines (2, 3). Les trypanosomoses constituent dans ces zones un important obstacle pour l'élevage qui est particulièrement clairsemé à l'ouest et au sud-ouest, le long de la frontière du Soudan. Ces zones peuvent ainsi être considérées comme une barrière naturelle pour les virus étrangers.

(\*) Depuis la rédaction de cet article, un virus de type A a été isolé en février 1974.



Toutefois cette protection naturelle reste très relative :

— Un nouveau courant moderne d'importation de bétail amélioré s'amorce, notamment dans le cadre du projet de développement de l'élevage laitier de la région d'Addis-Abeba. Tout contrôle sanitaire à l'importation doit être très sévère si l'on veut protéger le territoire éthiopien contre l'introduction de virus aphteux étrangers;

— Par ailleurs, si les zones frontalières avec le Soudan ne sont pas actuellement favorables au transport des virus aphteux par les animaux domestiques, trop rares, un risque persiste, matérialisé par la présence de la faune sauvage, réservoir potentiel de virus aphteux (9, 11, 19, 18, 20, 21).

— Quand au sud, signalons qu'il existe de petits mouvements frontaliers de troupeaux d'élevage entre Dolo et Lei, près de la frontière du Kenya. Enfin, lorsque la route asphaltée Addis-Abeba - Nairobi, actuellement en cours de construction, sera ouverte au trafic routier intense et rapide une surveillance sanitaire s'imposera.

## B. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Les prélèvements qui ont fait l'objet de typage proviennent pratiquement de toutes les régions d'Ethiopie; nous manquons d'informations dans deux provinces seulement : celle du Tigré au nord et de l'Illubabor à l'extrême ouest du territoire éthiopien.

La répartition des foyers n'est pas homogène, et bien souvent les foyers étudiés sont situés près des axes de communication. Certes l'infrastructure routière est favorable à la transmission des informations et aux expéditions de prélèvements. Aussi n'avons-nous pas la prétention de présenter ici l'inventaire exhaustif des virus responsables de toutes les épizooties ayant sévi en Ethiopie; les difficultés de déplacement et la faible densité du personnel vétérinaire dans certaines régions limitent considérablement les informations.

Mais nous pensons que la concentration des points de prélèvements dans certaines zones

peut être aussi le reflet de conditions épizootologiques particulièrement favorables au virus aphteux. Les troupeaux de commerce se déplacent le plus généralement à pied : les contacts avec les animaux des régions traversées étant inévitables, ces mouvements commerciaux sont très favorables à la dissémination des virus le long des pistes suivies.

Certains axes sont très fréquentés, telle la Vallée du Rift qui draine le bétail de l'importante région d'élevage que représente la province méridionale du Sidamo, vers d'une part l'abattoir industriel situé près de Shashemene, au carrefour des routes du Gému Goffa, du Sidamo et du Balé, et d'autre part vers l'agglomération d'Addis-Abeba plus au nord. C'est ainsi que de nombreux foyers de fièvre aphteuse ont été déclarés et étudiés le long de cette piste et à son aboutissement à Addis-Abeba. Il est à ce sujet intéressant de remarquer que très souvent les premiers foyers nous sont signalés dans des exploitations possédant des animaux améliorés (fermes laitières, porcheries industrielles). En réalité ces fermes ne sont pas à l'origine de la maladie, mais constituent des révélateurs de l'infection du simple fait de la sensibilité particulière des animaux de ces exploitations au virus aphteux, lequel a été souvent véhiculé à bas bruit par les troupeaux de commerce depuis les zones d'élevage extensif où la maladie est restée inconnue, faute d'examen sanitaire attentif.

## CONCLUSION

Seuls les types O, A et C ont été isolés et identifiés en Ethiopie sur une période de quinze années d'observation portant sur 98 prélèvements positifs.

Le type O sévit à l'état enzootique et en permanence dans l'ensemble du territoire éthiopien. Cela correspond à la présence de ce type signalé dans tous les pays limitrophes : Soudan, Kenya, Somalie.

Par contre, l'apparition des types A et C semble être cyclique.

L'absence d'isolement des types S.A.T. contraste avec la présence du type S.A.T. 1 au Kenya et au Soudan, et du type S.A.T. 2 au



Kenya. On peut penser que l'Ethiopie est naturellement protégée contre l'invasion par les virus existant dans les pays limitrophes. Mais les facteurs responsables de cette situation relativement favorable peuvent évoluer : le contrôle

sanitaire des importations de bétail doit être sévère et la surveillance des foyers de fièvre aphteuse doit être soutenue et autant que possible accrue notamment dans les régions frontalières.

## SUMMARY

### Foot and mouth disease in Ethiopia. Distribution of foot and mouth disease virus serotypes

The present note, gathering informations of various sources, gives the list of foot and mouth disease virus types isolated in Ethiopia between 1957 and 1973.

The three types O, A and C have been identified, but no SAT type virus has been isolated although these do exist in the neighbouring countries.

The cattle movements on foot along the traditional trade routes widely contribute to the dissemination of viruses inside the Ethiopian territory.

## RESUMEN

### La fiebre aftosa en Etiopia. Distribucion de los serotipos de virus aftoso

Haciendo la sintesis de informaciones de varias origenes, la presente nota de la lista de los tipos de virus de fiebre aftosa aislados en Etiopia de 1957 a 1973.

Los tres serotipos O, A y C fueron identificados, pero no se aisló ningun virus de los tipos SAT a pesar de que existan estos tipos en los paises vecinos.

El sistema de transporte del ganado de pie, a lo largo de las rutas comerciales tradicionales contribuye mucho en la diseminación de virus al interior del territorio etiopiano.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ATANG (P.G.). Foot and mouth disease in Africa. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1968, **16**: 129-137.
2. BALIS (J.), BERGEON (P.). Etude de la répartition des glossines en Ethiopie. *Bull. Org. mond. Santé*, 1968, **38**: 809-813.
3. BALIS (J.), BERGEON (P.). Etude sommaire de la répartition des glossines dans l'Empire d'Ethiopie. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **23** (2): 181-187.
4. BEATON (W.G.). L'épizootologie régionale comparée de la fièvre aphteuse (Afrique au sud du Sahara). *Bull. Off. int. Epiz.*, 1959, **50**: 473-481.
5. BERSON (J.P.), COLSON (X.), FIKRE (J.), VIGIER (M.), ASSEFA (W.G.), GUERCHE (J.), BLANC (R.), PRUNET (P.). Etude épizootologique de la fièvre aphteuse en Ethiopie (1969-1971). *Bull. Off. int. Epiz.* 1972, **77** (3-4): 395-620.
6. BROOKSBY (J.B.). Epizootiology of foot and mouth disease in developing countries. *World Anim. Rev. F.A.O.*, 1972 **1**: 10-13.
7. BROOKSBY (J.B.). Foot and mouth disease as a world problem and measures for its control in different regions: summary of situation in Africa. *Proc. 19th World Veterinary Congress, Mexico*, 1971, **3**: 1202-1207.
8. BROOKSBY (J.B.). The technique of complement fixation in foot and mouth disease Research. London, Her Majesty's Stationery Office, 1952, (Agricultural Research Council Report Series, n° 12).
9. BROOKSBY (J.B.). Wild animals and the epizootiology of foot and mouth disease. *Symp. zool. Soc. Lond.*, 1968, **24**: 1-11.
10. BROOKSBY (J.B.), DAVIE (J.), HEDGER (R.S.). Transmission of virus samples. *Bull. Off. int. Epiz.*, 1964, **61** (11-12): 1605-1615.
11. CONDY (J.B.), HERNIMAN (K.A.J.), HEDGER (R.S.). Foot and mouth disease in wildlife in Rhodesia and other African territories. *J. comp. Path. Ther.*, 1969, **79**: 27-31.
12. DURAUD (P.). Report to the Government of Ethiopia on the control of animal diseases. Rome, F.A.O., 1958. (Report F.A.O., n° 905.)
13. ERYTHREAN GOVERNMENT - Monthly Veterinary Bulletin, January 1949 - September 1961.
14. FALCONER (J.). The epizootiology and control of foot and mouth disease in Botswana. *Vet. Rec.*, 1972, **91** (15): 354-359.
15. F.A.O. — Livestock and meat industries in Ethiopia. Present and future. Rome, F.A.O., 1973.
16. F.A.O. - W.H.O. - O.I.E. — Annuaire de la Santé Animale. Rome, F.A.O., 1971.
17. GUIORGUIS (A.W.), HOLLYER (J.A.), IMAN (M.). Marketing prospects for Ethiopian livestock and livestock products in the Near and Middle East. Addis-Ababa, Addis-Ababa Livestock and Meat Board, 1972.
18. HEDGER (R.S.). Foot and mouth disease and the african buffalo (*Syncerus caffer*). *J. comp. Path. Ther.* 1972, **82**: 19-28.



19. HEDGER (R. S.), CONDY (J. B.), FALCONER (J.). The isolation of foot and mouth disease virus from african buffalo (*Synceus caffer*). *Vet. Rec.*, 1969, **84** (20) : 516-517.
20. HEDGER (R. S.), CONDY (J. B.), GOLDING (S. M.). Infection of some species of african wild-life with foot and mouth disease virus. *J. comp. Path. Ther.* 1972, **82** : 455-461.
21. HEDGER (R. S.), FORMAN (A. J.), WOODFORD (M. H.). Le virus de la fièvre aphteuse chez le buffle est-africain. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1973, **21** : 101-103.
22. HOBDAV (J.). Communication personnelle.
23. IMPERIAL ETHIOPIAN GOVERNMENT — Livestock and Meat Board. Livestock and products marketing project. Addis-Ababa, Livestock and Meat Board, 1971.
24. IMPERIAL ETHIOPIAN GOVERNMENT — Livestock and Meat Board. Provincial livestock development studies. Addis-Abeba, Livestock and Meat Board, 1970-1972.
25. IMPERIAL ETHIOPIAN GOVERNMENT — The department of Veterinary Service, Ministry of Agriculture. A review of animal health and livestock productivity factors in Ethiopia : 1965-1971.
26. LIBEAU (J.). Situation actuelle de la fièvre aphteuse en Afrique au Sud du Sahara. *Bull. Off. int. Epiz.*, 1960, **54** : 74-89.
27. O.I.E. - F.A.O. — Réunion d'un groupe de travail O.I.E.-F.A.O. pour examiner les critères régissant l'importation de bovins de boucherie et de viandes à partir de pays non complètement indemnes de maladies à virus exotiques pour l'Europe en vue de faciliter le commerce inter-régional. *Bull. Off. int. Epiz.*, 1972 **77** (1-2) : 293-307.
28. PIRANI (A.): in CURASSON (G.). *Traité de pathologie exotique vétérinaire et comparée*. Tome I, Paris, Vigot Frères, 1942.
29. VILLON (A.). *Epizootologie de la fièvre aphteuse en Ethiopie. Identification des types de virus*. Thèse Méd. vét. Lyon, 1973, n° 51.

# Contrôle sérologique de l'immunité conférée par la vaccination antibovipestique en Éthiopie

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

## RESUME

Une enquête a été effectuée dans la province de Harar en Ethiopie afin de déterminer le pourcentage de bovins porteurs d'anticorps neutralisants après 3 années consécutives de vaccination contre la peste bovine. Il en ressort que le vaccin de culture cellulaire produit en Ethiopie est efficace (90 p. 100 des animaux vaccinés sont immuns) et que 80 p. 100 au moins de l'ensemble des animaux sont porteurs d'anticorps antibovipestiques. De plus, les auteurs émettent plusieurs hypothèses qui peuvent expliquer le cas des animaux vaccinés ne présentant pas d'anticorps (10 p. 100).

L'Ethiopie est l'un des derniers pays d'Afrique où la Campagne Conjointe Interafricaine contre la Peste Bovine (PC 15/JP 15) n'en est qu'à ses débuts (3). Si dans certaines provinces (Sidamo, Harar, Gemu-Goffa par exemple) la vaccination antibovipestique a déjà été réalisée pendant 3 années consécutives, dans la plupart des autres provinces elle ne fait que débiter.

Il est donc apparu nécessaire de faire un premier bilan pour voir quel est l'impact de cette vaccination comme cela a été fait dans d'autres pays (9). En effet, la connaissance de résultats même partiels est d'une grande importance pour l'Ethiopie et ceci pour les deux raisons suivantes :

1. Le vaccin utilisé (vaccin de culture cellulaire-souche RPOK-BK et PLOWRIGHT et FERRIS [5]) est produit en Ethiopie par l'Imperial Veterinary Institute et bien que les résultats des contrôles ne laissent aucun doute quant à sa valeur initiale (titre entre  $10^3$  et  $10^{3,5}$  DICT<sub>50</sub> par millilitre et tests d'efficacité

positifs pour tout lot délivré) il est intéressant de connaître son comportement une fois utilisé en brousse (10, 11).

2. L'efficacité de l'organisation des campagnes et la discipline des éleveurs peuvent aussi être « chiffrées » par la couverture vaccinale obtenue.

Cette enquête a été menée dans le district d'Alemaya, Province de Harar (1). Le choix de ce district repose sur de nombreuses raisons :

- les bovins de ce district ont été soumis pendant les 3 dernières années, d'octobre 1970 à octobre 1973, aux vaccinations contre la peste bovine et la péripneumonie (2);
- la population est essentiellement composée de fermiers sédentaires associant élevage et agriculture;
- les moyens de communication (route et piste) sont relativement développés;
- l'infrastructure vétérinaire existe depuis plusieurs années.

Toutes les conditions pour une bonne vaccination étaient donc réunies et il est correct de penser que les résultats obtenus traduisent bien

(\*) Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, Mission vétérinaire française en Ethiopie, B.P. 1053 Addis-Abeba, Imperial Veterinary Institute, B.P. 19 Debré-Zeit.

d'une part la valeur du vaccin lors de son utilisation en brousse et d'autre part l'efficacité de l'organisation des campagnes de vaccination.

Une autre raison et non des moindres a présidé au choix du district d'Alemaya : les facilités de collecte des sangs. Signalons, à ce propos, que les éleveurs ont bénévolement amené leurs animaux dans ce but lors de séances organisées en 7 points différents, répartis dans tout le district.

## MATERIEL ET TECHNIQUES

Lors des prises de sang par ponction de la jugulaire à l'aide de tubes à prélèvements stériles sous vide un aide notait le numéro du tube, l'âge et le sexe de l'animal et le nombre de marques à l'oreille (une marque étant le témoin d'une vaccination antérieure).

Les sangs envoyés à l'Imperial Veterinary Institute ont été centrifugés et les sérums récoltés stérilement.

La mise en évidence des anticorps antibovipestiques a été faite par séro-neutralisation. La technique de séro-neutralisation qualitative est celle de PLOWRIGHT et FERRIS (5) reprise par JOHNSON (4). Les sérums sont dilués au 1/5 (dilution initiale) sous un volume de 0,5 ml et mélangés avec 0,5 ml d'une suspension virale titrant de  $10^{2,8}$  à  $10^{3,2}$  DICT<sub>50</sub> par millilitre. Le mélange sérum-suspension virale est laissé 1 heure à 37° et 0,2 ml de ce mélange sont ensuite introduits dans 2 tubes de cellules de rein de fœtus bovin au 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> repiquage, préparés la veille.

La lecture est faite 8 jours après l'ensemencement.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Sur les 673 sérums traités, 563 proviennent d'animaux ayant au moins une marque à l'oreille et par conséquent présumés vaccinés et 110 d'animaux non marqués. (Tabl. n° I.)

### 1. Valeur immunogène du vaccin lors de son utilisation en brousse

On constate que 90 p. 100 des animaux vaccinés ont des anticorps (pourcentage qui

traduit la valeur du vaccin lors de son utilisation en brousse dans des conditions de transport et de conservation particulières) et que 55 animaux, soit 10 p. 100, sont dépourvus d'anticorps. (Tabl. n° II.)

Il apparaît que la majorité des animaux (38 sur 55) n'ont subi qu'une seule vaccination. Il peut s'agir :

1. d'animaux vaccinés trop jeunes et qui n'ont pu faire d'anticorps;
2. d'animaux mal vaccinés (animaux rétifs par exemple);
3. d'animaux marqués pour d'autres raisons que la vaccination. En effet, ont été considérées comme marque de vaccination, toutes les marques à l'oreille même s'il s'agissait d'une simple encoche sur le bord postérieur de l'oreille. Certaines de ces marques ont pu être faites accidentellement ou par le propriétaire à d'autres fins que la vaccination;
4. d'animaux hypogammaglobulinémiques. Comme l'ont montré PROVOST, BORREDON et QUEVAL (7) un certain nombre d'erreurs dans les enquêtes sérologiques est dû à cet état.

Quant aux animaux ayant 2 ou 3 marques, s'il n'est plus possible de retenir les explications 1 et 2 (animaux vaccinés trop jeunes ou mal vaccinés 2 ou 3 fois de suite), en revanche les explications 3 et 4 sont toujours vraisemblables, notamment cette dernière.

Mais, en outre, il faut signaler que ces animaux ont 6 ans et plus et il se peut qu'il s'agisse d'animaux vaccinés depuis plusieurs années, avant même la Campagne Conjointe, et non présentés aux campagnes suivantes comme c'est malheureusement la coutume. Ces animaux ont pu voir leur taux d'anticorps baisser au-dessous du seuil du test d'épreuve mais, comme il n'a pas été possible de les retrouver, nous n'avons pas pu vérifier s'ils résistaient ou non à une épreuve virulente. En effet, les opinions à ce sujet sont variables (5, 7) et il serait intéressant de connaître la durée de l'immunité due au vaccin de culture cellulaire produit en Ethiopie.

TABLEAU N° I

Répartition des réactions négatives et positives en fonction du nombre de marques à l'oreille.

Nombre de marques	Nombre d'animaux	Nombre d'animaux sans anticorps	Nombre d'animaux avec anticorps	Pourcentage d'animaux avec anticorps
0	110	72	38	34,5
1	344	38	306	88,9
2	189	14	175	92,5
3	30	3	27	90
	563	55	508	90

(Province de Harar, district d'Alemaya. Avril 1973).

TABLEAU N° II

Distribution selon le nombre de marques et l'âge des animaux marqués ne présentant pas d'anticorps.

Age	Nombre de marques			
		1	2	3
1 an (6 à 18 mois)	2	-	-	-
2 ans	8	-	-	-
3 ans	10	-	-	-
4 ans	7	1	-	-
5 ans	3	-	-	-
6 ans	5	6	2	-
7 ans	-	1	-	-
8 ans	1	2	1	-
9 ans	1	-	-	-
10 ans et plus	1	4	-	-
	38	14	3	-

(Province de Harar, district d'Alemaya. Avril 1973)

TABLEAU N° III

Distribution selon l'âge des animaux non marqués, marqués, avec et sans anticorps.

Age des animaux	Nombre d'animaux dans la classe	Animaux non marqués	Animaux sans anticorps	Animaux marqués		Animaux avec anticorps	
				Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
1 an (6 à 18 mois)	59	37	32	22	37,2	27	45,7
2 ans	67	16	17	51	76,1	50	74,6
3 ans	74	12	17	62	83,7	57	77
4 ans	109	19	19	90	82,5	90	82,5
5 ans	72	6	4	66	91,6	68	94,4
6 ans	99	6	16	93	93,9	83	84
7 ans	68	7	4	61	89,7	64	94,1
8 ans	61	4	7	57	93,4	54	88,5
9 ans	25	1	2	24	96	23	92
10 ans et plus	39	2	9	37	94,8	30	76,8
	673	110	127	563	83,6	546	81

(Province du Harar, district d'Alemaya. Avril 1973).

## VALIDITE DE L'ENQUETE

L'intérêt de cette enquête repose, en partie, sur le fait que les résultats obtenus sont généralisables à l'ensemble du district d'Alemaya ou de toute région où les conditions de vaccination sont équivalentes (ne sont donc pas concernées les régions à élevage nomade ou d'accès difficile).

Rappelons à cet effet que l'enquête a porté sur un nombre assez élevé de prélèvements (\*), que les séances de prise de sang se répartissent à peu près uniformément sur tout le territoire du district et que celui-ci a été touché par au moins 3 campagnes de vaccination. Il nous est donc possible de penser que les chiffres que nous donnons sont représentatifs de la réalité.

Toutefois, il faut nuancer notre jugement puisque les conditions nécessaires à une interprétation statistique honnête (tirage aléatoire et non exhaustif) ne sont pas réunies et que, comme nous l'avons dit, les animaux contrôlés appartiennent à des éleveurs évolués et coopératifs.

Quoi qu'il en soit, un fait est certain : aucun cas de peste bovine n'a été signalé depuis 3 ans

dans une région où cette maladie existait auparavant; ce qui constitue le meilleur témoignage d'une couverture vaccinale suffisante.

## CONCLUSION

Les deux conclusions qui s'imposent sont la totale efficacité du vaccin lorsque celui-ci est utilisé en brousse et l'efficacité non moins certaine de la vaccination.

Il ne faut pas, cependant, oublier que certains problèmes existent, problèmes qui seront l'objet de recherches futures, notamment la durée de la protection assurée par le vaccin de culture cellulaire. En attendant, en l'absence de vaccinations de rappel, il est souhaitable que les mesures conservatoires soient appliquées de façon impérative.

## Remerciements

Nos plus vifs remerciements vont au Docteur CAZALS qui a récolté les sérums lors d'un stage d'étude et au docteur VIGIER, co-directeur au laboratoire de Debré-Zeit qui nous a encouragé durant ce travail.

## SUMMARY

### Serological survey of the immunity conferred by the rinderpest vaccination in Ethiopia

A survey was made in the Province of Harar, Ethiopia, to determine the percentage of cattle with neutralizing antibodies after 3 consecutive years of vaccination against rinderpest. It shows that the tissue culture vaccine produced in Ethiopia is effective (90 p. 100 of the vaccinated animals became immune) and that at least 80 p. 100 of all animals had antibodies. The authors present several hypothesis which may explain why some of the vaccinated cattle did not develop antibodies (10 p. 100).

## RESUMEN

### Estudio serológico de la inmunidad proporcionada por la vacunación anti-bovine en Etiopía

Se realizó un estudio en la Provincia de Harar, Etiopía, para determinar el porcentaje de bovinos portadores de anticuerpos neutralizantes después 3 años consecutivos de vacunación contra la peste bovina. Se demostró que la vacuna de cultivo celular preparada en Etiopía es muy eficaz (90 p. 100 de los animales vacunados se inmunizaron) y que, por lo menos, 80 p. 100 de todos los animales eran portadores de anticuerpos. Además, los autores presentan varias hipótesis que podrían explicar por que algunos de los bovinos vacunados no desarrollaron anticuerpos (10 p. 100).

---

(\*) (1 p. 100 de Ps population totale du district.)



## BIBLIOGRAPHIE

1. CAZALS (J.). Rapport de stage d'application. Etude du district d'Alemaya. Ethiopie. Maisons-Alfort, Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire, 1973.
2. DOMENECH (J.) et LEFEVRE (P. C.). Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovines en Ethiopie. (à paraître).
3. FIKRE (J.). La campagne conjointe interafricaine contre la peste bovine. Thèse Méd. Vét. Toulouse, 1966, n° 30.
4. JOHNSON (R. H.). Rinderpest in tissue culture. 2) Serum neutralization test. *Brit. vet. J.*, 1962, **118** (4): 133-140.
5. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). Studies with Rinderpest virus in tissue culture. 1) Growth and cytopathogenicity. *J. comp. Path. Ther.*, 1953, **69**: 152.
6. PLOWRIGHT (W.) et TAYLOR (W. P.). Long term studies of the immunity in East African cattle following inoculation with rinderpest culture vaccine. *Res. vet. Sci.*, 1967, **8** (1): 118-128.
7. PROVOST (A.), BORREDON (C.), QUEVAL (R.). Une hypogammaglobulinémie essentielle des bovins d'Afrique centrale: cause d'erreur dans les enquêtes sérologiques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, **18** (4): 385-393.
8. PROVOST (A.), MAURICE (Y.), BORREDON (C.). Comportement clinique et immunologique lors de contamination bovine des bovins vaccinés depuis plusieurs années contre la peste bovine avec du vaccin de culture cellulaire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4): 453-464.
9. ROWE (L. W.). A screening survey for rinderpest neutralizing antibodies in cattle of Northern Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.* 1966, **14**: 49-52.
10. VIGIER (M.), FIKRE (J.). Rapport d'activité de l'Imperial Veterinary Institute. Debré-Zeit, Ethiopie, 1970.
11. VIGIER (M.), FIKRE (J.). Rapport d'activité de l'Imperial Veterinary Institute. Debré-Zeit, Ethiopie, 1972.

# Étude d'un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique

par J. M. BLANCOU (\*)

(avec la collaboration technique de J. RAZAFINDRAMANANA et A. T. RATOBY)

## RESUME

Un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique peut être fabriqué par addition de spores de *Bacillus anthracis* (capsulées, atténuées) à une culture totale de *Clostridium chauvoei* neutralisée par la Bêta-propiolactone. Le pH (4) n'est pas rectifié après l'addition de 1 p. 100 d'alun de potassium (adjuvant), ce qui préserve ultérieurement le vaccin des contaminations bactériennes.

A la dose de 2 ml (par voie sous-cutanée) chez les bovins, les épreuves d'innocuité et d'efficacité habituellement exigées sont respectées. Plus de six millions de doses de ce vaccin ont été employés jusqu'ici sans aucun incident ni rupture d'immunité.

L'intérêt d'un vaccin mixte contre le charbon symptomatique et le charbon bactérien est évident, lorsque ces deux affections coexistent dans une même région d'élevage. C'est le cas de la plupart des pays et, depuis quelques années, celui de Madagascar où le charbon bactérien n'a sévit seul que jusqu'en 1969 (1).

La vaccination simultanée par les deux vaccins monovalents inoculés séparément est largement répandue. Elle a été étudiée expérimentalement par plusieurs auteurs (10, 11) qui s'accordent à lui trouver une efficacité pratique égale à celle des deux vaccinations différées. C'est ce que nous avons nous même observé à Madagascar entre 1969 et 1971.

La vaccination par injection unique, avec un vaccin bivalent, est beaucoup moins répandue. Elle a été expérimentée en U.R.S.S. (2) en Iran (4) en France (5) et au Canada (3).

Ces vaccins bivalents sont constitués par le mélange d'une souche vaccinale vivante de

*Bacillus anthracis* à une souche de *Clostridium chauvoei* soit vivante et atténuée, soit virulente et tuée par le formol, lui-même ensuite neutralisé par le sulfate de sodium (2).

Nous avons préféré utiliser cette dernière technique, SIEIRO et ASTARLOA (9) ayant démontré la nette supériorité des anacultures par rapport aux vaccins vivants en matière d'immunité contre le charbon symptomatique. Mais notre méthode de neutralisation de la culture de *Clostridium chauvoei* est totalement différente de celle de l'anaculture formolée; nous avons choisi d'obtenir l'anaculture par la Bêta-propiolactone, qui a le double avantage de former des dérivés atoxiques antigéniques (7) et de s'hydrolyser en milieu liquide. L'anaculture résultante n'est donc plus dysgénésique pour les spores bactériennes et peut recevoir, sans la détruire, la souche vaccinale de *Bacillus anthracis*.

Ce sont les méthodes de fabrication d'un tel vaccin, et les résultats de son contrôle expérimental et pratique, qui constituent l'objet de cette étude.

(\*) I.E.M.V.T., Laboratoire Central de l'Elevage, B.P. 3741 Tananarive, République Malgache.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL

#### 1. Vaccin

##### a) Milieu de culture

• *Clostridium chauvoei* : La culture est obtenue à partir d'un milieu de formule suivante, stérilisé 1 heure à 120° :

Hydrolysate de caséine . . . . .	15	g
Yeast Extract (DIFCO) . . . . .	3	g
Glucose . . . . .	5	g
Chlorure de sodium . . . . .	3	g
Chlorhydrate de cystéine . . . . .	3	g
Thioglycollate . . . . .	3	g
Gélose Agar-Agar . . . . .	0,7	g
Eau distillée . . . . .		
q.s.p. 1 000 ml pH final : 7,2		

• *Bacillus anthracis* : La récolte de spores est effectuée après huit jours d'incubation sur gélose Martin.

##### b) Souches vaccinales

• *Clostridium chauvoei* : Souche virulente « 735 », isolée en 1969 d'un cadavre de bovin mort de charbon symptomatique.

• *Bacillus anthracis* : Souche atténuée « A<sub>43</sub> », capsulée, déjà décrite (8).

#### 2. Animaux de contrôle

*Cobayes* : mâles, de 350 à 400 g.

*Moutons* : race locale, adultes, de 15 à 20 kg.

*Bovins* : zébus malgaches, castrés, de 12 à 24 mois.

### METHODES

#### 1. Vaccin : méthode de fabrication

Le vaccin est obtenu selon une méthode simplifiée mise au point après de nombreux essais préliminaires portant en particulier sur la dose neutralisante de Bêta-propionolactone, ainsi que la toxicité et immunogénicité résiduelle des « Bêta-propionolactone toxoïde » obtenus.

Cette méthode est la suivante :

• Culture de la souche vaccinale de *Clostridium chauvoei*, dans le milieu précédemment décrit, durant 48 heures à 37°.

• Neutralisation, dès la sortie de l'étuve, par addition de 0,5 p. 100 de Bêta-propionolactone et agitation régulière (ou intermittente, toutes les 15 mn) durant deux heures. Repos 24 h à température ambiante.

• Contrôle bactérioscopique, et addition de 1 p. 100 d'alun de potassium.

• Contrôle du pH : il doit être de 4. Cette acidité marquée, due en partie à l'hydrolyse de la Bêta-propionolactone, doit être maintenue. Elle n'altère, pas l'antigénicité du vaccin et lui évite des contaminations ultérieures.

• Addition, dans la culture neutralisée, des spores de la souche vaccinale de *Bacillus anthracis* à un titre déterminé préalablement *in vivo* sur souris (8). A ce titre, une dose vaccinale-bovin est sans danger pour lui mais tue, en moyenne, le cobaye en 72 h. Pour que la dilution de ces spores soit homogène au sein de l'anaculture, il convient d'effectuer leur « pré-mélange » dans une partie aliquote d'anaculture : il est agité vigoureusement avant d'être ajouté au reste du vaccin qui est alors réparti en flacons sous agitation continue.

#### 2. Animaux : méthodes de contrôle

##### a) Innocuité :

L'innocuité du vaccin est vérifiée par inoculation intramusculaire d'une quadruple dose vaccinale à des cobayes, des moutons, des bovins.

##### b) Efficacité :

• L'efficacité du vaccin contre le *charbon symptomatique* est vérifiée par inoculation intramusculaire de 1 ml d'un broyat de tumeur charbonneuse en chlorure de calcium à 3 p. 100, à différentes dilutions (9). La proportion de mortalités survenues dans le groupe des sujets vaccinés est établie au seuil de dilution entraînant 100 p. 100 de mortalité chez les témoins (soit, en général 10<sup>-4</sup> ml);

• L'efficacité du vaccin contre le *charbon bactérien* est vérifiée par inoculation sous-cutanée de 1,5 ml d'une souche virulente de *Bacillus anthracis* aux moutons, vaccinés et témoins.

## RESULTATS

### INNOCUITE

L'innocuité du vaccin a d'abord été établie sur cobayes et moutons. En 1972 plus de six millions de zébus ont été vaccinés, sans qu'aucun accident ne soit rapporté. Si l'inoculation vaccinale est correctement pratiquée (sous la peau de l'encolure ou de la base de la queue) il ne s'ensuit aucune réaction sauf, parfois, un œdème local ou une légère hyperthermie.

Aucun avortement ni diminution de produit lacté n'ont été observés.

### EFFICACITE

#### 1. Efficacité pratique en élevage bovin

Sur plus de six millions de zébus vaccinés annuellement depuis 1971, aucun cas de charbon bactérien ou symptomatique n'a été signalé. Par contre, de nombreux foyers ont été reconnus parmi les troupeaux ayant échappé aux vaccinations, de même que chez les jeunes veaux non vaccinés.

#### 2. Efficacité contrôlée en laboratoire

Les essais ont été conduits sur trois espèces animales : cobayes, ovins et bovins.

##### a) Sur cobayes :

L'efficacité est jugée sur des sujets ayant reçu une dose vaccinale bovin (2 ml) avec rappel douze jours plus tard, puis éprouvés comme indiqué précédemment. Elle ne peut concerner que le charbon symptomatique puisque la souche A<sub>43</sub>, étant pathogène pour le cobaye, ne peut le vacciner.

Si l'on ne tient compte que des dilutions mortelles pour la totalité des témoins, la proportion de sujets résistants à l'épreuve est de 40 sur 56 sujets soit 71 p. 100 (47 à 84, au risque 5 p. 100).

Ce chiffre est celui observé avec les vaccins monovalents et conforme aux normes habituellement exigées (10).

##### b) Sur moutons :

Sur cette espèce animale l'efficacité peut être jugée, en deux temps vis-à-vis du charbon bactérien puis du charbon symptomatique.

Les sujets sont vaccinés dans les mêmes conditions que les cobayes.

Le résultat des épreuves est résumé dans le tableau I.

### DUREE DE LA PROTECTION CONFEREE

Cette durée a été déterminée sur bovins, les cobayes et les moutons ayant donné des résultats décevants (protection réduite à 66 p. 100 après 3 mois et nulle au-delà de 6 mois).

Les résultats des épreuves, pratiquées sur 3 groupes de 4 bovins avec une dose mortelle pour les animaux témoins, sont donnés au tableau II.

### DUREE DE CONSERVATION DU VACCIN

#### 1. Composante « charbon bactérien »

La survie des spores de la souche A<sub>43</sub> peut être appréciée *in vitro* et *in vivo*.

TABLEAU N° I

Taux de protection contre le charbon bactérien		Taux de protection contre le charbon symptomatique	
Vaccinés	Témoins	Vaccinés	Témoins
Nombre de sujets : 12 Mortalité : Nulle	Nombre de sujets : 12 Mortalité : 12	Nombre de sujets : 18 Mortalité : Nulle	Nombre de sujets : 8 Mortalité : 8

TABLEAU N° II

Taux de protection contre le charbon bactérien			Taux de protection contre le charbon symptomatique		
Après 3 mois	Après 6 mois	Après 12 mois	Après 3 mois	Après 6 mois	Après 12 mois
4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	3/4

TABLEAU N° III

Titrages mensuels moyen du mélange de quatre lots		
M o i s	<i>in vitro</i> Nombre de spores par ml	<i>in vivo</i> Temps moyen (en h) de mort du cobaye de 350 g
Janvier	10 <sup>6</sup>	72
Février	10 <sup>5,1</sup>	96
Mars	10 <sup>5</sup>	106
Avril	10 <sup>5,2</sup>	-
Mai	10 <sup>5,5</sup>	120
Juin	10 <sup>5</sup>	96
Juillet	10 <sup>4,5</sup>	72
Août	-	-
Septembre	-	-
Octobre	10 <sup>5</sup>	72
Novembre	10 <sup>4,5</sup>	96
Décembre	10 <sup>4</sup>	106

TABLEAU N° IV

Taux de protection obtenu avec un lot de vaccin conservé 3 - 6 et 12 mois à 10°			
Vaccin frais	Vaccin de 3 mois	Vaccin de 6 mois	Vaccin de 12 mois
Cobayes : 56 éprouvés	Cobayes : 35 éprouvés	Cobayes : 35 éprouvés	Cobayes : 35 éprouvés
Morts : 16	Morts : 20	Morts : 21	Morts : 25
Protection : 71 p.100 (56 à 82)	Protection : 43 p.100 (27 à 61)	Protection : 40 p.100 (24 à 58)	Protection : 29 p.100 (18 à 46)

Le tableau n° III rend compte du nombre de spores survivantes lors des titrages mensuels effectués sur un mélange de quatre lots, pris au hasard, ainsi que du temps moyen de mortalité des cobayes inoculés avec une dose vaccinale.

## 2. Composante « charbon symptomatique »

Trois lots de 12 cobayes ont été éprouvés dans les conditions décrites précédemment après vaccination par un lot (non additionné de spores A<sub>43</sub>), conservé depuis 3, 6 et 12 mois à 10°.

Le résultat des épreuves figure dans le tableau ci-dessous, où l'intervalle de confiance (au risque 5 p. 100) est indiqué après le pourcentage de protection tableau n° IV.

La diminution du taux de protection est donc assez rapide surtout durant les 3 premiers mois. Mais nous avons observé le même résultat

avec les anacultures formolées monovalentes couramment commercialisées : le phénomène n'est donc pas lié à la méthode de neutralisation ou de conservation du vaccin bivalent.

Par contre la même expérience, réalisée sur 8 bovins, démontre que le vaccin garde toute sa valeur après 12 mois. Ceci confirme les observations de MACHEAK et CLAUS (6) sur la moindre valeur qu'il faut accorder aux contrôles d'immunité sur cobayes.

## DISCUSSION - CONCLUSION

Le vaccin mixte objet de cette étude nous paraît présenter de nombreux avantages :

- Simplicité et rapidité de fabrication. La neutralisation par la Bêta-propiolactone fait gagner cinq jours sur la méthode classique



de l'anaculture formolée, et ne nécessite pas d'étuvage durant la neutralisation;

- Economie dans sa fabrication et son utilisation, en personnel et en matériel;
- Innocuité et efficacité égales à celles des deux vaccins monovalents correspondants.

Bien que d'autres procédés de fabrication d'un vaccin mixte contre les charbons soient concevables, les caractéristiques précédemment soulignées nous paraissent les plus favorables à une fabrication et une utilisation à grande échelle dans les pays d'élevage extensif.

## SUMMARY

### Study of a mixed vaccine against black-leg and anthrax

A vaccine against black leg and anthrax is prepared from spores of *Bacillus anthracis* (attenuated, capsulated) mixed in whole culture of *Clostridium chauvoei* killed by Beta-propiolactone. After precipitation by 1 p. 100 potassium alum, vaccine is kept at pH 4 so that bacterial contaminations are impossible.

A subcutaneous injection (2 ml in cattle) is harmless, and effective against the two diseases according to usual standards. More than 6 millions of cattle have been vaccinated without any trouble of failure of protection.

## RESUMEN

### Estudio de una vacuna mixta contra el carbunco bacteridiano y el carbunco sintomático

Se puede fabricar una vacuna mixta contra el carbunco bacteridiano y el carbunco sintomático por añadido de esporas de *Bacillus anthracis* (capsuladas, atenuadas) en un cultivo total de *Clostridium chauvoei* neutralizado por la beta-propiolactone. No se rectifica el pH (4) después del añadido de 1 p. 100 de alumbre de potasio (adutorio), lo que ulteriormente preserva la vacuna de las contaminaciones bacterianas.

Las pruebas de inocuidad y de eficacia de dicha vacuna respetan las normas cuando se inyecta por vía subcutánea la dosis de 2 ml en bovinos.

Hasta ahora se utilizaron más de 6 millones de dosis de esta vacuna sin accidente ni supresión de inmunidad.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BLANCOU (J. M.), RAKOTOARIVELO (J.), SERRES (H.). Note sur les premiers cas de charbon symptomatique à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (1): 19-24.
2. BURDOV (A. N.). Simultaneous immunization of farm animals against aerobic and anaerobic infections: combined vaccine against anthrax, malignant oedema and black-leg. *Trudy vsesoyuz Inst. eksp. Vet.*, 1962, 26: 139-144.
3. CHO (H. J.). Demonstration of complement fixing antibody in the sera of cattle vaccinated with combined living black-leg anthrax vaccine *Canad. J. comp. Med.*, 1971, 35 (4): 155-159.
4. DELPY (L. P.). Méthodes d'immunisation active contre les pasteurelloses septicémiques. *Off. int. Epiz. vingtième session*, 1952, Rapport N° 246.
5. I.S.T. Asyntrax, vaccin mixte, vivant, stabilisé, avirulent contre les charbons symptomatique et bactérien, (document I.S.T., 1969).
6. MACHEAK (M. E.), CLAUS (K. D.). Responses of hamsters and guinea-pigs to antigens of *Clostridium chauvoei*, *Am. J. vet. Res.*, 1972, 33 (5): 1039-1044.
7. RAYNAUD (M.), BLASS (J.), TURPIN (A.). Mécanisme de la détoxification des toxines par le formol: Etude de deux nouveaux dérivés atoxiques antigéniques: 2-4 dinitrofluorobenzène toxoïde et bêta-propiolactone toxoïde. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 1957, 24: 862-863.
8. RIBOT (J. J.), GILIBERT (J.). Titrages de virulence du vaccin anti-charbonneux sur souffis. Résultats expérimentaux et application pratique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, 18 (1): 9-17.
9. SIEIRO (F.), ASTARLOA (F.). A potency test in guinea pigs for the evaluation of *Clostridium chauvoei* bacterins. *Am. J. vet. Res.*, 1964, 25 (109): 1785-1787.
10. SIMPSON (R. M.). A study of the immunity produced in cattle by simultaneous inoculation with a number of vaccines. *Bull. Epiz. Dis. Afr.*, 1964, 12: 405-428.
11. STARTEW (I. S.). Simultaneous prophylactic inoculation of cattle with anti-anthrax glucoside vaccine and black-leg formol vaccine. *Sovyet. Vet.*, 1939, 4: 29-30.

# Les onchocercoses des bovins togolais à *O. dukei* et *O. dermatata*

par J. BUSSIERAS (\*), E. AMEGEE (\*) et O. BAIN (\*\*)

## RESUME

Les bovins togolais sont très fréquemment atteints de deux onchocercoses à caractère nodulaire: une onchocercose musculaire et sous-cutanée, due à *O. dukei* Bain, Bussiéras et Amégée, 1974, et une onchocercose dermique, due à *O. dermatata* Bain, Bussiéras et Amégée, 1974.

Les bovins africains (taurins et zébus) sont connus pour être très souvent atteints de deux onchocercoses :

- une onchocercose aortique, due à *Onchocerca armillata* RAILLIET et HENRY, 1909;
- et une onchocercose du ligament cervical et des articulations, due à *O. gutturosa* Neumann, 1910.

Ces deux parasites semblent infester la quasi-totalité des bovins d'Afrique tropicale, bien que LE ROUX (9) remarque l'absence de *O. armillata* sur le bétail zambien autochtone.

Récemment a été observée en Afrique orientale une onchocercose dermique, localisée surtout au scrotum et à la mamelle, due à *O. ochengi* Bwangamoi, 1969 (4, 5).

Enfin, dans divers pays africains, ont été signalées des infestations à *O. gibsoni* Cleland et Johnston, 1910, mais il semble que dans la plupart des cas la preuve de l'identité des parasites n'ait pas été apportée.

Or des études récentes (2, 1) ont montré qu'en Afrique occidentale, et plus particulièrement au Togo, les bovins présentent fréquemment deux autres onchocercoses, à localisations principales respectivement musculaire et dermique.

## I. L'ONCHOCERCOSE MUSCULAIRE A *O. DUKEI*

### 1. Historique

En 1927-28, au Ghana (la « Gold Coast » de cette époque), W.P.B. BEAL (3) rapporte que le capitaine STEWART a observé une nouvelle onchocercose bovine. Celle-ci se traduit par la présence de nodules de la grosseur d'un pois, principalement localisés aux muscles intercostaux, aux muscles des membres antérieurs et postérieurs, et aux flancs; les lésions pouvaient facilement être confondues avec la ladrerie bovine (à *Cysticercus bovis*).

En 1928-29, le même W.P.B. BEAL précise que cette onchocercose se retrouve aussi bien chez les zébus que chez les taurins.

En 1929-30, J.L. STEWART (10) indique la fréquence de la localisation de cette onchocercose aux muscles pectoraux, et précise qu'à

(\*) Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar.

(\*\*) Zoologie (Vers), Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Accra, sur 559 bovins abattus, 72 étaient parasités, soit un taux d'infestation de 12,9 p. 100.

Dans l'intervalle, CAMERON (1928) (6), à qui des spécimens avaient été transmis, étudie les vers adultes (mais non les microfilaires) et estime qu'ils ne présentent que peu ou pas de différences avec *O. volvulus* de l'homme et *O. gibsoni* du bœuf; le même auteur, en 1951 (7) admet même que c'est *O. volvulus* de l'homme que l'on retrouve dans les muscles intercostaux des bovins.

Les mêmes parasites semblent avoir été retrouvés en Zambie, Rhodésie et Malawi par LE ROUX (1957) (9), qui remarque que tous les bovins infestés vivent dans des zones à simulies.

En 1971, VAN DEN HEEVER (8) signale en Afrique du Sud des lésions analogues dans le tissu conjonctif sous-cutané et les muscles des parties inférieures du thorax et de l'abdomen des bovins.

Enfin, en 1973, est entreprise l'étude helminthologique du parasite, tel qu'on le récolte au Togo; ceci permet d'établir qu'il s'agit d'une espèce nouvelle, *Onchocerca dukei* Bain, Busiéras et Amégee, 1974.

Bien entendu, il n'est pas certain que toutes les observations précédentes se rapportent à la même espèce; nous remarquerons seulement que dans tous les cas les auteurs relèvent la grande ressemblance extérieure entre les nodules onchocerciens et les lésions de la cysticercose bovine, ce qui montre que ces nodules sont tous de dimensions très voisines. En outre, les localisations dans la musculature sont généralement tout à fait comparables.

## 2. Espèces affectées et répartition géographique

Nous ne retiendrons que les cas où l'espèce *O. dukei* a véritablement pu être identifiée.

Toutes nos observations ont été faites dans des abattoirs du Togo (villes de Lomé, Sokodé, Lama-Kara, Mango, Dapango) et du Dahomey (Cotonou), les animaux positifs étant :

- des taurins, *Bos taurus*, de race Somba, originaires du Togo et du Dahomey;
- des zébus, *Bos indicus*, originaires de Haute-Volta et du Niger.

La zone de plus forte infestation est la région de Lama-Kara (Togo), où on compte parfois jusqu'à 90 p. 100 de carcasses parasitées, le plus souvent massivement.

## 3. Les lésions

### 3.1. Aspect macroscopique

Les nodules à *O. dukei* ont généralement une forme allongée, et mesurent en moyenne 5 - 15 × 5 - 6 mm.

La section d'un nodule montre une paroi fibreuse, épaisse, avec une cavité centrale emplies de parasites et d'un magma puriforme jaunâtre.

### 3.2. Localisations

Les nodules sont trouvés surtout en abondance dans la moitié inférieure du tronc. Pour préciser les localisations, une vache abattue à Lama-Kara et infestée massivement, a été examinée et une demi-carcasse en a été totalement disséquée, ce qui a donné les résultats suivants :

#### A. Nodules musculaires

Tête (m. masticateurs, m. hyoïdiens)	+
Encolure (toutes portions)	++
Muscles dorso-lombaires	O
Thorax :	
— intercostaux	+
— transverse du thorax	O
— grand dorsal et grand dentelé :	
- partie supérieure	+
- partie inférieure	+++
— pectoraux	+++
Abdomen :	
— flanc	++
— grand droit de l'abdomen	++

<b>Membre thoracique :</b>	
— m. scapulaires	O
— m. brachiaux antérieurs	++
— m. brachiaux postérieurs (anconés)	+
— m. avant-bras	O
<b>Membre pelvien :</b>	
— m. fessiers	+
— m. cruraux antérieurs	+
— m. cruraux internes	+
— m. cruraux externes	O
— m. jambe	O
Cœur	O
Diaphragme	+
<b>B. Nodules sous-cutanés</b>	
Tête (joues)	++
Encolure	O
<b>Tronc :</b>	
— moitié supérieure	O
— moitié inférieure	+
— ombilic	++
— mamelle	++
— périnée	O
<b>Membre thoracique</b> (surtout à la jonction avec l'encolure et avec le thorax) :	
— épaule	+
— bras	+
<b>Membre pelvien :</b>	
— fesse	O
— cuisse	O
— jambe	O

### 3.3. Etude microscopique

L'examen du contenu des nodules montre la présence habituelle d'une femelle. Le plus souvent cette femelle est fécondée, contenant d'innombrables œufs et microfilaires, et elle est accompagnée de un, ou rarement deux ou trois, mâles. Certains nodules cependant ne contiennent aucun mâle mais seulement une femelle sans microfilaires.

Sur coupes histologiques, on constate que les nodules ne se développent pas dans les fibres musculaires, mais dans les éléments conjonctifs séparant les faisceaux musculaires. Leur coque est scléreuse, stratifiée, infiltrée de rares cellules inflammatoires, présentes surtout à la périphérie du nodule. Le magma central contient des cellules nécrosées.

## 4. Mode de transmission

Celui-ci est encore inconnu. Il faut cependant observer :

— que la région de Lama-Kara, où prédo-

mine cette onchocercose, est également la partie du Togo où l'onchocercose humaine est la plus fréquente;

— que LE ROUX (9) avait déjà remarqué qu'en Afrique orientale une onchocercose sans doute identique ne sévissait que dans les zones à simulies;

— que l'un de nous (E. AMEGEE) a capturé près de Lama-Kara des simulies non encore identifiées, gorgées sur bovins. Le tube digestif de l'une d'elle contenait trois microfilaires de *O. dukei* (ce qui ne prouve pas que le développement larvaire se serait poursuivi chez cette simulie).

Toutes ces raisons ne permettent évidemment pas d'affirmer le rôle vecteur des simulies.

## 5. Discussion

### 5.1. Relations avec *Onchocerca gibsoni*

Il existe une autre espèce d'onchocercose provoquant la formation de nodules dans le tissu

conjonctif et parfois dans les muscles chez les bovins : *Onchocerca gibsoni* Cleland et Johnston, 1910, primitivement découverte en Australie.

*O. gibsoni* se distingue facilement de *O. dukei* par la morphologie des vers adultes (2, 1). En outre, les nodules à *O. gibsoni* sont souvent beaucoup plus volumineux, pouvant atteindre la grosseur d'un œuf de poule. Or la présence de *O. gibsoni* a été signalée plusieurs fois en Afrique tropicale, sans que soient toujours étudiés les parasites en cause; à l'avenir, il sera bon de préciser l'espèce parasitaire par une étude helminthologique.

### 5.2. Confusions avec *Cysticercus bovis*

Etant donné :

— la ressemblance superficielle des deux types de lésions (onchocercose musculaire et ladrerie);

— la grande fréquence de ces deux types d'infestations, au moins dans certaines contrées d'Afrique tropicale;

— le danger d'infestations humaines à partir des viandes ladres, alors que l'ingestion d'onchocerques est sans danger pour l'homme, il semble nécessaire, sur le plan pratique, de recommander un examen attentif des carcasses suspectes de ladrerie, avec incision des nodules pour vérifier le caractère vésiculaire de leur contenu. La distinction entre ladrerie sèche et onchocercose risquant d'être plus délicate, il peut être bon, dans ce cas, d'avoir recours à un examen microscopique; s'il s'agit d'onchocercose, on observe alors des fragments de femelle, et généralement d'innombrables micro-filaires.

On remarquera aussi l'absence de localisation cardiaque de l'onchocercose.

## II. L'ONCHOCERCOSE DERMIQUE

### A *O. DERMATA*

La recherche des nodules à *O. dukei* localisés au tissu conjonctif sous-cutané, souvent adhérents à la face interne du cuir, a permis de mettre en évidence d'autres nodules, totalement intradermiques, qui contenaient une autre espèce d'onchocerques, *Onchocerca dermatata* Bain, Bussiéras et Amégee, 1974.

## 1. Répartition géographique et espèces affectées

L'onchocercose dermique a été observée sur des taurins, *Bos taurus*, dans tous les abattoirs visités au Togo (Lomé, Sokodé, Lama-Kara, Mango, Dapango). Elle a été retrouvée aussi, à l'abattoir de Lomé, sur des zébus, *Bos indicus*, originaires de Haute-Volta.

## 2. Les lésions

### 2.1. Aspect macroscopique

Les nodules, intradermiques, ont des dimensions voisines de celles des lésions dues à *O. dukei* : 5 - 10 × 4 - 7 mm. Mais ils sont beaucoup moins visibles, dessinant simplement un relief sur la face interne du cuir, ou parfois même perceptibles seulement à la palpation.

### 2.2. Localisations

Les nodules sont retrouvés principalement dans la peau des membres et de la moitié inférieure du tronc.

Un tableau permet de détailler les localisations relevées dans un cas d'infestation massive :

Tête	++
Encolure	+
Tronc :	
— moitié supérieure	O
— moitié inférieure	+++
— ombilic	++
— mamelle	+
— périnée	O
Membre thoracique :	
— épaule	++
— bras	++
Membre pelvien :	
— fesse	++
— cuisse	++
— jambe	++

### 2.3. Etude microscopique

Les nodules contiennent une ou rarement deux femelles, accompagnées de un à sept mâles. Dans un cas, ont même été trouvés dans un seul nodule deux femelles et treize mâles.

La paroi fibreuse des nodules est analogue à celle du type précédent, bien que dans certains cas elle soit beaucoup moins épaisse.



### 3. Discussion

#### 3.1. Relations avec *O. dukei*

Il peut paraître surprenant de trouver simultanément, dans les mêmes localités, deux onchocercoses bovines différentes, toutes deux localisées aux parties inférieures du corps.

Cependant ces deux types se distinguent très bien :

- par les caractères morphologiques des vers adultes et des microfilaires (2);
- par la localisation intradermique des nodules dus à *O. dermatata*, alors qu'ils semble que *O. dukei* ne se retrouve jamais à l'intérieur du cuir.

#### 3.2. Relations avec *O. ochengi*

En 1969, a été décrite une première onchocercose dermique des bovins, due à *O. ochengi* Bwangamoi, 1969, dans divers pays d'Afrique orientale (Ouganda, Kenya, Ethiopie).

Mais elle aussi se distingue nettement à l'infestation à *O. dermatata* :

- par les caractères morphologiques des microfilaires;
- par la localisation prédominante des nodules à *O. ochengi* dans la peau du scrotum et des mamelles.

#### 3.3. Confusions avec la démodicose bovine

L'ouverture de certains nodules dermiques a permis de découvrir, au lieu des nématodes attendus, d'innombrables *Demodex bovis*.

Il serait intéressant d'étudier le rôle respectif de ces deux types de parasites dans les dégâts causés aux cuirs à usage industriel.

## CONCLUSIONS

Au Togo, les bovins (taurins autochtones et zébus provenant de Haute-Volta), outre les infestations de la paroi aortique par *O. armillata* et du ligament cervical par *O. guttuosa*, présentent très fréquemment aussi :

- une onchocercose musculaire, due à *O. dukei*, et caractérisée par la présence de nodules blanchâtres, d'environ 10 mm de long, qu'il convient de distinguer à l'abattoir des lésions de cysticercose;
- une onchocercose dermique, due à *O. dermatata*, également à caractère nodulaire, mais souvent beaucoup plus difficile à déceler.

## Remerciements

Nous tenons à remercier bien sincèrement tous ceux qui, au Togo, nous ont permis et facilité la réalisation de ce travail, et plus particulièrement :

- Monsieur le Recteur JOHNSON, de l'Université du Bénin;
- Monsieur le Docteur-Vétérinaire SALAMI, Directeur du Service de l'Elevage du Togo;
- Monsieur le Professeur BOURGAT, Directeur de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Lomé.

## SUMMARY

### Onchocercosis of Togoland cattle

The Togoland cattle very frequently catch two nodular onchocercosis : a muscular and subcutaneous one caused by *O. dukei*, Bain, Bussieras and Amégée, 1974; and a dermic one, caused by *O. dermatata* Bain, Bussieras and Amégée, 1974.

## RESUMEN

### Las onchocercosis de los bovinos causadas por *O. dukei* y *O. dermatata* en Togo

Dos onchocercosis con carácter nodular atacan muy frecuentemente los bovinos de Togo : una onchocercosis muscular y subcutánea causada por *O. dukei* Bain, Bussieras y Amégée, 1974; y una onchocercosis dérmica causada por *O. dermatata* Bain, Bussieras et Amégée, 1974.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AMEGEE (E.). Les onchocercoses bovines en Afrique. Etude de deux formes nodulaires à *O. dukei* et *O. dermati* au Togo. Thèse Doctorat-Vétérinaire, Université de Dakar, 1974.
2. BAIN (O.), BUSSIERAS (J.) et AMEGEE (E.). Dualité d'*Onchocerca volvulus* de l'homme et d'*O.* sp. Cameron, 1928, du bétail. Nouvelles espèces d'onchocercques bovines au Togo. *C.R. Acad. Sci. Paris, série D*, 1974, 278 (3): 369-372.
3. BEAL (W. P. B.). Gold Coast Colony. Report on the Veterinary Department for the years 1927-28 and 1928-29. Accra, 1929.
4. BWANGAMOI (O.). *Onchocerca ochengi* new species, an intradermal parasite of cattle in East africa. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1969, 17 (3): 321-335.
5. BWANGAMOI (O.). Dermatitis in cattle caused by *Onchocerca ochengi* Bwangamoi, 1969, and the effect of the adult filaria on the finished leather. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1969, 17 (4): 435-445.
6. CAMERON (T. W. M.). On a species of *Onchocerca* from the ox in West Africa. *J. Helm.*, 1928, 6 (3): 161-164.
7. CAMERON (T. W. M.). The parasites of domestic animals. Londres, Black éd., 1951.
8. HEEVER (L. W. VAN DEN). Deep muscular onchocerciasis. *J.S. Afr. vet. Med. Ass.*, 1971, 42 (2): 202.
9. LE ROUX (P. L.). Report to the Government of the Federation of Rhodesia and Nyasaland on the control of parasitic diseases in livestock. Rome, F.A.O., 1957 (Report n° 696).
10. STEWART (J. L.). Gold Coast Colony. Report on the Veterinary Department for the year 1929-30. Accra, 1930.

# La distomatose du lapin domestique à *Fasciola gigantica*

par M. GRABER (\*)

(avec la collaboration technique de Mme J. GEVREY)

## RESUME

Douze lapins français reçoivent chacun 30 à 200 Métacercaires de *Fasciola gigantica* de 18,64 et 158 jours, conservées à + 4° C.

Trois animaux réagissent positivement à l'infestation expérimentale, mais une seule Douve a été recueillie dans le parenchyme hépatique.

L'auteur compare ces résultats à ceux obtenus dans d'autres pays. Il constate que le lapin réagit irrégulièrement à l'infestation par *Fasciola gigantica* et que sa réceptivité varie en fonction des souches utilisées et du nombre de Métacercaires administrées.

On sait que le lapin domestique, *Oryctolagus cuniculus* Linné, est sensible à l'infestation par *Fasciola hepatica* et qu'il est relativement aisé, chez ce rongeur, de reproduire la distomatose hépato-biliaire, ce qui en facilite l'étude.

Aussi, cette aptitude a-t-elle été mise à profit, dès la fin du siècle dernier, dans divers laboratoires d'Europe, d'Amérique et d'Asie dont les travaux ont été axés principalement sur les conditions d'infestation, l'étude clinique et anatomique, la pathogénie et l'immunologie de la maladie, ainsi que sur la pathologie comparée de *Fasciola hepatica* et de *Fasciola gigantica* (10). En outre, des essais thérapeutiques, destinés à préciser le pouvoir antidistomien de certains médicaments, ont été effectués sur des lapins artificiellement infestés.

Les résultats obtenus ont donné lieu à de nombreuses publications dont il est impossible ici de donner la liste complète. Tout au plus, peut-on citer, parmi les plus connues, celles de KIMURA (23, 22), d'URQUARTH (32, 33), de GIGITASHVILI (14), de DARGIE et Collab. (7, 8, 9), d'HOLMES et Collab. (18),

de GOLDBERGIENNE (15), de MOVSESIJAN et Collab. (25), de KENDALL et Collab. (21) et de ROSS (27).

En revanche, dans les pays tropicaux où *Fasciola gigantica* est l'espèce dominante, les chercheurs ont surtout utilisé, comme animaux d'expérience, des ruminants domestiques, c'est-à-dire des zébus, des bœufs, des moutons et des chèvres.

Malheureusement, pour des raisons diverses, il n'est pas toujours possible d'opérer ainsi et il a paru utile de rechercher dans quelle mesure le lapin qui est également réceptif à *Fasciola gigantica* (4) pouvait se substituer à ces espèces. C'est l'objet du présent travail qui a été réalisé à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon (Chaire de parasitologie) au cours des années 1970 et 1971.

## MATERIEL ET METHODE

### 1. MATERIEL

#### 1.1. Les éléments infestants

Des Limnées, *Limnaea natalensis*, élevées au laboratoire dans un bac d'une dizaine de litres,

(\*) Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Chaire de Parasitologie, 2, quai Chauveau, 69337 Lyon Cedex 1.

ont été mises en contact le 13 février 1970 avec des œufs de *Fasciola gigantica* provenant de la vésicule biliaire d'un zébu atteint de distomatose et sacrifié à l'abattoir de N'djamena (République du Tchad).

L'infestation des Limmées a été contrôlée, de 15 jours en 15 jours, par écrasement de quelques exemplaires entre lame et lamelle. 52 jours plus tard, elles commencent à émettre des Cercaires. Elles sont alors placées dans une cuve renfermant de l'eau froide et cette opération est répétée plusieurs fois à une semaine d'intervalle.

Dans le récipient, sont disposés des morceaux de papier sur lesquels les Cercaires viennent s'enkyster.

Les métacercaires ainsi formées sont laissées une dizaine de jours à la température du laboratoire (phase de maturation), puis stockées dans de l'eau à + 4° C.

On sait — tout au moins pour *Fasciola hepatica* — que cette température est favorable à leur conservation et que leur survie peut atteindre un an. Il semble en être de même pour *Fasciola gigantica* (4, 11) : au bout de 3 mois, 80 p. 100 des Métacercaires soumises à ce traitement sont capables de se désenkyster dans le milieu artificiel de Wikerhauser (3).

Au cours de cette expérience, la viabilité des Métacercaires a été testée à intervalles réguliers :

— soit par examen direct au microscope qui permet de mettre en évidence les « glandes de pénétration » (11) ou « granulations excrétrices » (31) caractéristiques (photos 1 et 2) qui disparaissent, lorsque le kyste métacercarien est mort : dans ce cas, il se présente comme une masse diffuse, sans aucune structure.

— soit par chauffage à 37° C, ce qui active les Métacercaires et leurs mouvements sont facilement observés à la loupe.

## 1.2. Les animaux

12 lapins, âgés de 4 à 5 mois et originaires d'une élevage de la région lyonnaise, ont été utilisés. Des examens coproscopiques effectués au moment de l'achat ont montré qu'aucun d'entre eux n'était porteur de parasites internes.

## 2. METHODE

Trois lots de quatre animaux chacun ont été constitués :

- le premier a reçu de 30 à 50 Métacercaires de 18 jours;
- le second 30 à 60 Métacercaires de 64 jours;
- le troisième 200 Métacercaires de 158 jours.

Après plus de cinq mois de réfrigérateur et, bien que les tests de viabilité aient été satisfaisants, il a paru utile, pour plus de sécurité, d'augmenter le nombre d'éléments infestants.

Les lapins ont été isolés dans des cages séparées. Les Métacercaires ont été soigneusement triées et, toutes celles qui paraissaient douteuses, éliminées. Elles ont été enveloppées dans des feuilles de salades que l'animal, préalablement mis à la diète, consomme assez facilement.

Après l'infestation, tous les quinze jours, il a été procédé à la recherche systématique des œufs de *Fasciola gigantica* dans les selles (sauf sur le lot n° III). La méthode employée est celle de Janecko et Urbanek, d'enrichissement par flottaison en solution d'iodo-mercure de potassium.

Les lapins ont été sacrifiés 57 à 101 jours après l'infestation initiale (tableau n° 1).

Les foies ont fait l'objet d'un examen attentif à la loupe et, chaque fois que des lésions ont été décelées, elles ont aussitôt été prélevées pour études histologiques.

Les Douves, de leur côté, ont été extraites par la Méthode de Yalcin (34) : elle consiste à écraser à la main, dans un seau plein d'eau, le foie suspect. Le sang est éliminé par lavages successifs. On laisse déposer et on siphonne le liquide surnageant. On ajoute alors de l'eau enrichie d'eau oxygénée, à raison de 25 p. 100. Les particules de foie qui remontent à la surface sont retirées à l'aide d'une écumoire. Les Distomes demeurent au fond du seau et sont récoltés sur un plateau à fond noir.

## RESULTATS

Ils figurent au tableau n° I.

Sur les douze lapins mis en expérience, trois d'entre eux seulement présentent des lésions

TABLEAU N° I

Infestations des lapins par *Fasciola gigantica*

Lots	Métacercaires administrées		Examens coproscopiques	Durée de l'expérience	Résultats des autopsies
	Nombre	Age			
Lot n° I					
Lapin n°1	60	18 jours	Tous négatifs	85 jours	Traces d'Angiocholite sur l'un des lobes du foie - Pas de <i>Fasciola</i>
Lapin n°2	58	"	"	"	Foie, poumon et vésicule biliaire en bon état et sans parasites
Lapin n°3	30	"	"	"	- idem -
Lapin n°4	30	"	"	"	- idem -
Lot n° II					
Lapin n°5	30	64 jours	"	101 jours	- idem -
Lapin n°6 <sup>+</sup>	30	"	"	89 jours	- idem -
Lapin n°7 <sup>+</sup>	60	"	"	65 jours	Traces d'Angiocholite - Quelques nodules partiellement calcifiés
Lapin n°8	58	"	"	101 jours	Pas de parasites. Foie en mauvais état. Deux gros abcès en voie de calcification - 1 <i>F. gigantica</i>
Lot n° III					
Lapin n°9	200	158 jours	-	57 jours	Foie en bon état - Pas de parasites
Lapin n°10	200	"	-	"	- idem -
Lapin n°11	200	"	-	"	- idem -
Lapin n°12	200	"	-	"	- idem -

+ mort naturelle.

hépatiques provoquées — semble-t-il — par le parasite au cours de sa migration dans le foie.

Chez les lapins 1 et 7, on observe une inflammation des voies biliaires peu marquée et limitée à l'un des lobes. Cette cholangite ne touche que quelques canaux qui prennent l'aspect de bandes ou de traînées grisâtres, irrégulières, s'enfonçant dans le parenchyme hépatique.

Chez les lapins 7 et 8, les lésions d'angiocholite s'accompagnent d'une augmentation de volume de l'organe dans l'épaisseur duquel sont inclus des nodules remplis d'une substance nécrotique jaune en cours de calcification.

Chez le lapin n° 8, on a affaire à de véritables abcès, également en voie de calcification. Le foie est en mauvais état, dur, scléreux, adhérent aux organes voisins et recouvert de dépôts de fibrine.

Après extraction par la méthode de Yalcin (34), une seule *Fasciola gigantica* a pu être isolée dans le foie du lapin n° 8, sacrifié 101 jours après avoir reçu 58 Métacercaires de 9 semaines. Elle mesure 19 mm de long sur 4,2 mm de large. L'utérus renferme quelques

œufs qui ont été retrouvés dans la bile (vésicule), mais non dans les selles.

## COMMENTAIRES

1. Il ressort de cette étude que le lapin semble relativement résistant à l'infestation par *Fasciola gigantica* et que, dans cette espèce, les Douves se développent mal et en nombre restreint.

Cette opinion est partagée par COYLE (5), DAVTYAN (10), GURALP et Collab. (16) et par SEWELL (29). THAPAR et TANDON (31) ne réussissent pas à transmettre la maladie à un lapin, bien que le nombre de métacercaires administrées soit élevé (252).

Plus récemment, MANGO et Collab. (24) au Kenya, comparant le pouvoir infestant des Métacercaires de *Fasciola gigantica* sur plusieurs animaux de laboratoire, arrivent à des conclusions voisines : les espèces les plus réceptives sont le hamster, le cobaye et la souris. Le lapin ne vient que bien après et les *Fasciola*



mises en évidence 22 semaines après l'infestation initiale (\*) sont toujours immatures.

De même, SAHBA et Collab. (32), en Iran, ne parviennent à infester qu'un seul lapin sur cinq. Ils obtiennent, à l'autopsie une dizaine de semaines plus tard, des parasites mesurant en moyenne  $15,8 \times 4,2$  mm.

Il n'en est pas toujours ainsi et d'autres expériences ont donné de meilleurs résultats :

— Annie PORTER (26), en Afrique du Sud, nourrit un lapin avec des feuilles de salade sur lesquelles des Métacercaires de *Fasciola gigantica* sont enkystées. 64 jours plus tard, l'animal meurt dans un état d'extrême maigreur et 20 Douves adultes sont découvertes dans le foie.

— FOUAD ABDEL GHANI (13), en Egypte, utilise cinq lapins et chacun d'eux reçoit 10 Métacercaires d'une semaine. L'auteur tue les animaux au bout de 30, 75, 84 et 90 jours. Il constate que trois d'entre eux ont réagi favorablement et hébergent des Distomes. Les Douves mesurent  $1,30$  mm  $\times$   $400$   $\mu$  à 30 jours,  $10,5 \times 3$  mm à 75 jours et  $13 \times 2,76$  mm à 84 jours. Elles sont toutes immatures, mais les organes génitaux sont déjà bien formés.

— KADHIM et ALTAIF (20), en Iraq, distribuent à des lapins 50 à 200 Métacercaires d'une semaine. Des œufs de *Fasciola gigantica* sont éliminés dans les selles au bout de 87-90 jours, ce qui confirme, à peu de choses près, les essais d'ALICATA (2) aux îles Hawaii.

2. De telles différences dans le comportement du lapin sont difficilement explicables.

2.1. MANGO et Collab. (24) suggèrent l'existence, en Afrique de l'Est, d'une souche de *Fasciola gigantica* qui serait moins infestante pour le lapin que celles d'Afrique du Sud, des îles Hawaii, du Proche Orient ou d'Egypte. Si cette hypothèse est exacte, la souche du Tchad se rapprocherait de celle du Kenya.

2.2. D'autres facteurs doivent également être pris en considération, notamment le nombre de Métacercaires administrées. A l'exclusion des essais de FOUAD ABDEL GHANI (13), les infestations réussies l'ont été à partir

de 100 Métacercaires. KADHIM et ALTAIF (20) insistent sur ce point : plus le nombre de Métacercaires augmente et plus les infestations risquent d'être positives. L'ingestion par le lapin de 100-200 Métacercaires favorise l'apparition d'une distomatose chronique avec élimination régulière d'œufs dans un délai de 90 jours. SRIVASTATA et SINGH (30) vont plus loin. Selon eux, il faut environ 1 000 Métacercaires pour déclencher, 63 jours après, une distomatose aiguë accompagnée d'importantes lésions du parenchyme hépatique et des canaux biliaires, lésions que les auteurs décrivent avec précision. Des modifications de cette ampleur ne sont d'ailleurs pas constantes et, dans cette expérience, ne concernaient qu'un seul des treize lapins infestés.

Le rendement Douves/Métacercaires paraît faible : 4 à 10 p. 100 (24); 10 p. 100 (13). Même dans le cas d'infestations massives, les Douves sont peu nombreuses dans le parenchyme hépatique : 4 exemplaires dans la moitié du foie examiné par SRIVASTATA et SINGH (30).

Par comparaison, l'infestation du lapin par des Métacercaires de *Fasciola hepatica* est beaucoup plus facile, comme le prouvent les recherches d'HUGHES (19) qui donne 15 à 50 Métacercaires par animal. Les premiers œufs apparaissent au bout de 51-54 jours. A l'autopsie, on trouve, en moyenne 5-9 *Fasciola* pour 15 Métacercaires et 5-36 parasites pour 50. Le rendement Douves/Métacercaires, dans le premier cas, est de 63 p. 100 et de 48 p. 100, dans le second.

2.3. Les Métacercaires de *Fasciola gigantica*, pour être pleinement infestantes, doivent subir un temps de maturation d'au moins une semaine (13).

Dans toutes les expériences dont il vient d'être question, ce délai a été respecté et l'on ne peut arguer de ce fait pour expliquer les différences observées.

3. Dans la nature, la présence de *Fasciola gigantica* semble, dans l'état actuel de nos connaissances, exceptionnelle chez les Léporidés africains, alors que les Léporidés européens sont souvent atteints de distomatose à *Fasciola hepatica*.

En Egypte, deux cas ont été rapportés par ABDYOU (1) et par EZZAT et ABDEL GHA-

(\*) 10 à 15 Métacercaires par animal.

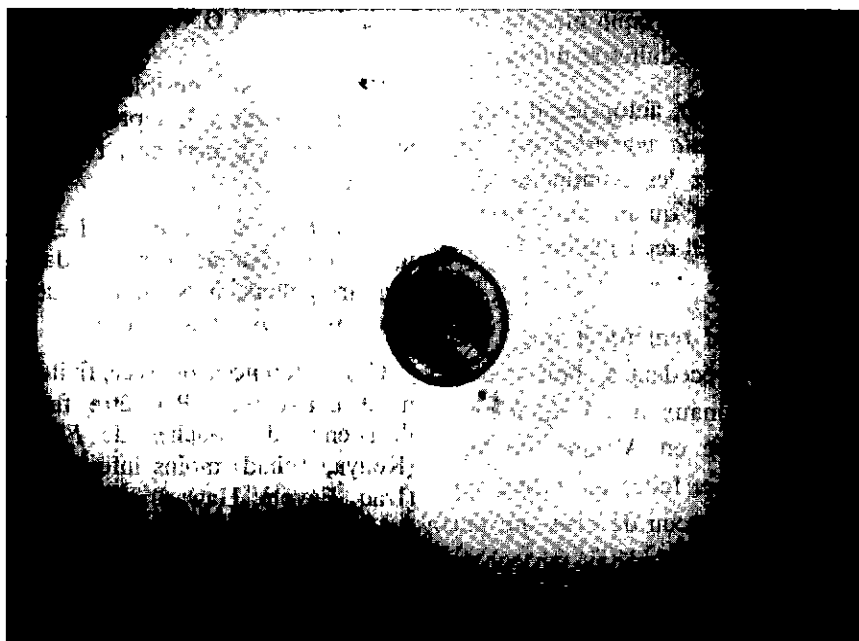


Photo 1. — Métacercaire de *Fasciola gigantica* avec ses glandes de pénétration.

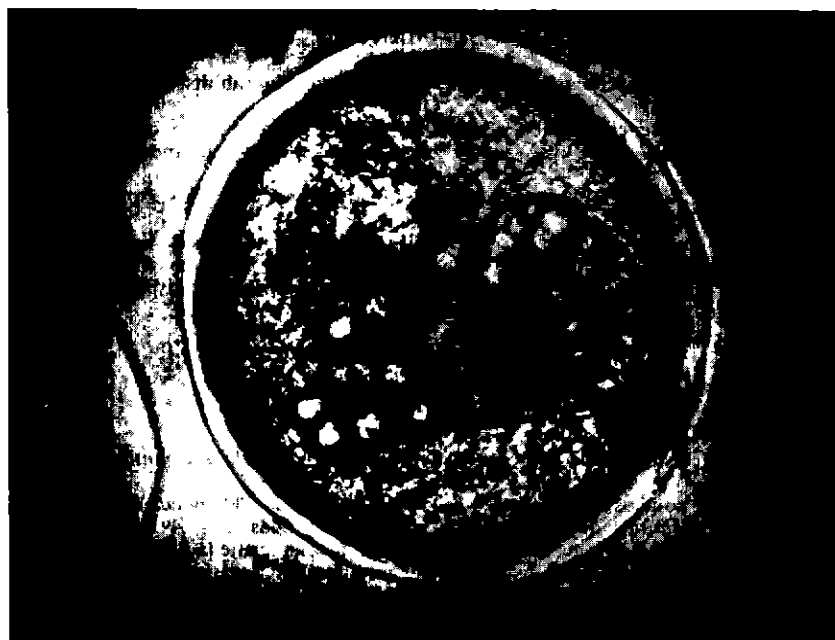


Photo 2. — Métacercaire de *Fasciola gigantica*. Détails.

NI (12) qui, dans le foie d'un lapin malade, ont isolé six *Fasciola gigantica* adultes et mûres.

En Uganda, COYLE (6), autopsie 50 lapins dans une zone où *Fasciola gigantica* est fréquemment rencontrée chez les Ruminants domestiques : il ne trouve qu'un seul animal atteint dans le foie duquel il recueille une Douve de 10 mm.

HAMMOND (17) fait remarquer que, hormis les observations précédentes, l'infestation naturelle des petits animaux n'a, jusqu'à présent, jamais été signalée en Afrique, ce que confirment des recherches faites au Tchad sur les parasites du lièvre : aucun de ceux qui ont été examinés de 1954 à 1969 n'était porteur de *Fasciola gigantica*, alors que, dans ce pays, le taux moyen d'infestation du zébu est de 30 p. 100.

En tout état de cause, il est difficile actuellement de tirer des conclusions définitives, les renseignements dont on dispose étant trop fragmentaires et trop peu nombreux.

## CONCLUSIONS

Le lapin est sensible à l'infestation par *Fasciola hepatica*. Il représente, de ce fait, un bon animal d'expérience, très utilisé au laboratoire.

Avec *Fasciola gigantica*, il en va tout autrement. Les résultats obtenus dans divers pays sont irréguliers, nuls ou presque dans certains cas, excellents dans d'autres.

Ces différences de réceptivité sont difficilement explicables. Peut-être faut-il incriminer l'existence de souches de *Fasciola gigantica* (Kenya, Tchad) moins infestantes que d'autres (Iraq, Egypte, Hawaii) ou encore l'administration au lapin d'un trop petit nombre de Métacercaires.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier vivement Monsieur le Professeur EUZEBY pour les facilités accordées dans son Laboratoire et Messieurs TRONCY et BIRGI qui se sont chargés de la récolte et de l'expédition des Linnées et des œufs de *Fasciola gigantica*.

## SUMMARY

### Fascioliasis with *Fasciola gigantica* in rabbits

Twelve french rabbits received 30 to 200 Metacercariae of *Fasciola gigantica* each. The cysts were 18,64 and 158 days old and stored at + 4° C.

Three animals were apparently infected and one fluke only was recovered in the liver.

The author compares the result with those obtained in another countries. The rabbit seems to be irregularly susceptible to the experimental infection with *Fasciola gigantica*. The observed disparity may be related to strains used and number of cysts administered.

## RESUMEN

### La distomatosis del conejo doméstico con *Fasciola gigantica*

Doce conejos franceses reciben cada uno 30 a 200 metacercarias de *Fasciola gigantica* de 18, 64 y 158 días, conservadas a + 4° C.

Tres animales reaccionan positivamente a la enfermedad experimental, pero se recoge una sola distoma en el parenquima hepático.

El autor compara estos resultados a los obtenidos en otros países.

Comproba que el conejo reacciona irregularmente a la infestación con *Fasciola gigantica* y que su receptividad varía en función de las cepas utilizadas y del número de metacercarias administrados.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABDOU (A. H.). *Fasciola gigantica* infection in an egyptian rabbit. *J. Arab. vet. med. Ass.*, 1961, **21** (1/2): 41-43.
2. ALICATA (J. E.). Observations on the life-history of *Fasciola gigantica*, the common liver fluke of cattle in Hawaii and the intermediate host *Fossaria ollula*. *Hawaii Agric. exp. Station, Bull.*, 1938 (80): 22.
3. BITAKARAMIRE (P. K.). *Lymnaea natalensis* laboratory culture and production of *Fasciola gigantica* metacercariae. *Parasitology*, 1968, **58**: 653-656.
4. BORAY (J. C.). Experimental fascioliasis in Australia. *Adv. Parasit.*, 1969, **7**: 96-204.
5. COYLE (T. J.). Control of fascioliasis in Uganda. I.A.C.E.D. Symposium on Helminthiasis in domestic animals, Nairobi, 1959.
6. COYLE (T. J.). The epidemiology of *Fasciola gigantica* in cattle in Uganda protectorate. Thesis, Royal College of Veterinary surgeons, 1961.
7. DARGIE (J. D.), HOLMES (P. H.), Mc LEAN (J. M.) et MULLIGAN (W.). Further studies on the anaemia in fascioliasis; simultaneous use of  $^{51}\text{Cr}$  labelled rcd cells and  $^{95}\text{Nb}$  labelled albumin. *Vet. Rec.*, 1968, **82** (12): 360-361.
8. DARGIE (J. D.), HOLMES (P. H.), Mc LEAN (J. M.) et MULLIGAN (W.). Pathophysiology of fascioliasis in the rabbit. Studies on albumin turnover. *J. comp. Path. Ther.*, 1968, **78** (1): 101-105.
9. DARGIE (J. D.) et MULLIGAN (W.). The onset and development of anaemia and hypoalbuminaemia in rabbits infected with *Fasciola hepatica*. *J. comp. Path. Ther.*, 1971, **81** (2): 187-202.
10. DAVTYAN (E. A.). Pathology of different species of *Fasciola* and its variability depending on the developmental conditions. *Zool. Zh.*, 1956, **35** (11): 1617-1625 (en russe).
11. EUZEBY (J.). Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. T. II. Maladies dues aux Plathelminthes, Fasc. 2, Liv. I. Paris, Vigot frères, 1971.
12. EZZAT (M. A. E.) et FOUAD ABDEL GHANI (A.). The daily output of *Fasciola gigantica* eggs as estimated from a naturally infected rabbit. *Proc. Ith. Ann. vet. med. Cong., Le Caire*, 1962, 341-347.
13. FOUAD ABDEL GHANI (A.). Experimental infection of animals with *Fasciola* and *Paramphistomum* cysts. *Agric. Res. Rev.*, Cairo, 1960, **38** (2): 375-387.
14. GIGITASHIVILI (M. S.). Experimental fascioliasis in rabbits. *Trudy nauchno-issled. Inst. med. Parazyt. trop. Med.*, 1969, **4**: 23-27 (en russe).
15. GOLDBERGIENNE (M.). Study on the biochemical indicators in the blood of rabbits experimentally infected with *Fasciola*. *Acta parasit. Lith.*, 1962, **4**: 55-64.
16. GURALP (N.), OZCAN (C.) et SIMMS (B. T.). *Fasciola gigantica* and fascioliasis in Turkey. *Am. J. vet. Res.*, 1964, **25** (104): 196-210.
17. HAMMOND (J. A.). Infection with *Fasciola* Sp. in wildlife in Africa. *Trop. anim. Hlth. Prod.*, 1972, **4** (1): 1-13.
18. HOLMES (P. H.), DARGIE (J. D.), Mc LEAN (J. M.) et MULLIGAN (W.). The anaemia in fascioliasis studies with  $^{51}\text{Cr}$  labelled red cells. *J. comp. Path. Ther.*, 1968, **78** (4): 415-420.
19. HUGHES (D. L.). M. Sc. Thesis, University of London, 1959. In BEN DAWES et HUGHES (D. L.). Fascioliasis: the invasive stages of *Fasciola hepatica* in mammalian hosts. *Adv. Parasit.*, 1964, **2**: 105.
20. KADHIM (J. K.) et ALTAIF (K. I.). The experimental demonstration of *Lymnaea lagotis euphratica* as an intermediate host of *Fasciola gigantica* in Iraq. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1970, **64** (3): 335-337.
21. KENDALL (S. B.) et SINCLAIR (I. J.). Barriers to reinfection with *Fasciola hepatica* in the rabbit. *Res. vet. Sci.*, 1971, **12** (1): 74-79.
22. KIMURA (S.). Experimental studies on fascioliasis. I. Infection rate of metacercariae in rabbits, distribution of *Fasciola hepatica* in the liver and relation between the number of parasites and death of infected rabbits. *Jap. J. Parasit.*, 1961, **10** (1): 45-51.
23. KIMURA (S.). Experimental studies on fascioliasis. II. Clinical and haematological observations in infected rabbits. *Jap. J. Parasit.*, 1961, **10** (3): 536-541.
24. MANGO (A. M.), MANGO (C. K. A.) et ESAMAL (D.). A preliminary note on the susceptibility, prepatency and recovery of *Fasciola gigantica* in small laboratory animals. *J. Helminth.*, 1972, **46** (4): 381-386.
25. MOVSESIAN (M.), LALIC (R.) et BOROJEVIC (D.). The use of radioactive  $^{51}\text{Cr}$  to investigate anaemia in rats and rabbits infected with *Fasciola hepatica*. *Vet. Glasn.*, 1970, **2** (4): 343-347.
26. PORTER (A.). The life-history of the african sheep and cattle fluke, *Fasciola gigantica*. *S. Afr. J. Sci.*, 1920, **17**: 126-130.
27. ROSS (J. G.). Studies of immunity to *Fasciola hepatica*: acquired immunity in cattle, sheep and rabbits following natural infection and vaccine procedures. *J. Helminth.*, 1967, **41** (4): 393-399.
28. SAHBA (G. H.), ARFAA (F.), FARAMANDIAN (I.) et JALALI (H.). Animal fascioliasis in Khuzestan, Southwestern Iran. *Parasitology*, 1972, **58** (4): 712-716.
29. SEWELL (M. M. H.). The pathogenesis of fascioliasis. *Vet. Rec.*, 1966, **78** (3): 98-105.
30. SRIVASTATA (P. S.) et SINGH (K. S.). Some observations on the pathology of experimental *Fasciola gigantica* infection in rabbits. *Indian J. anim. Sci.*, 1972, **42** (1): 72-76.
31. THAPAR (G. S.) et TANDON (R. S.). On the life-history of liver fluke *Fasciola gigantica* Cobbold, 1855 in India. *Indian J. Helminth.*, 1952, **4** (2): 77-112.
32. URQUARTH (G. M.). The rabbit as host in experimental fascioliasis. *Expl. Parasit.*, 1954, **3**: 38-44.
33. URQUARTH (G. M.). The pathology of experimental fascioliasis in the rabbit. *J. Path. Bact.*, 1956, **71**: 301-310.
34. YALCIN (M.). Récolte des grandes Douves adultes et immatures. C.R. Journées Parasit. Avidila-E.N.V. Alfort, 1970: 80-1.

# Contribution à l'étude de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba L.*)

par F. FENARDJI (\*), M. KLUR (\*), Mme C. FOURLON (\*)  
et R. FERRANDO (\*)

## RESUME

Les auteurs après avoir analysé la composition de l'armoise blanche, oligoéléments et acides aminés y compris, concluent que c'est là un fourrage particulièrement intéressant pour les moutons des Hauts Plateaux algériens où cette plante pousse en abondance.

## INTRODUCTION

Il existe 250 espèces d'armoises. Cette plante pousse dans l'hémisphère nord. On en trouve surtout en Orient et en Afrique du Nord. Elle existe également dans l'hémisphère sud, au Chili. *Artemisia herba alba* (Chiha; Ifsi; Zezzaré), étudiée ici, a été récoltée en Algérie où elle est largement répandue. La description botanique est la suivante (1) :

« Capitules panciflores en général, homogames, à fleurs toutes hermaphrodites - réceptacle nu - corolle insérée très obliquement sur l'ovaire - plante dressée suffrutescente - tiges nombreuses, tomenteuses, de 30 à 35 cm - feuilles courtes, généralement pubescentes, argentées, pinnatipartites - capitules sessiles ou subsessiles, généralement 2-5 flores - bractées externes de l'involucre orbiculaire opaques et pubescentes, les intérieures oblongues brillantes et glanduleuses - plante polymorphe - steppes argileuses, pâturages rocailleux. »

Les quelques millions d'animaux de l'espèce ovine, appartenant aux populations nomades des Hauts-Plateaux présahariens d'Algérie, se

nourrissent exclusivement, ou presque, d'armoise blanche, qui demeure présente toute l'année. La composition commune de cette plante demeure cependant encore peu connue, sinon inconnue.

Le but de cette étude est d'apporter quelques éléments d'informations sur ce sujet. Les échantillons des plantes étudiées ont été récoltés à Tadmit (Algérie).

Les échantillons ont été envoyés par le C.N.R.Z. (Algérie). Nous remercions M. KERBAA, son directeur, de nous les avoir fait parvenir.

## MATERIEL ET METHODES

Les échantillons ont été prélevés en janvier et en mai 1973. Ils ont été séchés à une température d'environ 80° C. Les analyses effectuées portent sur les éléments suivants :

1. Humidité après dessiccation à l'étuve (102 à 104° C);
2. Dosage de la cellulose par la méthode de SHARRER;
3. Dosage de l'azote total par la méthode KJELDAHL (\*);

(\*) Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation, Ecole Nationale Vétérinaire, 94701 Maisons-Alfort (France).

M. Fenardji, en stage à ce laboratoire, est Vétérinaire au Ministère de l'Agriculture, Alger.

(\*) Méthode officielle d'analyses des aliments pour les animaux.

4. Dosage des matières minérales totales par incinération au four à 455° C (1);
5. Dosage du phosphore - Méthode colorimétrique au Vanadate;
6. Dosage du Ca, Na, K, Mg, par spectrophotométrie de flamme;
7. Dosage du Cu, Zn et Fe par spectrophotométrie d'absorption atomique;
7. Dosage des caroténoïdes après saponification et chromatographie;
9. Dosage des acides aminés — Méthode de STEIN et MOORE — en utilisant l'auto-analyseur BECKMAN-Unichrom.

Dans certains cas plusieurs analyses ont été effectuées.

### RESULTATS OBTENUS

Deux (2) échantillons de janvier 1973, récoltés après floraison, présentent la répartition moyenne suivante des tiges et des organes floraux.

1 <sup>er</sup> échantillon	Tiges	62 p. 100
	Organes floraux	38 p. 100
2 <sup>e</sup> échantillon	Tiges	61 p. 100
	Organes floraux	39 p. 100

Les résultats des analyses de la plante entière et de ses différentes parties, exprimés en g pour cent, à l'exception de ceux concernant les oligo-

éléments qui le sont en p.p.m., sont rassemblés dans le tableau n° I.

Les résultats d'une seconde analyse, effectuée sur un échantillon reçu en mai 1973 et exprimés en g pour cent, à l'exception de ceux concernant les oligo-éléments qui le sont en p.p.m. sont rassemblés dans le tableau n° II.

Les acides aminés ont été dosés dans un mélange des organes floraux des deux premiers échantillons. Les résultats obtenus, exprimés en g pour 100 g de matières protéiques (N = 16), sont indiqués au tableau n° III.

Les taux des caroténoïdes totaux et du  $\beta$  carotène, déterminés par spectrophotométrie après saponification et chromatographie sur colonne, sont exprimés en mg/kg dans le tableau n° IV.

### COMMENTAIRES ET CONCLUSION

Cette plante d'aspect modeste, pourtant très répandue mais qui suscita peu d'intérêt, apparaît à l'analyse comme un fourrage particulièrement intéressant pour les moutons des Hauts Plateaux Algériens, malgré les variations de composition qu'elle présente entre janvier et mai. On peut reprocher à l'armoise blanche son déséquilibre phosphocalcique et un excès de potassium. Sur le plan de l'apport protéique, il semble pourtant que ce soit en période hiver-

TABLEAU N° I

Composition de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) déterminée sur la plante totale, les tiges et les organes floraux - 1<sup>er</sup> échantillon.

	Plante totale	Tiges	Organes floraux
Humidité	4,60	4,34	5,28
Matières sèches	95,40	95,66	94,72
Matières protéiques brutes (N x 6,25)	11,42	8,70	14,73
Cellulose	24,43	28,43	16,47
Matières minérales	5,86	4,81	6,69
Insoluble chlorhydrique	0,460	0,409	0,544
Phosphore	0,179	0,109	0,224
Calcium	0,583	0,458	0,709
Sodium	0,025	0,022	0,026
Potassium	1,240	1,130	1,400
Magnésium	0,206	0,147	0,317
Cuivre (ppm)	12	7	14
Zinc (ppm)	17	10	21
Fer (ppm)	710	730	820



TABLEAU N°II

Composition de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) déterminée sur la plante totale, les tiges et les organes floraux - 2 e échantillon.

	Plante totale	Tiges	Organes floraux
Humidité	6,87	7,10	8,73
Matières sèches	93,13	92,90	91,27
Matières protéiques brutes (N x 6,25)	6,38	5,98	12,21
Cellulose	31,53	32,80	17,70
Matières minérales	3,87	3,67	7,28
Insoluble chlorhydrique	0,101	0,050	0,699
Phosphore	0,050	0,045	0,140
Calcium	0,447	0,410	0,840
Sodium	0,020	0,020	0,032
Potassium	0,795	0,700	1,200
Cuivre (ppm)	5	6	23
Zinc (ppm)	5	6	17
Fer (ppm)	309	210	440

TABLEAU N°III

Acides aminés en g pour 100 g de matière protéique

Acide aspartique	7,8
Threonine	3,4
Sérine	3,6
Acide glutamique	12,5
Proline	4,5
Glycine	4,4
Alanine	3,8
Cystine + cystéine (*)	0,6
Valine	3,9
Méthionine	0,5
Isoleucine	3,0
Leucine	5,2
Tyrosine	2,6
Phénylalanine	3,4
Histidine	1,5
Lysine	3,7
Ammonium	2,1
Arginine	4,7
Tryptophane	-
Hydroxyproline	1,1
Total des acides aminés en g pour 100 g de MP	72,3

(\*) Somme exprimée en Cystine.

nale, et même en toute saison, un fourrage valable quand on considère le poids des animaux qui le consomment et, également, sa teneur en cellulose, beaucoup moins élevée que ne le fait préjuger l'aspect de la plante. 500 grammes de matières sèches apportent environ de 30 à 57 g de matières protéiques brutes à des animaux pesant en moyenne 40 kg. C'est dire que leurs besoins sont presque couverts. L'armoise apporte, en outre, des taux de  $\beta$  carotène dont on s'étonne de l'existence même quand on considère l'état des échantillons qui furent analysés.

Des études ultérieures seront effectuées sur moutons. Ces premiers résultats permettent, en effet, de penser que l'armoise blanche ne doit être ni méprisée, ni délaissée.

Son étude, permettant sa meilleure utilisation, pourrait, peut-être, aider le développement de l'élevage ovin dans certaines régions d'Algérie et, plus généralement, du Maghreb.

TABLEAU N°IV

	Caroténoïdes totaux (mg kg)		$\beta$ carotène (mg kg)	
	Echantillon de Janvier	Echantillon de Mai	Echantillon de Janvier	Echantillon de Mai
Dosages sur la plante totale	35	16	7,0	1,3
Dosages sur les tiges	27	14	-	1,3
Dosages sur les organes floraux	57	72	9,0	4,0

### SUMMARY

#### **Contribution to the study of white artemisia, (*Artemisia herba alba* L.)**

The authors analyse white artemisia composition, including oligo-elements and amino-acid. They conclude that it is a particularly interesting forage for the sheep of algerian table-lands where this plant abundantly grows.

### RESUMEN

#### **Contribución al estudio de la artemisa blanca (*Artemisia herba alba* L.)**

Después de analizar la composición de la artemisa blanca, oligo-elementos y ácidos aminados comprendidos, los autores concluyen que es un forraje particularmente interesante para los carneros de las altiplanicies argelinas donde dicha planta crece en abundancia.

### BIBLIOGRAPHIE

1. QUEZEL (P.), SANTA (S.). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, C.N.R.S., 1962-1963.

# La paille de riz dans l'alimentation au Sénégal

## I. Analyses bromatologiques - Digestibilités *in vivo* et *in vitro*, bilans azotés et minéraux

par H. CALVET (\*), J. VALENZA (\*), R. BOUDERGUES (\*),  
S. DIALLO (\*), D. FRIOT (\*), J. CHAMBON (\*)

### RESUME

La paille de riz est un fourrage abondant au Sénégal : 150 000 t sont disponibles à l'heure actuelle et ces quantités doivent doubler dans les dix années à venir.

Ce fourrage qui, distribué seul, constitue un aliment très incomplet, est actuellement peu et mal utilisé. Afin de déterminer les modalités d'une alimentation rationnelle avec ce fourrage, les auteurs rapportent les résultats des nombreux travaux de laboratoire effectués sur ce sous-produit. La première partie intéresse sa composition chimique, les résultats des digestibilités *in vivo* et *in vitro*, les bilans azotés et minéraux.

L'exploitation du cheptel dans les zones tropicales et tout particulièrement au Sénégal semble amorcer ces dernières années une évolution dans le sens d'une intensification de la production.

L'incitation à ce progrès revient en premier au succès des techniques d'embouche intensive mises au point récemment. Ces dernières sont, en effet, basées sur la rapidité de la production et sur des notions de gestion industrielle, idées nouvelles dans l'exploitation du cheptel tropical dont le retentissement est de nature à stimuler l'élevage traditionnel tout entier.

Les problèmes d'alimentation animale deviennent alors primordiaux. La multiplication des « feed lots » est, en effet, étroitement tributaire du disponible en fourrages et en sous-produits agricoles ou industriels capables d'entrer dans la composition de rations économiques.

Or, parmi les ressources fourragères du Sénégal, la paille de riz mérite de retenir l'attention, car le tonnage produit en est relativement important et n'est que très faiblement utilisé.

La note présentée ci-après, faisant référence à tous les travaux concernant la paille de riz effectués au Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires de Dakar, se propose de déterminer les caractéristiques exactes de ce fourrage, et d'en déduire les modalités qui permettraient d'en tirer profit.

La culture du riz est pratiquée au Sénégal essentiellement dans la région du Fleuve, en Casamance, au Sine-Saloum et accessoirement au Sénégal Oriental.

Dans la région du Fleuve, elle utilise les importants aménagements hydrauliques qui y ont été réalisés. Deux sociétés d'économie mixte : la S.A.E.D. (Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta) et la S.D.R.S. (Société de Développement rizicole du Sénégal) encadrent cette production et assurent le traitement industriel du paddy.

(\*) Laboratoire national de l'Elevage, B.P. 2057, Dakar-Hann, République du Sénégal.

Les statistiques de production en 1971 et les prévisions pour l'année 1980 font apparaître, pour cette région, les chiffres suivants :

	1971	1980
SAED	18 000 t de paddy	30 000 t
SDRS	7 000 t de paddy	30 000 t
Vallée	800 t de paddy	20 000 t

En Casamance, la production actuelle s'élève à 60 000 t avec des prévisions de 120 000 t pour la décennie à venir.

Au Sine Saloum, 5 000 ont été récoltées, quantités qu'on espère voir doubler en 1980. Au Sénégal Oriental, enfin, la production actuelle est négligeable mais 20 000 t sont escomptées dans les années à venir.

Au total, on récolte donc à l'heure actuelle au Sénégal plus de 90 000 t de paddy, ce qui correspond à plus de 150 000 t de paille, quantité qui doit doubler en 10 ans.

Mais à côté de ce disponible théorique, les quantités de paille actuellement récupérables sont beaucoup plus limitées : 3 à 4 mille tonnes sur le fleuve et 500 à 1 000 t en Casamance.

Dans la première région, la presque totalité de la paille produite est brûlée chaque année avec la remise en culture des casiers. En Casa-

mance, une certaine proportion serait pâturée par le bétail.

Depuis une dizaine d'années, les services de bromatologie et de nutrition du Laboratoire de Dakar, conscients du gaspillage que constitue à l'heure actuelle la mauvaise utilisation de ce fourrage, ont poursuivi de nombreuses recherches sur la paille de riz.

Ces travaux ont comporté successivement : des analyses bromatologiques, des études de digestibilité *in vivo* et *in vitro*, des bilans azotés, des recherches sur la biochimie du rumen après alimentation à la paille de riz, enfin des essais d'embouche intensive avec des rations contenant ce fourrage. Ces divers points vont être successivement envisagés.

## 1. ANALYSES BROMATOLOGIQUES

Un grand nombre d'échantillons de paille provenant de la récolte de trois années successives dans les casiers rizicoles de Richard Toll (1963, 65, 70) ont été dosés.

Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau n° I.

La comparaison des résultats bromatologiques obtenus avec la paille de riz d'une part, et avec une paille de blé européenne, montrent

TABLEAU N° I  
Analyse chimique de la paille de riz (en g. p.1000 de M.S.)

	1	2	3	Paille de blé
	Paille 1963 n = 25	Paille 1965 n = 33	Paille 1970 n = 27	
Matières sèches	936,7 ± 5,2	922,7 ± 2,7	891,8 ± 9,1	933
Matières minérales	175,0 ± 2,4	179,13 ± 4,8	171,9 ± 5,0	47
Matières organiques	825,0 ± 2,4	820,4 ± 4,4	828,9 ± 5,2	886
Matières grasses	16,66 ± 2,7	9,86 ± 2,67	13,7 ± 1,1	15
Matières azotées	21,0 ± 2,4	22,8 ± 1,3	31,2 ± 1,5	23
Matières cellulosiques (cellulose Wende)	361,7 ± 6,4	345 ± 4,9	330,4 ± 12,1	451
Extractif non azoté	425,6 ± 7,0	442,6 ± 6,6	453,9 ± 11,0	396
Calcium	1,70 ± 0,09	1,71 ± 0,14	2,15 ± 0,20	2
Phosphore	0,69 ± 0,05	0,65 ± 0,02	0,75 ± 0,07	0,6
Valeur UF d'après les tables hollandaises	0,30 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,37 ± 0,02	

que dans la plupart de leurs composants, ces deux fourrages ne sont pas tellement différents. L'une et l'autre paille ont la même indigence en matière azotée. Les taux de calcium et phosphore sont également comparables. La paille de riz contient cependant moins de cellulose et en conséquence, un extractif non azoté plus élevé. La différence essentielle entre les deux pailles porte sur le taux des matières minérales totales. Au 47 g p. 1 000 de la paille de blé, correspondent les 170 g de la paille de riz, taux très élevé et constituant alors un facteur diminuant sensiblement la valeur de cette dernière.

Quant aux composants minéraux de la paille de riz, ils sont représentés en premier par la silice et les silicates. En effet, sur huit échantillons dosés en 1971, pour un taux moyen de 160,6 g de matières minérales, l'insoluble chlorhydrique s'élève à 126,8 g. Cependant, des éléments autre que la silice interviennent, qui risquent d'avoir des répercussions beaucoup plus fâcheuses chez l'animal. Ce fourrage, en effet, contient des taux importants d'oxalates qui, selon les auteurs indiens, se trouvent soit combinés au potassium, soit au calcium pour donner des oxalates de calcium insolubles. La formation de ces deux types de composés en abondance est susceptible d'interférer au niveau de métabolisme phospho-calcique et de l'équilibre acido-basique avec les risques d'ostéomalacie ou d'alcalose.

L'examen du tableau n° I montre que la composition bromatologique des pailles varie sensiblement d'une année à l'autre, vraisemblablement en fonction des variétés cultivées, des façons culturales, des dates et modes de récolte.

Les différences pour la plupart des constituants sont hautement significatives d'une récolte à l'autre.

Les valeurs fourragères calculées d'après les tables hollandaises, à partir du taux de cellulose et de cendres, distinguent très nettement la paille de 1963 et celle de 1965.

Pour ces trois années, la valeur de l'échantillon moyen est la suivante :

- 1963 : 0,30 UF/kg
- 1965 : 0,33 UF/kg
- 1970 : 0,37 UF/kg.

## 2. DIGESTIBILITES *IN VIVO*

Les résultats précédents obtenus à partir des tables hollandaises ne devraient constituer, de premier abord, que des données approximatives. Ces tables, en effet, ont été établies à la suite d'observations faisant intervenir des races européennes et des graminées des zones tempérées. On peut donc supposer qu'en zone tropicale, en raison d'éventuelles particularités digestives chez les bovins et d'une certaine spécificité dans la composition des fourrages, il soit nécessaire d'adapter ces valeurs. Des essais de digestibilités *in vivo* de la paille de riz ont été effectués sur des zébus ou des taurins tropicaux (zébu Gobra et taurin Ndama) afin de préciser la valeur alimentaire de ce sous-produit.

Le principe de ces digestibilités *in vivo* est classique. Il consiste à maintenir dans des cages spéciales permettant la mesure précise des ingestats et des excréments, des animaux d'expérience pendant un mois, quinze jours pour l'adaptation au régime et quinze jours pour la période expérimentale.

Durant cette dernière, la ration donnée, les refus, les quantités de matières fécales journalièrement excrétées sont soigneusement fixés. Le dosage des principes alimentaires est effectué avec des échantillons de ces divers produits et les quantités des différents éléments ingérés et excrétés sont calculés. Pour chacun, le coefficient de digestibilité résulte de la formule :

$$CD = \frac{\text{ingestat} - \text{excrétat}}{\text{ingestat}} \times 100$$

A partir de l'analyse bromatologique et des coefficients de digestibilités, il est alors possible de calculer la valeur énergétique du fourrage en utilisant la formule suivante :

$$\text{Valeur fourragère (U.F.)} = \frac{(\text{MAD} + \text{MCD} + \text{ENAD} + (\text{MGD} \times 2,25) 3,65 - \text{MS})}{1883}$$

dans laquelle chaque principe est exprimé en grammes par kg de M.S.

Pour calculer les différents coefficients de digestibilité de la paille de riz, plusieurs séries de digestibilités *in vivo* ont été effectuées.

Les premières sont des digestibilités unitaires, c'est-à-dire des digestibilités dans lesquelles on utilise comme aliment exclusivement la paille de riz. Les autres sont des digestibilités différentielles, la ration se compose alors de paille de riz et d'un autre élément, en l'occurrence le tourteau d'arachide.

Les résultats de ces divers travaux ou tout au moins de ceux dont l'interprétation est actuellement terminée sont maintenant présentés.

### 2.1. Digestibilité unitaire

Deux séries de digestibilités de ce type ont été effectuées sur des taurillons de race Ndama.

La première compte sept animaux et utilise la paille de riz récoltée en 1963, la deuxième intéresse cinq individus et le fourrage provient de la récolte de 1965.

Les coefficients de digestibilité obtenus dans l'un et l'autre cas et les valeurs fourragères qui en résultent font l'objet des tableaux II et III.

Une comparaison par analyse de variance des coefficients de digestibilités obtenus en 1963 et 1965 donne les valeurs de F suivantes :

M.S.	F = 4,64
M.O.	F = 3,72
M.G.	F = 0,19
M.C.	F = 16,60++
E.N.A.	F = 0,07
U.F.	F = 0,65

En définitive, il existe une différence significative dans la composition des pailles de 1963

TABLEAU N° II  
Digestibilité unitaire 1963 - Coefficients obtenus

N° animal	M.S.	M.O.	M.A.	M.G.	M.C.	E.N.A.	U.F./kg de paille
1	52,83	60,97	- 64,98	52,08	66,09	60,86	0,45
2	49,60	57,64	- 28,48	68,84	63,53	55,90	0,40
3	49,25	57,93	- 38,40	72,04	63,13	56,96	0,41
4	55,91	64,20	- 57,54	75,03	73,82	57,39	0,49
5	50,63	61,35	- 47,79	63,06	67,00	60,18	0,46
6	53,24	60,42	- 31,95	64,80	65,46	59,42	0,44
7	57,50	66,25	- 39,27	66,49	71,20	65,69	0,53
$\bar{x}$	52,71	61,25	- 44,05	66,04	67,17	59,48	0,454
$\pm$	2,91	2,89	12,40	6,86	3,66	3,03	0,041

TABLEAU N° III  
Digestibilité unitaire 1965 - Coefficients obtenus

N° animal	M.S.	M.O.	M.A.	M.G.	M.C.	E.N.A.	U.F.
1	58,02	65,03	- 12,03	74,78	74,57	60,32	0,48
2	53,58	61,62	- 52,44	60,52	73,45	55,32	0,44
3	59,36	67,55	+ 15,11	74,54	77,85	61,68	0,53
4	59,38	66,88	+ 4,80	64,55	76,24	61,97	0,51
5	53,03	61,97	- 14,00	65,02	73,24	55,48	0,42
$\bar{x}$	56,67	64,61	- 11,71	67,88	75,07	58,95	0,476
$\pm$	3,89	3,39	32,03	7,99	2,43	4,10	0,056



et 1965, mais cette différence perd sa signification lorsqu'on considère les coefficients de digestibilité, à l'exception de celui de la cellulose, et les valeurs fourragères en résultant.

On peut donc, à l'issue de ces deux digestibilités, attribuer à la paille de riz les coefficients de digestibilité moyens suivants :

M.S.	= 54,4
M.O.	= 62,6
M.G.	= 66,8
M.A.	= 0 (— 30,6)
M.C.	= 70,0
E.N.A.	= 59,3

Les valeurs UF calculées à partir des compositions moyennes des pailles (tableau I) et des coefficients de digestibilité moyens et arrondis sont respectivement de : 0,497 - 0,475 et 0,478 UF/kg de M.S.; si le coefficient de digestibilité des matières azotées est nul et 0,485 - 0,461 et 0,460, si ce coefficient de digestibilité est de — 30,6.

Ces résultats confirment que la paille de riz constitue un bon aliment énergétique pour les taurins Ndama.

Cependant, donnée seule, la paille de riz est incapable d'assurer l'entretien des animaux principalement en raison de son indigence totale en matières azotées digestibles. Les coefficients de digestibilité négatifs concernant les matières azotées, obtenus au cours de cet essai, témoignent que les animaux, pour assurer un fonctionnement digestif normal, ont dû faire de larges emprunts à leurs propres tissus, ce qui s'est traduit par un amaigrissement sensible : 7 à 12 kg perdus au cours des 15 jours d'expérience.

La paille de riz ne peut donc pas être utilisée efficacement sans une supplémentation azotée convenable et, en ce qui concerne les essais précédents, l'amaigrissement observé et le mauvais état d'entretien des animaux d'expérience sont de nature à rendre aléatoires ces premiers résultats.

Dans les essais de digestibilité ultérieurs, la ration sera composée de paille de riz et de tourteau d'arachide, de paille de riz, de tourteau et de phosphate disodique.

Afin d'obtenir les coefficients de digestibilité de la paille de riz au cours des digestibilités différentielles, les calculs tendent à distinguer pour chaque élément retenu par l'animal, ce qui revient au tourteau et ce qui revient à la paille (les coefficients de digestibilité du tourteau étant connus).

## 2.2. Digestibilités différentielles

La première digestibilité de ce type (digestibilité n° 2) intéresse huit Ndama d'un poids moyen de 186 kg  $\pm$  21, auxquels 500 g de tourteau d'arachide Expeller sont quotidiennement distribués.

Au cours de la deuxième, comptant quatre Ndama (digestibilité n° 3), d'un poids moyen de 243 kg  $\pm$  27, le taux de tourteau est porté à 1 kg par jour.

Dans la digestibilité n° 4, les trois animaux reçoivent deux suppléments : 500 g de tourteau et du phosphate disodique dans l'eau de boisson, à raison de 0,3 g par l. Le poids moyen de ces animaux est de 218 kg  $\pm$  82.

Enfin, le dernier essai (n° 5) comporte la distribution d'un kg de tourteau et le même taux de  $\text{PO}_4 \text{HNa}_2$  dans l'eau de boisson, pour un poids vif moyen de 245  $\pm$  32.

Les résultats moyens de ces quatre digestibilités différentielles font l'objet des tableaux nos IV, V, VI et VII.

En définitive, les coefficients de digestibilité des éléments les plus importants, établis à l'issue de la digestibilité unitaire et des quatre digestibilités différentielles, s'établissent comme indiqué au tableau n° VIII, p. 214.

On remarque d'abord la variabilité individuelle relativement importante qui, pour les matières azotées et les matières grasses, prend de telles proportions que les moyennes ne présentent plus alors aucune certitude.

Les études de digestibilité *in vivo* conduisent donc à des résultats d'autant plus valables que le nombre d'animaux mis en expérience est plus grand. Si l'on considère le volume d'analyse qu'exige l'expérimentation pendant un mois sur un seul individu, on réalise facilement le travail important et le prix de revient élevé de ce type d'étude.

TABLEAU N° IV

Digestibilité différentielle n°2 - Paille de riz + 500 g de tourteau  
Résultats moyens sur huit animaux

	Q kg	M.O. g	M.A. g	M.G. g	M.C. g	E.N.A. g
1) Paille ingérée	82,03 ± 6,78	62.981 ± 5.222	1.999 ± 119	1.079 ± 77	27.892 ± 1.781	32.313 ± 3.192
2) Tourteau ingéré	7,5 ± 0	6.559 ± 0	3.697 ± 0	50 ± 0	57 ± 0	2.735 ± 0
3) Total ingéré	89,53 ± 6,78	69.540 ± 5.222	5.696 ± 119	1.129 ± 77,5	27.949 ± 1.741	35.048 ± 3.192
4) Total digéré		45.817 ± 4.156	3.403 ± 183	680,5 ± 97,8	19.870 ± 1.754	21.862 ± 2.678
5) Coefficients de digestibilité de la ration totale		65,88 ± 1,88	59,74 ± 2,80	60,27 ± 4,93	70,09 ± 2,76	62,37 ± 3,04
6) Digéré à partir du tourteau		5.643 ± 0	3.300 ± 0	44 ± 0	9 ± 0	2.290 ± 0
Digéré à partir de la paille (4-6)		40.174 ± 4.156	103,12 ± 182,8	636,5 ± 97,8	19.576 ± 1.599	19.595 ± 2.263
Coefficients de digestibilité de la paille		63,78 ± 2,19	3,15 ± 8,70	58,98 ± 5,92	70,18 ± 1,72	60,64 ± 3,32

TABLEAU N° V

Digestibilité différentielle n°3 - Paille de riz + 1 kg de tourteau  
Résultats moyens sur quatre animaux

	Q kg	M.O. g	M.A. g	M.G. g	M.C. g	E.N.A. g
Paille ingérée	79,06 ± 8,32	61.560 ± 6.478	2.200,7 ± 231,7	1.066,2 ± 111,8	28.117 ± 2.958	30.160 ± 3.174
Tourteau ingéré	13,12 ± 3,8	11.439 ± 3.324	6.469,5 ± 1.876	87,25 ± 25,87	99,75 ± 28,92	4780,5 ± 1.379
Total ingéré	92,18 ± 10,37	72.999 ± 8.321	8.670,2 ± 1.975	1.153,5 ± 124	28.216 ± 2.969	34.940 ± 3.912
Total digéré		45.974 ± 4.977	6.193,5 ± 1.705	560,25 ± 196	18.973 ± 1.535	20.419 ± 2.098
Coefficients de digestibilité de ration totale		62,97 ± 4,38	71,43 ± 4,73	48,56 ± 19,81	67,24 ± 2,22	58,44 ± 4,13
Digéré à partir de la paille		37.013 ± 3.779	378,5 ± 124,3	483,5 ± 188	18.957 ± 1.531	16.412 ± 994
Digéré à partir du tourteau		8.961 ± 4.562	5.815 ± 1.697	76,75 ± 22,83	15,75 ± 4,54	4007,5 ± 1.162
Coefficients de digestibilité de la paille		60,12 ± 1,3	12,19 ± 6,86	45,34 ± 20,98	67,42 ± 2,25	54,41 ± 4,16

Digestibilité différentielle N°4 - Paille de riz + 500 g de tourteau + PO<sub>4</sub> H Na<sub>2</sub>  
Résultats moyens sur trois animaux

	Q kg	M.O. g	M.A. g	M.G. g	M.C. g	E.N.A. g
Paille ingérée	69,06 ± 24,8	54.612 ± 19.499	1.263,3 ± 450,4	756,0 ± 270	24.488 ± 8.744	28.104 ± 10.035
Tourteau ingéré	7,5	6.539 ± 0	3.697 ± 0	50 ± 0	57 ± 0	2.735 ± 0
Total ingéré	76,5 ± 24,8	61.151 ± 19.499	4.960 ± 450,4	806 ± 270	24.545 ± 8.744	30.839 ± 10.035
Total digéré		42.291 ± 10.645	2.994,6 ± 833,8	-	18.414 ± 5.461	20.953 ± 4.946
Coefficients de digestibilité de la ration totale		69,15 ± 4,85	60,37 ± 13,33		75,02 ± 4,90	67,94 ± 8,6
Digéré à partir du tourteau		5.643 ± 0	3.300 ± 0	44 ± 0	9 ± 0	2.290 ± 0
Digéré à partir de la paille		36.648 ± 10.645	-306 ± 833	-	18.405 ± 5.461	18.663 ± 4.946
Coefficients de digestibilité de la paille		67,10 ± 4,73			75,15 ± 4,94	66,40 ± 8,98

TABLEAU N°VII

Digestibilité différentielle n°5 - Paille de riz + 1 kg tourteau + PO<sub>4</sub> H Na<sub>2</sub>  
Résultats moyens sur trois animaux

	Q kg	M.O. g	M.A. g	M.G. g	M.C. g	E.N.A. g
Paille ingérée	76,22 ± 24,7	60.179 ± 23.599	1.392 ± 545	833,3 ± 327	26.984 ± 10.581	30.969 ± 12.144
Tourteau ingéré	15 ± 0	13.077 ± 0	7.394 ± 0	100 ± 0	114 ± 0	5.469 ± 0
Total ingéré		73.256 ± 23.599	8.786 ± 545	933 ± 327	27.098 ± 10.581	36.438 ± 12.144
Total digéré		49.847 ± 11.267	6.326 ± 468	107,3 ± 764	19.555 ± 5.876	23.858 ± 4.849
Coefficients de digestibilité de la ration totale		68,04 ± 7,47	72,02 ± 6,75	11,5 ± 87	72,16 ± 6,4	65,47 ± 8,68
Digéré à partir du tourteau		11.346 ± 0	6.660 ± 0	88 ± 0	18 ± 0	4.580 ± 0
Digéré à partir de la paille		38.501 ± 11.267	-334 ± 468	19,33 ± 764	19.537 ± 5.876	19.278 ± 4.849
Coefficients de digestibilité de la paille		63,97 ± 7,69	-	2,31 ± 14,3	72,40 ± 6,53	62,24 ± 9,03

TABLEAU N°VIII  
Coefficients de digestibilité moyens à l'issue des cinq expériences

	1 Paille seule	2 Paille + 500 g tourteau	3 Paille + 1 kg tourteau	4 Paille + 500 g tourteau + PO <sub>4</sub> H Na <sub>2</sub>	5 Paille + 1 kg tourteau + PO <sub>4</sub> H Na <sub>2</sub>
N	12	8	4	3	3
MO	62,65 ± 2,10	63,78 ± 2,19	60,12 ± 1,3	67,10 ± 4,73	63,97 ± 7,7
MC	70,45 ± 3,25	70,18 ± 1,72	67,42 ± 2,25	75,15 ± 4,94	72,4 ± 6,53
ENA	59,27 ± 2,01	60,64 ± 3,32	54,41 ± 4,16	66,40 ± 8,98	62,24 ± 9,03

Des comparaisons groupe à groupe par analyse de variance ont été effectuées sur les coefficients de digestibilité obtenus dans ces cinq séries d'expérience. En ce qui concerne la matière organique, les résultats des calculs conduisent aux conclusions suivantes :

1. Il n'existe pas de différence significative entre les résultats obtenus par les digestibilités unitaires et les digestibilités différentielles (F 1 ⇔ 2 = 0,50).

2. Un excès de tourteau (lorsque la ration passe de 500 g à 1 kg) entraîne une diminution significative du coefficient de digestibilité de la matière organique (F = 6,42).

3. L'adjonction de phosphate monosodique à la ration est sans effet significatif sur ce même coefficient.

Pour les coefficients de digestibilité de la cellulose, les conclusions sont quelque peu différentes.

1. Digestibilité unitaire et digestibilité différentielle (F 1 ⇔ 2 = 0,04) donnent des résultats comparables.

2. Comme précédemment, l'excès de tourteau (1 kg dans la ration) entraîne une diminution significative du coefficient.

3. L'adjonction de phosphate monosodique entraîne une augmentation hautement significative du coefficient de digestibilité de la cellulose.

$$F 2 \Leftrightarrow (4 + 5) = 9,73 ++$$

$$F 3 \Leftrightarrow (4 + 5) = 20,44 ++$$

Les résultats des comparaisons pour le dernier élément étudié le coefficient de digestibilité de l'E.N.A., conduit à des conclusions comparables à celles concernant le coefficient de digestibilité de la cellulose.

Les valeurs de F obtenues sont :

$$F 1 \Leftrightarrow 2 = 0,48$$

$$2 \Leftrightarrow 3 = 6,85 +$$

$$4 \Leftrightarrow 5 = 1,90$$

$$2 \Leftrightarrow (4 + 5) = 3,86$$

$$3 \Leftrightarrow (4 + 5) = 19,81 ++$$

Nous allons maintenant envisager les valeurs fourragères qu'on peut attribuer à la paille de riz en fonction de ces expérimentations et en utilisant la formule indiquée auparavant.

Les valeurs fourragères moyennes (UF) pour chaque expérimentation sont présentées dans le tableau n° IX.

TABLEAU N°IX  
Valeur fourragère de la paille de riz

	1 Paille seule	2 Paille + 500 g tourteau	3 Paille + 1kg tourteau	4 Paille + 500 g tourteau + PO <sub>4</sub> H Na <sub>2</sub>	5 Paille + 1 kg tourteau + PO <sub>4</sub> H Na <sub>2</sub>
N	12	8	4	3	3
UF	0,465 ± 0,027	0,462 ± 0,023	0,398 ± 0,060	0,523 ± 0,072	0,477 ± 0,120

Avec un nombre d'animaux suffisant (8 ou 12) les variations individuelles sont relativement faibles. Elles deviennent par contre importantes dans les groupes 4 et 5 qui ne comptent que trois animaux.

Les comparaisons lot par lot par analyse de variance montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes 2 et 3, pas plus qu'entre 4 et 5. Le taux de tourteau de la ration n'influe donc pas sur la valeur fourragère de la paille.

La valeur de F pour la comparaison 1  $\Leftrightarrow$  2 n'est pas significative. On obtient donc des résultats comparables pour la valeur énergétique de la paille au cours de la digestibilité unitaire et au cours de la digestibilité différentielle. On peut cependant remarquer que, dans le deuxième cas, les variations individuelles sont légèrement plus faibles.

Il existe une différence hautement significative ( $F = 14$ ) entre les groupes (2 + 3) et (4 + 5).

L'absorption du phosphate disodique par les animaux a donc amélioré de façon sensible l'utilisation de la paille de riz.

En définitive, quelles conclusions peut-on tirer de ces divers essais de digestibilité *in vivo* intéressant la paille de riz ?

Il y a d'abord le fait que les valeurs énergétiques de la paille de riz obtenues par les digestibilités *in vivo* sont supérieures à celles que donnent les tables hollandaises à partir de la composition bromatologique de la paille.

Pour la même année de récolte (1963), les digestibilités unitaires ont accordé à ce fourrage, chez le Ndama, une valeur moyenne de  $0,454 \pm 0,041$ , tandis que la valeur obtenue par les tables se situe à  $0,30 \pm 0,01$ . Notre réserve concernant l'utilisation de ces tables pour des animaux et des fourrages tropicaux, se trouve donc justifiée. On peut observer ensuite que, contrairement aux prévisions, digestibilité unitaire et digestibilité différentielle ont conduit à des résultats très proches, c'est-à-dire à des valeurs fourragères de la paille voisines :

Digestibilité paille seule :  $UF = 0,454 \pm 0,041$ .

Digestibilité + 500 g de tourteau :  $UF = 0,462 \pm 0,023$ .

Il n'en reste pas moins que d'un point de vue pratique, la paille de riz est inutilisable sans une supplémentation azotée convenable. C'est le fait d'avoir employé ce fourrage sans ce type de supplémentation qui justifie la méfiance des éleveurs qui ont observé que l'affouragement exclusif à la paille de riz entraînait un rapide amaigrissement des troupeaux.

Le taux d'azote n'est pas sans influence sur la plus ou moins bonne utilisation de la paille. On s'aperçoit, en effet, que dans le cadre des divers essais tous les coefficients de digestibilité de la paille diminuent sensiblement quand on passe de 0,500 à 1 kg de tourteau distribué journellement.

Enfin, l'utilisation de la paille de riz trouve un bénéfice immédiat de la supplémentation minérale. Ce fait touche de près un problème de la composition minérale de la paille de riz que nous avons déjà évoqué et que nous approfondissons dans le chapitre suivant.

### 3. ETUDE DES BILANS

Nous aborderons successivement l'étude des bilans minéraux et azotés obtenus au cours des essais de digestibilités *in vivo*, et celle des bilans azotés effectués journellement sur des périodes de dix jours.

#### 3.1. Bilans minéraux

Les bilans du calcium et du phosphore ont été calculés, au cours de la digestibilité unitaire, et au cours de deux digestibilités différentielles. Les dosages dans les fèces et les urines ont porté sur trois mélanges de cinq jours, d'une partie aliquote de fèces et d'urines pour chaque animal.

Les résultats de ces trois séries sont présentés dans les tableaux n° X, XI, XII.

On constate que lors d'administration de la paille seule, le bilan calcique est fortement négatif. Les animaux perdent en moyenne deux grammes de calcium par jour, ce qui est de nature à entraîner au bout d'un temps plus ou moins long, suivant l'importance des réserves osseuses, des troubles d'ostéomalacie.

La totalité du calcium introduit dans la paille se retrouve dans les fèces, probablement sous la forme d'oxalate de calcium insoluble. A ces

TABLEAU N° X  
Paille de riz seule - Bilan phospho-calcique

## Calcium

N° animal	1	2	3	4	5	6	+	$\bar{x}$
Ca ingéré g	79,892	113,106	103,771	97,20	103,22	99,69	103,19	
Ca fèces g	128,824	151,992	153,385	108,00	139,37	101,44	121,18	
Ca urines g	1,425	1,601	1,504	1,051	1,86	1,16	1,60	
Bilan 15 jours	-50,357	-40,487	-51,119	-11,85	-38,01	- 2,91	-19,59	$-30,61 \pm 17,74$
Phosphore								
P. ingéré	41,787	51,865	44,665	40,80	42,21	38,78	39,99	
P. fèces	46,064	58,647	55,869	49,15	61,19	48,20	49,52	
P. urines	0,434	0,658	0,495	0,463	0,63	0,41	0,59	
Bilan	- 4,711	- 7,444	-11,699	- 8,81	-19,61	- 9,83	-10,12	$-10,317 \pm 4,316$

TABLEAU N°XI  
Paille de riz + 500 g de tourteau - Bilan phospho-calcique

## Calcium

N° animal	1	2	3	4	5	6	$\bar{x}$
Ca ingéré	154	160	137	134	157	154	
Ca fèces	175	202	168	143	197	159	
Ca urines	1,5	3	3	3	4	2	
Bilan	- 22,5	- 45	- 34	- 12	- 44	- 7	$-27,41 \pm 16,959$
Phosphore							
P. ingéré	115	143	125	107	154	152	
P. fèces	115	145	107	102	145	133	
P. urines	0,5	1	1	0,4	1	1	
Bilan	- 0,5	- 3	+ 17	+ 4,6	+ 8	+ 18	$7,350 \pm 9,185$

quantités de calcium ingéré, s'ajoute, dans les fèces, une quantité de calcium métabolique importante qui signe une active ostéolyse, le tout se traduisant par un processus de décalcification de l'organisme.

Du point de vue du phosphore, le bilan est également négatif, environ 600 mg de cet élément étant perdu journalièrement. Le faible taux de phosphore éliminé par les urines traduisant une insuffisance d'apport manifeste.



TABLEAU N°XII  
Paille de riz + tourteau +  $PO_4 H Na_2$

Calcium							
N° animal	1	2	3	4	5	6	$\bar{x}$
Ca ingéré	126	150	94	106	92	90	
Ca fèces	153	208	132	151	147	146	
Ca urines	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	
Bilan	- 29	- 59	- 39	- 47	- 56	- 57	-47,83 ± 12,49
Phosphore							
P. ingéré	177	251	131	191	202	139	
P. fèces	149	237	159	163	205	184	
P. urines	26	1,5	1	30	2	1	
Bilan	+ 2	+ 12,5	- 29	- 2	- 5	- 46	-11,25 ± 22,926

L'administration du tourteau aux animaux n'améliore pas le bilan calcique, alors que le bilan phosphoré devient positif. On sait que le tourteau, en effet, apporte beaucoup plus de phosphore que de calcium (5,340 g de P et 0,92 g de Ca par kg).

Les oxalates de la paille de riz, s'ils agissent sur le métabolisme du calcium, ne semblent par interférer avec l'utilisation du phosphore.

Lorsqu'on ajoute à la paille et au tourteau du  $PO_3 H Na_2$ , on aggrave encore la perte en calcium en déséquilibrant encore davantage le rapport phospho-calcique au moment de l'assimilation. Dans ce dernier cas, le bilan phosphoré redevient négatif.

L'apport de phosphore seul n'est donc pas favorable à l'équilibre du métabolisme phospho-calcique dans le cas d'une alimentation à la paille de riz.

L'adjonction de phosphate bicalcique au lieu de phosphate disodique aurait certainement produit des effets différents.

### 3.2. Bilans azotés des digestibilités

Les bilans azotés obtenus au cours des trois

séries de digestibilités sont présentés dans le tableau n° XIII.

Avec la paille seule, on constate que le bilan azoté est fortement négatif, plus de 70 g d'azote sont perdus en moyenne par les animaux. La perte se situe au niveau des matières fécales où l'on retrouve sans doute la totalité de l'azote ingéré avec la paille. Les résultats des digestibilités prouvent que les matières protéiques de la paille de riz sont totalement indigestes.

L'adjonction de 500 g de tourteau corrige ce processus et on obtient en règle générale avec cet apport, un bilan équilibré. Cependant, les pertes par les urines deviennent alors importantes, ce qui signe une utilisation insuffisante de l'azote au niveau du rumen lors de la synthèse de l'azote bactérien à partir de l'ammoniac. Un kg de tourteau rend le bilan nettement positif, encore que le rendement soit faible car on retrouve beaucoup trop d'azote dans les urines.

Le tourteau d'arachide ne semble donc pas constituer la forme idéale de supplémentation azotée de la paille de riz.

L'adjonction de  $PO_4 H Na_2$  ne semble pas améliorer de façon sensible l'utilisation des matières protéiques du tourteau.

TABLEAU N°XIII  
Paille de riz seule

N° animal	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$
Azote ingéré	974,5	1.358,3	1.186,1	860,2	1.040,1	917,9	949,5	
Azote fèces	1.507,7	1.745,1	1.641,6	1.355,3	1.537,2	1.217,2	1.322,4	
Azote urines	706,5	803,4	768,3	622,9	826,3	647,1	729,0	
Bilan	-1.239,8	-1.190,2	-1.223,8	-1.118,0	-1.323,4	- 946,5	-1.102	-1.163,4 $\pm$ 112,82
i Paille de riz + tourteau								
	Plus 500 g par jour			Plus 1 000 g par jour				
N° animal	1	4	7	2	3	5	6	
Azote ingéré	6.007	5.540	5.742	8.519	6.972	9.679	9.511	
Azote fèces	2.277	2.061	1.119	2.754	2.155	2.577	2.483	
Azote urines	3.367	3.313	4.181	3.903	4.833	5.120	4.459	
Bilan	+ 363	+ 166	- 500	+1.862	- 16	+1.982	+2.569	918 $\pm$ 1.102
Paille de riz + tourteau + PO <sub>4</sub> H Na <sub>2</sub>								
N° animal	1	2	7	2	5	6		
Azote ingéré	5.134	4.772	4.975	9.029	8.729	8.501		
Azote fèces	2.003	1.607	1.716	2.713	2.028	2.262		
Azote urines	3.039	3.008	3.130	4.433	3.659	3.443		
Bilan	+ 42	+ 157	+ 129	+1.883	+3.042	+2.896		1.358 $\pm$ 1.496

### 3.3. Bilans azotés spéciaux

Ils sont établis sur un zébu et un taurin Ndama maintenus en cage de digestibilité pendant 10 jours après 15 jours de préexpérience.

Des dosages d'azote procédant de la méthode de Kjeldhal sont effectués journalièrement sur : un échantillon de foin donné, un échantillon moyen de refus, un échantillon de matière fécale du matin, un des matières fécales du soir, un échantillon d'urines du matin et un des urines du soir.

Les résultats sont présentés en fonction des trois coefficients :

Le coefficient de rétention (C.R.) établi d'après la formule suivante :

$$\text{C.R.} = \frac{\text{N ingéré} - \text{N des urines}}{\text{N ingéré}} \times 100$$

La valeur de ce coefficient paraît liée au taux de métabolisation de NH<sub>3</sub>, libéré au niveau du rumen à partir des matières azotées ingérées.

En effet, lorsque dans cet organe, les conditions sont réunies pour une synthèse active des

bactéries, peu d'NH<sub>3</sub> parvient au foie et les quantités d'N perdues par les urines sont faibles. Le coefficient de rétention est alors élevé.

— le coefficient de digestibilité (C.D.) qui répond à la formule :

$$\frac{\text{N ingéré} - \text{N des fèces}}{\text{N ingéré}} \times 100$$

Ce coefficient permet d'évaluer la nouvelle perte d'azote liée à la plus ou moins grande absorption de l'azote au niveau de l'intestin. Son importance semble donc dépendre essentiellement de la valeur biologique (V.B.) des produits azotés qui franchissent le duodénum.

— Le bilan, enfin, correspond à l'N digestible diminué de l'N urinaire, et constitue donc la synthèse des deux processus antérieurs (rétention + digestibilité).

Quatre bilans de ce type ont été effectués avec la paille de riz.

Le premier avec une ration comportant l'administration de paille de riz seule. Le deuxième avec une ration comportant paille + 250 g de

tourteau, dans le troisième, la quantité de tourteau est portée à 500 g, enfin, dans le dernier, on effectuait deux fois par jour une administration forcée de 25 g d'urée en solution dans un litre d'eau. Les résultats de ces quatre essais pour le zébu et le Ndama sont les suivants :

Paille de riz seule :	Ndama	Zébu
C.R.	53,18	33,92
C.D.	0	0
Bilan/j/100 kg vif	— 0,42 g	— 0,48 g

Paille de riz + 250 g de tourteau :		
C.R.	39,08	33,42
C.D.	37,91	27,81
Bilan/j/100 kg vif	— 0,52	— 0,65

Paille de riz + 500 g de tourteau :		
C.R.	62,45	53,61
C.D.	60,71	46,09
Bilan/j/100 kg vif	+ 0,72	0

Paille de riz + 50 g d'urée :		
C.R.	71,04	65,97
C.D.	50,58	45,53
Bilan/j/100 kg vif	+ 0,37	+ 0,15

Ces derniers résultats permettent de souligner quelques faits :

— Les divers coefficients obtenus sont plus élevés pour les taurins Ndama que pour les zébus. Les résultats globaux qui constituent les bilans semblent donc témoigner d'une meilleure utilisation de l'azote chez les premiers.

Pour équilibrer le bilan, un minimum de 500 g de tourteau paraît nécessaire chez le zébu, ce qui correspond dans l'essai actuel à un apport de 186 g de tourteau par 100 kg de poids vif.

Chez le Ndama, la même quantité brute de tourteau, équivalant à 245 g de tourteau par 100 kg conduit à un bilan nettement positif.

50 g d'urée distribuée journalièrement rendent le bilan azoté positif aussi bien chez le zébu que le Ndama. L'urée semble donc beaucoup mieux convenir à la supplémentation de la paille de riz que le tourteau dont nous avons déjà souligné la médiocre utilisation dans les rations à la paille de riz.

14 g d'N uréique ont le même effet sur le bilan que 29 g d'N fournis par le tourteau.

Une information supplémentaire a été obtenue au cours des essais concernant la détermination des bilans azotés. Elle est apportée par l'étude du rapport créatinine/azote dans les urines.

D'après les auteurs anglais (ALBIN et CLANTON), l'excrétion de la créatinine pour un individu serait à peu près constante et indépendante de la ration. L'azote des urines est par contre influencé par la ration.

Il en résulte que le rapport Cr/N dans les urines constitue un reflet de l'alimentation qui permettrait en particulier de préjuger de l'équilibre entre l'énergie et l'azote, facteur essentiel de l'efficacité de la ration. Pour les auteurs précités, lorsque cet équilibre est optimal, le rapport Cr/N prend une valeur voisine de 0,40 quand Cr est exprimé en mg de créatinine par ml d'urines et N en mg d'N par ml d'urines.

Les divers déséquilibres correspondant à certaines valeurs du rapport.

1. Faible taux de protéine — faible taux d'énergie Cr/N = 0,38;
2. Faible taux de protéine — taux élevé d'énergie R = 0,57;
3. Taux élevé de protéine — taux faible d'énergie R = 0,18;
4. Taux élevé de protéine — taux élevé d'énergie R = 0,29.

Avec les rations paille de riz + 500 g de tourteau, nous avons obtenu un rapport moyen Cr/N égal à  $0,18 \pm 0,03$  chez le zébu et  $0,19 \pm 0,06$  chez le Ndama. Il y a donc, conformément aux conclusions précédentes, un excès d'azote par rapport à l'énergie disponible.

Dans le cas de la ration paille de riz + urée, nous obtenons chez le zébu, un rapport moyen de  $0,45 \pm 0,11$  pour le zébu et  $0,37 \pm 0,16$  pour le Ndama, qui se rapproche de la valeur idéale de 0,40, correspondant au parfait équilibre.

Le résultat de ces derniers dosages constitue donc un argument de plus en faveur de l'urée comme supplément azoté de la paille de riz.

Parvenus au terme de ce 3<sup>e</sup> chapitre, quelles conclusions pratiques peut-on en tirer concernant la paille de riz ?

Les bilans minéraux et les bilans azotés ont souligné deux points extrêmement défavorables pour la fructueuse utilisation alimentaire de ce fourrage.

D'une part, la paille de riz, en raison de sa teneur importante en oxalates, conduit à une décalcification rapide des animaux lorsqu'elle constitue le seul élément de la ration. D'autre part, toujours dans les mêmes conditions d'utilisation, elle entraîne chez les animaux un amaigrissement sensible, car ceux-ci doivent cataboliser leurs tissus pour mettre à la disposition des bactéries du rumen un taux d'ammoniac suffisant, utile à un fonctionnement normal de cet organe; ce taux suffisant, la paille de riz seule est incapable de l'apporter.

Il résulte de ces deux observations que ce fourrage est dangereux lorsqu'il constitue la seule source alimentaire. L'animal ne pouvant en tirer profit qu'au prix d'une double supplémentation obligatoire.

Cette supplémentation doit comporter, d'une part un taux convenable d'azote et, d'autre part, un excédent important d'éléments minéraux, les meilleurs étant constitués par ceux ayant un rapport Ca/P élevé.

Entre le tourteau d'arachide et l'urée, utilisés dans les essais précédents, l'urée semble constituer la source d'azote la plus efficace pour équilibrer les bilans.

Pour compenser les insuffisances minérales de la paille de riz, liées essentiellement à la présence des oxalates, les auteurs indiens proposent d'autres solutions qu'une supplémentation minérale de la ration, ces solutions font intervenir divers traitements de la paille.

D'après ces auteurs, un lessivage à la soude ou un simple rinçage de la paille enlève le plus gros du potassium et des oxalates en excès qui font obstacle à l'assimilation du calcium.

Le traitement à l'eau simple enlèverait 50 p. 100 de ces produits tandis que le traitement à la soude supprimerait 90 p. 100 des oxalates et du potassium. On obtiendrait en outre, dans ce dernier cas, une amélioration sensible dans l'utilisation des hydrocarbures de la paille.

#### 4. DIGESTIBILITES *IN VITRO* DE LA PAILLE DE RIZ

La méthode utilisée pour ces essais est celle décrite par TISSERAND et ZELTER.

La fermentation est effectuée dans des tubes à essai de 150 cm<sup>3</sup>, de rodage 29/32, surmontés d'un réfrigérant à 5 boules traversées par un tube amenant dans le milieu du CO<sub>2</sub> pour en assurer le barbotage.

Ces tubes au nombre de 8 par série sont immergés dans un bain-marie avec thermostat à 39° C ± 0,5° C.

Dans le tube à macération, on introduit successivement : le substrat représenté par l'échantillon de paille à doser : l'inoculum constitué par du liquide de rumen prélevé sur l'animal par aspiration à travers une crépine filtrante, introduite dans le rumen toujours au même niveau de l'organe à travers une fistule permanente.

On ajoute enfin 20 ml d'une solution tampon du type salive artificielle dont la composition est identique à celle préconisée par Mac DOUGALL.

Les résultats de ces digestibilités sont fonction de trois variables :

##### 1. Influence du temps de macération

Le jus de rumen provient d'une vache nourrie à la paille de riz sans supplément.

Le substrat est constitué par 1 g de paille de riz.

L'inoculum compte 20 ml de jus de rumen + 20 ml de salive.

Pour 18 essais pour lesquels la durée de macération est de 24 h, le coefficient de digestibilité de la cellulose est de 21,5 p. 100.

Au cours de 22 essais avec une durée de 48 h, le taux de cellulolyse a été de 21,2 p. 100.

La différence provenant de la durée de la macération n'est pas significative.

##### 2. Influence de l'inoculum

L'inoculum provient d'une vache nourrie à la paille de riz et recevant journalièrement un supplément, 2 kg de granulés à base de sons titrant 135 g de protéines.

Les conditions expérimentales sont les mêmes que dans l'essai précédent avec une durée de macération de 48 heures.

Pour 22 essais sans supplément, la cellulolyse moyenne est de 21,2 p. 100.

Pour 15 essais avec supplément, la cellulolyse s'élève à 52,2 p. 100.

La valeur de l'inoculum liée à l'alimentation de l'animal, donneur, est donc déterminante.

### 3. Influence du rapport substrat/inoculum

L'inoculum provient d'une vache entretenue à la paille de riz et supplémentée par 2 kg/jour de granulés au son. La durée est de 48 heures.

15 essais comportent un gramme de paille de riz broyée et 20 ml d'inoculum. La cellulolyse moyenne est alors de 52,2 p. 100.

16 essais sont effectués avec 0,5 g de paille de riz broyée et 20 ml d'inoculum.

La cellulolyse s'élève à 58,9 p. 100. La différence est hautement significative.

En définitive, les conditions expérimentales conduisant à ce meilleur coefficient de digestibilité de la cellulose sont les suivantes : durée 48 h - inoculum provenant d'une vache recevant une ration équilibrée - rapport substrat et inoculum égal à 2,5 p. 100.

Dans ces conditions, les coefficients moyens de digestibilité pour la cellulose et la matière sèche ont été de 56,1 p. 100 et de 35,7 p. 100. On constate qu'ils sont nettement inférieurs à ceux obtenus au cours des différents essais *in vivo*.

Les méthodes de digestibilité *in vitro* utilisées ne semblent donc pas capables de donner des résultats valables dans l'absolu. Leur utilité réside dans la possibilité de comparer rapidement un certain nombre de fourrages et d'établir ainsi une échelle de valeur relative des principales espèces fourragères. Elles sont également d'un usage fructueux pour étudier les proportions des différents constituants d'une ration et tester l'influence de l'un ou de l'autre sur la digestibilité de la matière sèche ou de la cellulose.

N.D.L.R. — La bibliographie figure à la fin de la 2<sup>e</sup> partie de ce travail qui sera publiée dans le n<sup>o</sup> 3.

## SUMMARY

### Rice straw as a food for cattle in Senegal.

#### I. Bromatological analysis, *in vivo* and *in vitro* digestibilities, nitrogenous and mineral balances

Rice straw is an abundant roughage in Senegal. For the present, 150 000 tones are available and this quantity is to be doubled in next ten years.

In the first part of this work, the authors report the results of many various experiments including chemical analysis, *in vivo* and *in vitro* digestibilities, nitrogen and mineral balances, performed in veterinary Dakar laboratory in order to obtain the main data for a complete and economical use of this roughage.

## RESUMEN

### La paja de arroz en la alimentación animal en Senegal.

#### I. Analisis bromatológicos, digestibilidades *in vivo* e *in vitro*, balances nitrogenados y minerales

La paja de arroz es un forraje abundante en Senegal: actualmente 150 000 toneladas son disponibles y estas cantidades deben de doblar durante los diez años venideros.

Actualmente se utiliza poco y mal este forraje que, distribuido solo, constituye un alimento muy incompleto. Para determinar las modalidades de una alimentación racional con dicho forraje, los autores dan los resultados de los numerosos trabajos de laboratorio efectuados con este sub-producto. La primera parte interesa su composición química, los resultados de las digestibilidades *in vivo* e *in vitro*, los balances nitrogenados y minerales.

# Contribution à l'étude de l'exploitation par rotation des pâturages de savane soudanienne

## Techniques et résultats

par P. GRANIER (\*) et J. GILIBERT (\*\*)

### RESUME

Les auteurs ont étudié la mise au point d'une technique permettant d'améliorer la production de viande à l'hectare en restant dans le cadre de l'élevage extensif.

Des recherches préliminaires ont montré que l'intégration d'un feu à contre-saison dans une rotation des pâturages permettait de régulariser les disponibilités en herbe au cours de l'année.

Un contrôle de l'évolution de la végétation met en évidence l'influence favorable de technique sur le recouvrement et le maintien en équilibre de la structure de la savane.

Cette technique permet d'obtenir une augmentation de la productivité à l'hectare tout en améliorant les croûts individuels. A partir des résultats obtenus au cours de l'expérimentation sur les variations de la charge, leur influence en élevage extensif est discuté.

### INTRODUCTION

La valeur fourragère d'une espèce dépend essentiellement du stade végétatif; il s'ensuit que les pâturages tropicaux ont une valeur nutritionnelle qui est excellente au début des pluies, diminue au fur et à mesure que l'on s'achemine vers la fructification (jours courts) et devient insuffisante en saison sèche pour assurer la couverture des besoins du bétail.

Ce problème étant primordial pour le maintien de la productivité de l'élevage, des solutions ont été recherchées pour pallier l'insuffisance de nutriments en saison sèche. Dans certaines régions, on peut avoir recours à l'exploitation de pâturages de zones basses réservées à cet

effet, ou à la transhumance. L'emploi des techniques qui permettent de mettre en réserve les excédents de saison des pluies (foin, ensilage) exigent des dépenses en matériel et personnel qui sont généralement incompatibles avec le mode d'exploitation extensif, l'étendue des surfaces et l'importance du cheptel à nourrir. L'emploi de suppléments concentrés n'est pas souvent possible également pour des raisons économiques.

Les expérimentations que nous allons décrire ont recherché un mode d'exploitation des pâturages naturels de savane de type soudanien qui assure au bétail une alimentation correcte en saison sèche, tout en conservant le potentiel des pâturages.

Pour cela nous avons manipulé certains facteurs écologiques majeurs (dates et rythmes de mise en exploitation, charges à l'hectare, dates de mise à feu) de façon à respecter au mieux la biologie des graminées fourragères domi-

(\*) I.E.M.V.T., Service d'Agrostologie, Tananarive, République Malgache. Adresse actuelle: Laboratoire de l'Elevage, B.P. 485, Niamey, République du Niger.

(\*\*) I.E.M.V.T., Service Zootechnie, Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Madagascar, B.P. 862, Tananarive, République Malgache.



nantes et à maintenir l'équilibre des associations végétales.

## I. LES BASES DE LA TECHNIQUE

### 1. La rotation

L'exploitation rationnelle du pâturage naturel nécessite l'introduction de la rotation qui permet à la fois de contrôler l'évolution de la végétation et de réduire les écarts saisonniers sur le plan de sa valeur nutritionnelle.

*La quantité d'herbe consommable étant supérieure aux besoins, il n'est pas nécessaire et souhaitable, en saison des pluies, d'attribuer au bétail la totalité des surfaces disponibles. Il est préférable de concentrer le bétail sur des parcelles où l'herbe peut maintenir le gain de poids et de laisser inexploitée une certaine superficie qui subira un traitement destiné à améliorer l'appétibilité de l'herbe en saison sèche.*

On peut sommairement diviser l'année en trois périodes qui sont caractérisées sur les plans climatique et agrostologique de la manière suivante :

a) Début des pluies : Cette période s'étend du début des pluies au début de la montaison des graminées.

b) Fin des pluies/début de la saison sèche : La digestibilité est encore suffisante pour assurer des gains normaux de poids. Cette période se termine avec la dispersion des diaspores.

c) Saison sèche : Il ne reste que des pailles. Le taux des éléments peu digestibles (lignine, hémicelluloses) est élevé, celui des matières azotées totales descend au-dessous de 5 p. 100 de la matière sèche. La ration ne peut couvrir les besoins.

En se basant sur cette division dans le temps, on a établi une rotation portant sur trois parcelles de superficies sensiblement égales.

- a) Début des pluies = parcelle A
- b) Fin des pluies = parcelle B
- c) Saison sèche = parcelle C

Pendant la saison sèche, le bétail revient pâturer sur les parcelles A et B, les regains dus aux pluies (A) ou aux réserves hydriques du sol (B).

### 2. La mise à feu à contre-saison

En élevage extensif, le feu est un facteur écologique indispensable pour éliminer les refus et maintenir la structure de la formation végétale. Sans feu, la savane évolue dans un sens progressif.

... Mais le feu en saison sèche a des effets néfastes sur l'évolution des sols, aussi s'est-on efforcé de chercher l'époque qui permettait de l'utiliser pour :

- éliminer les refus;
- contrôler le réembroussaillement;
- maintenir la structure de l'association végétale;
- limiter la dégradation des sols.

Des feux à contre-saison, allumés dans l'acalmie du milieu de la saison des pluies ont été préconisés. Mais si cette technique répondait aux exigences que l'on vient de citer, par contre sur le plan nutritionnel elle n'apportait aucune amélioration parce que les dates de mise à feu étaient calculées de telle façon que la hauteur des pluies qui tombaient après la mise à feu était suffisante pour permettre l'évolution d'un cycle végétatif normal. Le pâturage en saison sèche n'était pas plus digestible qu'en l'absence de feu.

Nos recherches sur la biologie des espèces dominantes de la savane (*Hypparhenia*, *Heteropogon*) nous ont permis de redéfinir une date de mise à feu :

- elle doit se situer avant la fin des pluies pour permettre le démarrage de regains;
- mais elle doit être relativement tardive pour que l'insuffisance d'eau provoque la formation de cycles végétatifs limités en hauteur, donc pauvres en tissus de soutien indigestibles. Ce « blocage » de la végétation à un certain stade assure la persistance de l'appétibilité et d'une certaine digestibilité.

Dans les conditions écologiques de notre expérimentation, la mise à feu doit s'effectuer lorsque l'on atteint les 3/4 de la pluviométrie annuelle, soit lorsqu'il reste à tomber environ 400 mm de pluies.

Cette date est susceptible de varier selon les caractéristiques des sols (perméabilité), le drainage, l'évapotranspiration, etc.

A la rotation sur les trois parcelles dans l'année s'ajoute une permutation circulaire des traitements pour éviter toute dégradation et uniformiser l'alimentation du bétail.

En deuxième année, on met à feu la parcelle qui a été mise au repos avant la fin des pluies et sur laquelle la végétation a eu la possibilité de terminer son évolution.

## II. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Les études ont été effectuées dans le cadre des travaux du Centre de Recherches Zootechniques de l'I.E.M.V.T. (Kianjasoa). Le climat y présente les caractéristiques suivantes : la température moyenne annuelle est de 21,9°, l'écart entre le mois le plus chaud (23,6°) et le mois le plus froid (18,5°) étant de 5,1°. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 600 mm, l'écart entre les moyennes annuelles étant de 783 mm.

Les animaux utilisés sont des Renitelo, race fixée à partir du croisement de trois races (Africander, Limousine, Zébu Malgache). C'est une race à viande rustique de format moyen (mâles de 700 kg, femelles de 450 kg) bien adaptée aux conditions climatiques et sanitaires.

Les animaux ont pâturé uniquement sur la végétation naturelle, qui est une savane de type soudanien à *Hyparrhenia* et *Heteropogon*. La superficie utilisée a été de 1.530 ha géographiques, avec une charge moyenne au départ de 4,7 ha géographiques par tête et de 3,3 ha de pâturage utile par tête.

Les animaux sont libres en paddocks nuit et jour; un complément minéral est fourni sous forme de pierres à sel. Une saison de monte de quatre mois est pratiquée à raison d'un taureau pour 30 à 40 vaches; les vaches, séparées en différents troupeaux de monte pendant cette période, sont ensuite regroupées. La re-fonte de tous les troupeaux est effectuée chaque année au 15 novembre, date correspondant au début de la monte. Le sevrage est pratiqué au 1<sup>er</sup> juillet, à l'âge moyen de 9 mois.

L'expérience a duré du 15 novembre 1967 au 15 novembre 1972. Les deux premières années constituent la période témoin (T); le mode d'exploitation a été le ranching sans rotation et sans feux de contre-saison. Après

subdivision des paddocks en fin 1969 et pendant les trois dernières années (R = rotation), le mode d'exploitation décrit plus haut a été employé.

Cinq troupeaux ont participé à l'expérience :

- n° 1 = troupeau de vaches d'élite,
- n° 2 = troupeau de vaches testage,
- n° 3 = génisses de 1 à 2 ans,
- n° 4 = génisses de 2 à 3 ans,
- n° 5 = taurillons de 1 à 2 ans.

Différents niveaux de charge ont été expérimentés : pendant la période T, les charges avaient été calculées théoriquement. Pendant la période R, les charges ont été établies par rapport à la période T, à savoir :

- Troupeaux 1 et 2 = augmentation de la charge par rapport au témoin.
- Troupeaux 3 et 5 = charge comparable au témoin.
- Troupeau 4 = diminution de charge par rapport au témoin.

### Contrôles

Les animaux ont été pesés dans la première semaine de chaque mois. Le contrôle de l'évolution de la structure de l'association végétale a été assuré par des relevés de végétation sur des carrés témoins fixes implantés sur chaque objet A, B et C.

### Exploitation des résultats zootechniques

Les poids de chaque animal au 15 du mois ont été calculés par intrapolation des deux pesées mensuelles qui l'encadrent. Les calculs élaborés ont été effectués pour chaque année, puis les moyennes pondérées calculées pour les périodes T et R. La charge moyenne par an est la moyenne du poids mensuel du troupeau; elle est exprimée en poids vif par hectare et en nombre d'hectares par tête d'U.B.T. (Unité Bétail Tropical = 250 kg vif). Le croît global par an est la différence entre les poids au 15 novembre, augmentée, pour les troupeaux de vaches, de l'accroissement du poids de veaux au cours de l'année. Le croît par animal est le croît global divisé par le nombre moyen d'animaux présents; pour les troupeaux de vaches, on a divisé par le nombre moyen de vaches présentes.

### III. RESULTATS

Les résultats sont rassemblés au tableau I.

L'examen des résultats permet de faire les observations suivantes :

1. *A charge constante* le protocole utilisant les rotations apporte une très nette amélioration des gains individuels.

Pour le groupe 3, il passe de 56,6 à 90,5 kg (60 p. 100 d'augmentation);

Pour le groupe 5, de 106,5 à 131,1 kg (25 p. 100 d'augmentation).

La charge étant constante, les productions à l'hectare augmentent dans les mêmes proportions.

2. *Dans un système donné d'exploitation* les conséquences des variations de la charge peuvent être considérées soit sous l'angle des gains individuels, soit sous l'angle de la production de viande à l'hectare.

Le tableau n° II, regroupant les résultats selon ces objectifs, nous éclairera.

Au plan des croûts individuels, la charge à l'hectare ne paraît pas jouer de rôle important dans les limites de l'essai, sauf pour le lot 4 T qui disposait de 1,8 ha par UBT, sans rotation

du pâturage : on se trouve là en limite de la surcharge. (Cette même surface étant suffisante si l'on fait une rotation.)

Le tableau n° III regroupe les animaux par catégorie et permet de voir que pour chacune d'entre elles, le passage du pâturage libre au pâturage par rotation s'est traduit par une très nette amélioration de la croissance.

Pour les gains par hectare, il ne fait aucun doute que les charges fortes sont les plus favorables à la transformation du pâturage en viande. Elles seules donnent plus de 30 kg/ha tandis que les charges faibles donnent moins de 20 kg/ha.

#### 3. Contrôle de l'évolution de la végétation

Les relevés de végétation ont été effectués sur les carrés témoins mis en place au début de l'expérience. Un carré était posé sur des repères enfoncés dans le sol et orienté. Des tiges d'acier insérées à travers les tubes permettaient de subdiviser la surface à étudier en objets de 20 cm × 20 cm, ce qui facilitait le repérage des touffes et le comptage des talles.

Pour simplifier l'exposé, nous donnerons seulement l'évolution de la parcelle qui a été brûlée dès la première année (C) afin de bénéficier de la période la plus longue après la mise à feu.

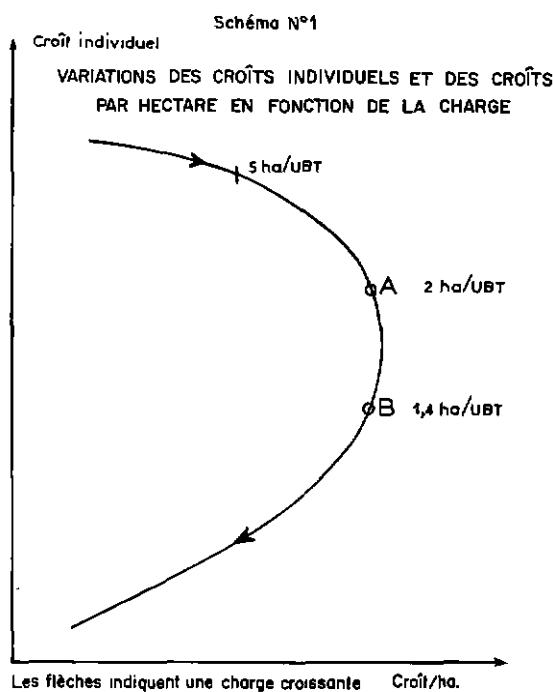


TABLEAU N° I

Charges et performances des cinq troupeaux

Troupeau	Charge moyenne	ha PU	Charge par ha PU	p. 100 T	ha PU par UBT	Croît global	Croît par ha PU	p. 100 T	Croît par animal
1 T	16 233	169	96,3		2,6	+ 3 977	+ 23,3		+ 124,7
1 R	21 906	177	123,7	128	2,0	+ 5 471	+ 30,8	132	+ 127,9
2 T	50 080	550	96,0		2,6	+ 10 784	+ 20,1		+ 93,6
2 R	57 527	391	147,0	153	1,7	+ 11 838	+ 30,2	150	+ 95,8
3 T	10 535	165	63,8		3,9	+ 3 193	+ 19,3		+ 56,6
3 R	6 994	113	61,8	97	4,0	+ 2 656	+ 23,5	122	+ 90,5
4 T	16 017	113	142,0		1,8	+ 3 753	+ 33,2		+ 64,3
4 R	9 377	177	52,9	37	4,7	+ 2 762	+ 15,5	47	+ 95,0
5 T	11 176	190	58,8		4,3	+ 4 716	+ 24,8		+ 106,5
5 R	8 314	132	62,9	107	4,0	+ 3 899	+ 29,5	119	+ 131,1

TABLEAU N° II

Charges fortes	Gains par animal		Gains par hectare	
	4 T = 63,3	1 R = 127,9 2 R = 95,8	4 T = 33,2	1 R = 30,8 2 R = 30,2
Charges moyennes	1 T = 124,7 2 T = 93,6	3 R = 90,5 5 R = 131,1	1 T = 23,3 2 T = 20,1	3 R = 23,5 5 R = 29,5
	Charges faibles	3 T = 56,6 5 T = 106,5	4 R = 95	3 T = 19,3 5 T = 24,8

TABLEAU N° III

Performances individuelles moyennes pendant les deux périodes.

	T	R	Différence
Poids moyen mâles au sevrage	159,6	177,3	+ 17,7
Poids moyen femelles au sevrage	148,4	166,3	+ 17,9
Croît des mâles de 1 à 2 ans	+ 106,5	+ 131,1	+ 24,6
Poids des mâles à 2 ans	243,2	301,4	+ 58,2
Croît des femelles de 1 à 2 ans	+ 56,6	+ 90,5	+ 33,9
Poids des femelles à 2 ans	235,0	266,1	+ 31,1
Croît des femelles de 2 à 3 ans	+ 64,3	+ 95,0	+ 30,7
Poids des femelles à 3 ans	288,5	354,1	+ 65,6

TABLEAU N° IV

Fiche récapitulative. Relevé par projection - Pâturage n° I (Faciès sous-pâturé)

Strate		Saison sèche 1971		Saison sèche 1972				Saison des pluies 1973	
		Strate inférieure		Strate inférieure	Strate supérieure	Total		Strate inférieure	
<i>Aristida</i>	T	-		2 0,7	1 2,3	2 0,7		-	
	t			17 1,5	4 3,3	21 1,7			
<i>Imperata</i>	T	108 45,6	129 49,8			129 49,8	147 47,1		
	t	125 1,1	149 13,4			149 12,1	147 11,3		
<i>Hyparrhenia</i>	T	85 35,8	79 30,5	17 39,5	79 30,5	78 25,0			
	t	544 6,4	431 38,7	35 29,4	466 37,8	526 40,7			
<i>Heteropogon</i>	T	44 18,5	47 18,1	25 58,1	47 18,1	86 27,5			
	t	441 10	514 46,2	77 64,7	591 48,0	618 47,8			
Autres Graminées	T		2 0,7		2 0,7	1 0,3			
	t			3 2,5	3 0,2	1 0,07			
Total	T	237 4,6	259	43	259 4,7	312 4,1			
	t	1110	1111	119	1230	1292			

en nombre de touffes et de talles par m<sup>2</sup>.

TABLEAU N° V

Fiche récapitulative. Relevé par projection - Pâturage n° II.

Strate		Saison sèche 1971		Saison sèche 1972			Saison des pluies 1973	
		Strate inférieure		Strate inférieure	Strate supérieure	Total	Strate inférieure	
<i>Aristida</i>	T			3 2,1		3 2,1		
	t			18 1,3		18 1,0		
<i>Imperata</i>	T	11 6,9	13 9,4			13 9,4	30 11,8	
	t	15 1,3	16 1,2			16 0,9	30 1,4	
<i>Hyparrhenia</i>	T	75 47,4	50 36,4	31 35,6	50 36,4	84 33,2		
	t	523 6,9	611 46,7	77 18,1	688 39,6	640 30,8		
<i>Heteropogon</i>	T	72 45,5	71 51,8	56 64,3	71 51,8	138 54,5		
	t	648 9,0	663 50,6	348 81,8	1011 58,3	1405 67,6		
Autres Graminées	T					1 0,39		
	t					1 0,04		
Total	T	158 7,4	137	87	137 12	253 8,2		
	t	1183	1308	425	1733	2076		

en nombre de touffes et de talles par m<sup>2</sup>.

## Résultats

La synthèse des résultats fait l'objet des tableaux nos IV et V. Elle concerne l'évolution de la végétation sur deux zones témoins de la parcelle C, représentant deux faciès différents au départ, l'un (I) étant sous-pâturé et envahi par *Imperata cylindrica*, l'autre (II) étant régulièrement exploité par le bétail.

### Lecture des tableaux

Les deux tableaux doivent être interprétés de la manière suivante :

T = touffes	Nombre de touffes/m <sup>2</sup>	Contribution spécifique en p. 100 du nombre de touffes total
		Rapport $\frac{\text{talles}}{\text{touffes}}$
t = talles	Nombre de talles/m <sup>2</sup>	Contribution spécifique en p. 100 du nombre de talles total

Sur le plan phytosociologique, la *présence* correspond à la contribution spécifique en p. 100 du nombre de touffes et l'*abondance-dominance* au p. 100 du nombre de talles par rapport au nombre global.

Le rapport talles/touffes permet d'évaluer la dynamique du peuplement, et l'influence du pâturage par le bétail. La strate inférieure est constituée par l'ensemble des talles feuillues n'ayant pas fleuri, la strate supérieure comprend les talles terminées par une inflorescence. Le contrôle de la floraison donne l'assurance que le réensemencement peut s'effectuer normalement.

La progression du rapport talles/touffes montre l'influence favorable de l'intensité du broutage sur le tallage. En effet, le comptage effectué au cours de la saison sèche 1972 se situe au moment où la parcelle a été fortement pâturée en saison sèche 1971 et après un temps de repos de trois mois et demi, en fin de saison des pluies 1972.

### Le nombre de touffes

L'intensité du broutage après la mise à feu maintient la végétation rase et empêche la montaison. En 1971, la végétation ne comporte qu'une strate inférieure, ce qui explique la dimi-

nution du nombre de touffes, aucune germination n'étant parvenue à faire un cycle normal. Mais la mise au repos de la parcelle avant la fin des pluies en 1972 permet à la végétation d'effectuer un cycle complet; les semences produites et tombées sur le sol, se trouvant dans des conditions normales de germination au début de la saison des pluies suivante, peuvent se développer (elles apparaissent dans la dernière colonne du tableau).

### a) Evolution du recouvrement et des cycles végétatifs

Le contrôle de l'évolution de la végétation doit permettre de se rendre compte si l'équilibre est maintenu du point de vue

- de la contribution spécifique (touffes),
- du recouvrement (talles),
- de la pérennité de l'association (germinations).

On remarque que dans tous les cas, le nombre global des talles des espèces appréciées est en augmentation.

Dans le faciès sous-pâturé (I) le développement d'*Hyparrhenia rufa* est concurrencé par la présence d'*Imperata cylindrica* qui colonise le sol et freine l'expansion des racines. *Heteropogon*, avec un enracinement superficiel et des exigences nutritionnelles moindres est un peu affecté par cette compétition.

Dans le faciès où l'exploitation était normale, avant la rotation (II) il y a accroissement du nombre de touffes et du nombre de talles. Le rythme d'exploitation de la parcelle C a été le suivant :

Mise à feu en mars 1970

- Pâturée en saison sèche 1970,
- Pâturée en fin des pluies 1971,
- Paturée en début des pluies 1972.



L'exploitation par rotation permet donc d'assurer le réensemencement des espèces fourragères, l'augmentation de l'intensité du broutage réduit les écarts saisonniers de productivité en empêchant la formation de refus inconsommables et améliore le tallage des hémicryptophytes.

La productivité globale du pâturage est améliorée, ce qui est confirmé par l'accroissement de la production de viande/ha.

#### b) Amélioration de la digestibilité

Des échantillons d'herbe ont été prélevés au milieu de la saison sèche (31 août) sur un pâturage mis à feu à contre-saison cette année-là et sur un témoin. Ils concernent l'espèce *Heteropogon contortus*. Les résultats de l'analyse font l'objet du tableau n° VI.

TABLEAU N° VI  
Analyse d'*Heteropogon contortus*  
prélèvement - 31 août 1972

	Pâturage brûlé n° 443	Témoin n° 445
Matière sèche	501,4	690,1
Matières minérales	122,0	136,6
Matières grasses	24,8	13,8
Matières azotées	39,5	19,4
Cellulose brute	276,1	318,9
Extractif non azoté	537,6	511,3
Insoluble chlorhydrique	92,3	66,4
Calcium (en Ca)	4,23	2,83
Phosphore (en P)	1,04	0,59
Glucides membranaires		
Constituants hydrosolubles	112,4	53,4
Glucose + fructose	19,7	16,2
Polysaccharides	6,9	2,9
Lignine	152,1	181,0
Hémicellulose	248,5	249,9
Cellulose	307,4	317,7

en p. 1000 de la matière sèche

On note, sur la parcelle mise à feu, une élévation de la teneur en matières azotées totales, en extractif non azoté et sels minéraux (Ca et P), et une diminution du taux de cellulose brute.

L'analyse des glucides membranaires montre que les constituants hydrosolubles digestibles sont plus élevés que dans le témoin qui par ailleurs contient plus de lignine dont on connaît l'influence défavorable sur la digestibilité.

## IV. DISCUSSION - CONCLUSION

### • Avantages de la technique

#### 1. Sur le plan zootechnique

L'intérêt du mode d'exploitation du pâturage par rotation et feux de contre-saison apparaît évident dans cette expérimentation, aussi bien en ce qui concerne la régularité des courbes de croissance que le croît individuel et la quantité de viande produite à l'hectare, lorsque la charge est convenable.

L'avantage économique se situe au niveau :

a) de la régularité de la croissance, qui a une influence sur la santé des animaux : les périodes de malnutrition, essentiellement protéinique lorsque les plantes sont lignifiées, entraînent une diminution de la résistance aux agressions, même de la part d'un bétail rustique;

b) de la fécondité des vaches qui a augmenté légèrement pendant la période R, l'équilibre hormonal des femelles reproductrices étant fortement perturbé pendant les périodes de disette;

c) de l'augmentation individuelle de poids des animaux qui permet une accélération de la rotation des capitaux : les génisses peuvent être mises à la reproduction à l'âge de 2 ans (266 kg pendant la période R) au lieu de 3 ans précédemment (288 kg pendant la période T);

d) de l'augmentation de gain de poids vif par hectare. Il apparaît de toute évidence sur les troupeaux 1 et 2 dans la période R : par augmentation très importante de la charge tout en améliorant légèrement les croûts individuels, on obtient finalement une augmentation de 30 à 50 p. 100 de la viande produite à l'hectare.

L'obtention de la productivité maximale dans un ranch, selon un système d'exploitation donné, suppose de trouver le juste milieu entre la charge maximale compatible avec une croissance individuelle correcte des animaux permettant une rotation rapide du capital.

La régularité de l'alimentation au cours de l'année, gage de bonne santé et de bonne productivité des femelles, ne peut être obtenue que de trois manières : soit par un système adapté de rotation et de feux, soit par l'amélioration d'une partie des pâturages par des plantes fourragères favorables, soit par une supplémen-

tion alimentaire de saison sèche; les deux dernières façons impliquent une certaine intensification et des dépenses qui doivent être envisagées en fonction du contexte économique. La première, qui fait l'objet du présent article, est peu onéreuse et apparaît comme un facteur de rentabilité décisif lorsque le niveau des investissements à consentir par hectare doit rester bas.

## 2. Sur le plan agrostologique

— Dans la pratique, un des aspects de cette technique qui risque d'être controversé, est la possibilité de mettre à feu en dehors de la pleine saison sèche. On peut dire que la mise à feu est indépendante de l'époque, elle est liée à l'existence de matières desséchées donc à la mise au repos.

— Cette technique permet de réaliser des pare-feux économiques et l'on sait qu'en élevage extensif, la création et l'entretien des pare-feux grèvent lourdement les budgets. Seule la parcelle n'ayant pas brûlé depuis 3 ans peut être incendiée. On réalise ainsi, par ce moyen, une économie importante et on simplifie considérablement la gestion de l'exploitation, la surveillance des feux en saison sèche et leur contrôle occupant beaucoup de personnel.

— La charge instantanée élevée que supportent les parcelles et en particulier la parcelle A qui est pâturée au moment où la productivité de l'herbe est faible (début des pluies), permet de réaliser une homogénéisation de la strate herbacée. Le feu à contre-saison a aussi tendance à uniformiser la repousse. Ainsi peut-on se rapprocher du traitement qui est fait, en élevage semi-extensif, au moyen du rotary-cutter. Bien sûr, la matière organique n'est pas restituée au sol, puisqu'elle est minéralisée brutalement par le feu, mais les réserves peu-

vent se reconstituer au cours de la phase de mise au repos.

— Comme il a été démontré plus haut, l'application de la rotation et le respect des temps de repos maintiennent la structure de l'association végétale à un niveau d'équilibre, alors qu'en élevage traditionnel cet équilibre est très difficile à conserver. En savane, il n'existe pas de stock de matière organique, mais au contraire celle-ci se minéralise très rapidement sous l'influence des températures élevées, et une erreur dans l'exploitation peut avoir comme conséquence une carence en azote, alors que dans le système préconisé le cycle de l'azote est assuré par les restitutions de matière organique qui s'effectuent au cours des temps de repos.

— La périodicité des feux (une fois tous les trois ans) est compatible avec le maintien de la fertilité des sols, alors que dans le mode d'exploitation traditionnel, la périodicité est généralement annuelle, et comme les feux se situent en fin de saison sèche, le surpâturage des regains est un des facteurs déterminants de la dégradation.

De plus, ce feu ne provoque pas d'érosions éoliennes ou pluviales parce que le sol reste protégé par une strate d'herbe verte et que les pluies n'ont pas la violence qu'elles ont en début de saison. De ce fait, on ne détruit pas la totalité de la matière organique qui est un élément essentiel.

— Il a été montré que l'influence de cette technique était favorable au recouvrement du sol et au tallage, ne gênait pas le réensemencement des espèces fourragères, et améliorait la digestibilité de l'herbe; sa vulgarisation permettrait d'améliorer la productivité de l'élevage dans les zones où la diffusion des techniques exigeant des investissements élevés en matériel n'est pas encore économiquement possible.

## SUMMARY

### Contribution to the study of rotational grazing management in sudanese savannah

The authors have studied the perfection of a technique which improves the meat production by hectare, remaining inside extensive breeding.

Preliminary researches had shown that integration of an over-season fire in a rotational grazing regularises grass disponibilities along year.

A control of the evolution of the vegetation obvious the favourable influence of the technique on ground cover and equilibrium of savannah structure.

This technique authorizes an increase of productivity by hectare while improving individual live weights gains. From results of this experiment on stocking rates variations, their influence in extensive breeding is discussed.

## RESUMEN

## Contribución al estudio de la explotación por rotación de pastos de sabana sudanesa

Los autores estudiaron la puesta a punto de una técnica permitiendo mejorar la producción de carne a la hectárea en los límites de la cría extensiva.

Investigaciones preliminares mostraron que la integración de un fuego fuera de tiempo en una rotación de los pastos permitía regularizar las disponibilidades en hierba durante el año.

Un control de la evolución de la vegetación pone en evidencia la influencia favorable de técnicas sobre el recubrimiento y el mantenimiento en equilibrio de la estructura de la sabana.

Esta técnica permite obtener un aumento de la productividad al hectárea, sin dejar de mejorar los crecimientos individuales.

A partir de los resultados obtenidos durante la experimentación sobre las variaciones de la densidad de peso, se discute su influencia en cría extensiva.

## BIBLIOGRAPHIE

- BEMBRIDGE (T. J.). Influence of 2 levels of supplementary feeding and 3 stocking rates on the lifetime performance of beef cows. *Rhodesia agric. J.*, 1970, 67 (6) : 139-143.
- BLAKE (J. D.) et RICHARD (G. N.). Polysaccharides of tropical pasture herbage. I. Studies on the distribution of the major polysaccharide components of spear grass (*Heteropogon contortus*) during growth. *Aust. J. Chem.*, 1970, 23 : 2353-2360.
- CHISCI (G.) et HAUSSMANN (G.). La détermination de la charge optimale à l'aide du contrôle de la croissance de l'herbe. *Fourrages*, 1967 (32) : 41-56.
- GRANIER (P.). Le rôle écologique de l'élevage dans la dynamique des savanes à Madagascar. Rapport IEMVT. Madagascar, avril 1967. D.E.S. FAC Sciences Tananarive, 1967.
- GRANIER (P.), LAHORE (J.) et DUBOIS (P.). Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (2) : 203-217.
- GRANT (S. A.). Interactions of grazing and burning on heather moors. 2. Effects on primary production and level of utilization. *J. Br. Grassld Soc.*, 1971, 26 (3) : 173-181.
- GRAVES (J. E.) et McMURPHY (W. E.). Burning and fertilization for range improvement in Central Oklahoma. *J. Range Mgmt*, 1969, 22 (3) : 165-168.
- IWANAMI (Y.). Effects of burning on culm number of *Miscanthus sinensis* 1-2. *J. Jap. Soc. Grassld. Sci.*, 1970, 16 (3) : 178-185; 186-191.
- KLETT (W. E.), HOLLINGSWORTH (D.) et SCHUSTER (J. L.). Increasing utilization of weeping lovegrass by burning. *J. Range Mgmt*, 1971, 24 (1) : 22-24.
- KOTHMANN (M. M.), MATHIS (G. W.) et WALDRIP (W. J.). Cow-calf response to stocking rates and grazing systems on native range. *J. Range Mgmt*, 1971, 24 (2) : 100-105.
- KUCERA (C. L.) et DAHLMAN (R. C.). Root-rhizome relationships in fire-treated stands of big bluestem, *Andropogon gerardi* Vitman. *Am. Midl. Nat.*, 1968, 80 (1) : 268-271.
- LEBRUN (J. P.). La végétation de la plaine alluviale au Sud du Lac Edouard. Institut des Parcs Nationaux. Congo Belge - Bruxelles, 1947, 800 p.
- LOUW (J. G.). The influence of frequency of cutting on the yield, chemical composition, digestibility and primitive value of some grass species. *Onderstepoort J. vet. Sci.*, 1938, 11 : 163-244.
- MORLEY (F. H. W.), BENNETT (D.) et MCKINNEY (G. T.). The effect of intensity of rotational grazing with breeding ewes on *Phalaris* - subterranean clover pastures. *Aust. J. exp. Agric. anim. Husb.*, 1969, 9 (36) : 74-84.
- OLD (S. M.). Microclimate, fire and plant production in an Illinois prairie. *Ecol. Monogr.*, 1969, 39 (4) : 355-384.
- PURCELLE (D. L.) et LEE (G. R.). Effects of season and of burning plus planned stocking on mitchell grass grasslands in Central Western Queensland. Agriculture Branch, Department of Primary Industries, Brisbane, Australia. In : natural grasslands, woodlands and shrublands, pp. 66-69.
- SHAW (N. H.) et BISSET (W. J.). Characteristics of a bunch spear grass (*Heteropogon contortus*) (L.) (Beauv) pasture grazed by cattle in subtropical Queensland. *Aust. J. agric. Res.*, 1955, 6, 539-552.
- SMITH (C. A.). Studies on the *Hyparrhenia* veld of Zambia. 7. The effects of cattle grazing veld and dambo at different stocking rates. *J. agric. Sci., Camb.*, 1966, 66 (1) : 49, 56 (CSIRO, Lawes, Queensland, Aust.).
- SOUTHWELL (B. L.) et HUGHES (R. H.). Beef cattle management practices for burned and unburned pine-wiregrass ranges of Georgia. Res. Rep. 14. Ga agric. Exp. Stns, 1967, 19 p.
- STOBBS (T. H.). The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. 3. Rotational and continuous grazing. *Trop. Agric. Trin.*, 1969, 46 (4) : 293-301.
- STOBBS (T. H.). The use of liveweight gain trials for pasture evaluation in the tropics. 6. A fixed stocking rate design. *J. Br. Grassld. Soc.*, 1970, 25 (1) : 73-77.
- 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.
- TRLICA (M. J.) et SCHUSTER (J. L.). Effects of fire on grasses of the Texas High Plains. *J. Range Mgmt.* 1969, 22 (5): 329-333.
- VALENZA (J.). Survey of different types of natural pasture land in the Senegal Republic. Proc. 11 th int. Grassld. Congr., Surfers Paradise, 1970, pp. 78-82.
- VAN RENSBURG (H. J.). Grass burning experiments, on the Msima River Stock Farm, Southern Highlands, Tanganika. *E. Afr. Agric. J.*, 1952, 17: 1-11.
- VAN RENSBURG (H. J.). Fires and their affect on pastures. F.A.O. Working Paper 1964 n° 5 Addis-Ababa, 1964. In : F.A.O. Aménagement et utilisation des pâturages, Afrique Orientale 1969.
- VENTER (A. D.) et DREWES (R. H.). A flexible system of management for sourveld in Natal. *Proc. Grassld. Soc. S. Afr.*, 1969, 4: 104-107.
- WINKS (L.), O'GRADY (P.), EDGLEY (W.) et STOKOE (J.). Performance of steers in north Queensland grazing a tropical legume-grass pasture at two stocking rates on two soil types. *Proc. Aust. Soc. anim. Prod.*, 1970, 8: 450-454.
- WRIGHT (H. A.). Effect of spring burning on tobosa grass. *J. Range Mgmt.*, 1969, 22 (6): 425-427.

## Extraits-Analyses

*N.D.L.R.* - Ces analyses sont également publiées sur fiches bristol (\*) de format 10 × 15 cm, et peuvent être demandées directement à : I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort.

### Maladies à virus

74-059 **BOURDIN (P.), LAURENT (A.).** — Note sur l'écologie de la peste équine africaine (P.E.A.). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2) :

L'analyse des faits et travaux concernant l'écologie de la P.E.A. montre que cette affection sévit à l'état endémique dans les pays à climat tropical sec et périodiquement déborde au Sud et au Nord vers les pays voisins. Le cheval est très sensible au virus mais, dans les pays où la P.E.A. est ancienne, il a acquis une immunité naturelle solide. Le mode de transmission s'apparente à celui des arbovirus, deux vecteurs sont incriminés : les moustiques et les culicoïdes. Dans la nature, l'isolement du virus est difficile et n'a été réalisé que chez *Culicoides* spp. La multiplication du virus chez les deux vecteurs reste encore à prouver. Le réservoir est hypothétique et sa détermination, peu importante pour les zones d'endémie, est essentielle pour les pays indemnes. Une enquête sérologique récente faite en fixation du complément chez 1 500 chevaux sénégalais, révèle que 60 p. 100 des chevaux, vivant en zone d'élevage intensif ou en zone sylvo-pastorale, ont eu un contact récent avec le virus. On peut penser que cette zone représente une niche écologique où le virus se maintient dans son cycle fondamental.

74-060 **MARTEL (J.L.).** — La fièvre aphteuse en Ethiopie. Distribution des sérotypes de virus aphteux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2) :

En faisant la synthèse d'informations d'origines diverses, la présente note donne l'inventaire des types de virus aphteux isolés en Ethiopie de 1957 à 1973.

Les trois types O, A et C ont été identifiés, mais aucun virus des types S.A.T. n'a été isolé bien que ceux-ci existent dans les pays limitrophes.

Le système de transport du bétail sur pied, le long des routes commerciales traditionnelles, contribue largement à la dissémination des virus à l'intérieur du territoire éthiopien.

74-061 **CORTHER (G.) et AYNAUD (J.-M.).** — Maladie des muqueuses : mise en évidence de variations antigéniques entre diverses souches à l'aide de la technique de séroneutralisation en culture cellulaire. *Ann. Rech. vét.*, 1973, 4 (1) : 79-86. (Résumé).

A l'aide d'un test de réduction du nombre d'unités formant des plages en culture cellulaire, il a été mis au point une technique de séroneutralisation à sérum constant (1/20) et virus variable qui a permis de comparer l'activité antigénique de 17 souches du virus de la maladie des muqueuses d'origines variées.

Des sérums, dirigés contre la souche Oregon C<sub>2</sub>V et la souche de référence NADL, présentent une activité neutralisante fonction de la souche de virus

testée. Des différences sérologiques significatives entre les souches de virus étudiées ont été mises en évidence. Mais les valeurs des index de neutralisation ne permettent pas de classer les virus en groupes sérologiques distincts. La détermination du nombre exact de groupes est conditionnée par l'étude comparée de l'activité neutralisante d'un plus grand nombre d'antisérums spécifiques des variants sérologiques les plus représentatifs.

- 74-062 **BROWN (A. L.), MERRY (D. L.), BECKENHAUER (W. H.). — Vaccin antirabique vivant modifié préparé à partir de la souche Flury H.E.P. passée sur une lignée de cellules de rein de chien; étude chez le chien de la durée de l'immunité durant trois ans.** (Modified live-virus rabies vaccine produced from Flury high egg-passage virus grown on an established canine kidney cell line: three-year duration of immunity study in dogs). *Am. J. vet. Res.*, 1973, **34** (11): 1427-1432.

Les auteurs ont vacciné 6 groupes de chiens par voie intramusculaire ou par voie sous-cutanée en utilisant la dose vaccinale habituelle ou des dilutions au 1/10 et au 1/100 de cette même dose.

La recherche de l'immunité a été effectuée d'une part par la recherche des anticorps neutralisants dans le sérum de chiens vaccinés, d'autre part par l'épreuve de ces animaux au moyen d'une souche de virus des rues 41 mois après la vaccination pour les trois groupes vaccinés en I.M. et 38 mois après pour les trois groupes vaccinés en S.C.

Tous les chiens vaccinés par la voie I.M. ont résisté à l'épreuve à l'exception d'un seul qui avait reçu la dilution au 1/100. Chez les chiens vaccinés en S.C., 17 sur 29 seulement furent protégés par la dose habituelle, mais un très faible taux de protection fut obtenu chez les chiens qui avaient reçu les dilutions au 1/10 et au 1/100. Tous les animaux témoins moururent de rage.

Les tests sérologiques ont montré que la voie intramusculaire provoquait une meilleure réponse immunitaire; cette réponse dépendait également de la quantité de vaccin injectée.

- 74-063 **CHIFNEY (S. T. E.), MARTIN (W. B.), ERGIN (H.) et KOYLU (A.). — Facteurs relatifs à la production des vaccins atténués contre la clavelée.** (Factors associated with the production of attenuated sheep pox vaccines). *Res. vet. Sci.*, 1973, **14** (1): 62-68.

Les auteurs décrivent un procédé de production de vaccins contre la clavelée sur culture de cellules rénales de veau, en couche monocellulaire. Dans le système utilisé, c'est seulement à la 51<sup>e</sup> heure que le virus commençait à se libérer des cellules; cette production virale restait faible à cause de la lenteur de la multiplication du virus et du détachement précoce de la couche cellulaire. Ce rendement n'a pas été amélioré par l'infection de cellules en nappe discontinue. Un seul cycle de congélation-décongélation suffisait à libérer le virus des cellules, bien qu'un traitement facultatif aux ultra-sons ait permis d'améliorer le rendement de cette libération. La lyophilisation est faite avec de la peptone à 5 p. 100 ou mieux encore avec de l'hydrolysate de lactalbumine à 2,5 p. 100 additionné ou non de saccharose.

Ces vaccins se sont bien conservés à — 20° C pendant un an. Au moment de l'emploi, le vaccin est reconstitué et dilué à 1/200 avec de l'eau distillée; dans ces conditions, la demi-survie de la suspension virale était de 31 jours à 4° C. Le titre de la suspension restait stable à 45° C pendant 2 h 30.

- 74-064 **CONDY (J. B.). — La survie du virus de la fièvre aphteuse chez le buffle africain sans transfert de l'infection au bétail domestique.** (The survival of foot-and-mouth disease virus in african buffalo with non-transference of infection to domestic cattle). *Res. vet. Sci.*, 1974, **16** (2): 182-185.

Les auteurs décrivent une expérience qui dura deux ans et demi et qui consista à maintenir en cohabitation étroite des bovins sensibles et des buffles africains porteurs de virus. Au cours de cette période aucune transmission de la maladie ne survint du buffle au bétail, alors qu'elle fut vérifiée de buffle à buffle. Le portage de virus a été observé chez ce dernier (et individuellement) pendant une période supérieure à deux ans et quatre mois; durant tout ce délai persistaient de hauts titres en anticorps spécifiques. La durée de l'immunité maternelle passive chez les bufflons était de l'ordre de 3 à 7 mois et des taux d'anticorps semblables à ceux de leur mère furent notés dans les 48 heures qui suivirent leur naissance.



- 74-065 **ROBIN (Y.), BOURDIN (P.), LE GONIDEC (G.), HEME (G.).** — **Virus de la forêt de Semliki et encéphalomyélites équinaes au Sénégal.** *Ann. Microbiol., Inst. Pasteur, 1974, 125 A (2): 235-241.*

A la suite de l'observation de cas d'encéphalomyélites équinaes à Dara et à Kaolack (Sénégal), l'étude de sérums de chevaux convalescents et de contacts a mis en évidence une réaction immunologique très spécifique pour le virus de la Forêt de Semliki (SFV), un arbovirus du groupe A. Une enquête sérologique portant sur 1 266 sérums équinaes provenant de différentes régions du Sénégal a montré que ce virus circulait d'une façon assez intensive. D'ores et déjà, ces résultats — qui demandent confirmation — doivent inciter à la prudence dans la manipulation de ce virus, très largement utilisé pour les études fondamentales.

- 74-066 **RAMYAR (H.), HESSAMI (M.) et GHABOUSSI (B.).** — **La variole caprine : valeur immunogène du virus vaccin modifié sur cultures cellulaires.** *Rec. Méd. vét., 1974, 150 (2): 131-133.*

Les auteurs relatent les résultats obtenus avec une souche atténuée de variole caprine utilisée comme vaccin; l'atténuation a été obtenue au moyen de 56 passages sur cellules de rein de mouton.

Ce vaccin est employé par la voie sous-cutanée et chaque dose vaccinale représente 104 DICT sous le volume de 1 ml.

Les suites vaccinales sont bénignes, sans réduction de lactation et sans risque d'avortement chez les femelles pleines. Les chèvres vaccinées résistent parfaitement à l'épreuve virulente effectuée 14 jours après la vaccination; cette immunité est d'au moins 10 mois.

Ce virus vaccinal ne semble pas diffuser aux animaux non vaccinés.

## Peste bovine

- 74-067 **LEFEVRE (P. C.), DOMENECH (J.).** — **Contrôle sérologique de l'immunité conférée par la vaccination anti-bovipestique en Ethiopie.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1974, 27 (2):*

Une enquête a été effectuée dans la province de Harar en Ethiopie afin de déterminer le pourcentage de bovins porteurs d'anticorps neutralisants après trois années consécutives de vaccination contre la peste bovine. Il en ressort que le vaccin de culture cellulaire produit en Ethiopie est efficace (90 p. 100 des animaux vaccinés sont immuns) et que 80 p. 100 au moins de l'ensemble des animaux sont porteurs d'anticorps anti-bovipestiques. De plus, les auteurs émettent plusieurs hypothèses qui peuvent expliquer le cas des animaux vaccinés ne présentant pas d'anticorps (10 p. 100).

## Maladies bactériennes

- 74-068 **BLANCOU (J. M.).** — **Etude d'un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1973, 27 (2):*

Un vaccin mixte contre le charbon bactérien et le charbon symptomatique peut être fabriqué par addition de spores de *Bacillus anthracis* (capsulées, atténuées) à une culture totale de *Clostridium chauvoei* neutralisée par la Bêta-propiolactone. Le pH (4) n'est pas rectifié après l'addition de 1 p. 100 d'alun de potassium (adjuvant), ce qui préserve ultérieurement le vaccin des contaminations bactériennes.

A la dose de 2 ml (par voie sous-cutanée) chez les bovins, les épreuves d'innocuité et d'efficacité habituellement exigées sont respectées. Plus de 6 millions de doses de ce vaccin ont été employées jusqu'ici sans aucun incident ni rupture d'immunité.

## Mycoplasmoses

- 74-069 **PROVOST (A.)**. — **Prophylaxie et vaccination dans la péripneumonie bovine. Evolution des techniques et applications pratiques actuelles.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2) :

Après avoir montré qu'à l'heure actuelle la prophylaxie médicale de la péripneumonie est la seule méthode de lutte pragmatiquement valable en Afrique et indiqué les facteurs limitant l'activité des vaccins anti-péripneumoniques, l'auteur passe en revue les différents immunigènes préconisés. Il conclut qu'en l'absence de vaccin idéal, reflétant en fait notre méconnaissance de l'immunité dans la maladie, la vaccination doit s'appuyer sur la souche T<sub>1</sub>, ou éventuellement sur la souche KH<sub>3</sub>J, pour la prophylaxie de masse, et sur la souche T<sub>2</sub> pour l'intervention dans les foyers.

- 74-070 **REVELL (S. G.)**. — **Réactions locales consécutives à la vaccination contre la péripneumonie contagieuse en Zambie.** (Local reactions following C.B.P.P. vaccination in Zambia). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1973, 5 (4) : 246-252.

Cet article rapporte les résultats d'une enquête sur les réactions locales consécutives à la vaccination au toupillon de la queue avec la souche T<sub>4</sub> lyophilisée préparée au laboratoire de Dakar. Après une première vaccination dans un foyer aigu de péripneumonie, il y a eu un pourcentage global de perte de toupillon de 17 p. 100 chez le bétail adulte. Après une seconde vaccination effectuée entre 6 et 8 mois après la précédente, ce pourcentage de perte tomba à 0,3 p. 100. Une troisième vaccination pratiquée après un intervalle de temps semblable n'entraîna aucune nouvelle perte de l'extrémité de la queue. Des lésions au site de l'injection, des œdèmes uni- ou bilatéraux de la région ischiatique et des œdèmes du périnée furent aussi observés. A la suite de la première vaccination, la fréquence des réactions locales était beaucoup plus grande dans les troupeaux de zone infectée que dans les troupeaux voisins de zone encore indemne. La tylosine s'est montrée très efficace dans le traitement des réactions locales sévères.

- 74-071 **KAKOMA (I.), MASIGA (W. N.) et WINDSOR (R. S.)**. — **Détection d'une immunoconglutinine chez le bétail atteint de péripneumonie contagieuse : mise en évidence de phénomènes auto-immunitaires.** (Detection of immunoconglutinin in cattle with contagious bovine pleuropneumonia : evidence of auto-immunity). *Res. vet. Sci.*, 1973, 15 (1) : 101-105.

2 p. 100 seulement de bovins normaux possèdent un niveau décelable d'immunoconglutinine. Les animaux guéris de péripneumonie, et qui sont donc immuns, ont un haut titre persistant d'immunoconglutinine, atteignant jusqu'à 1 250 unités K 100 par ml. Les animaux vaccinés ont aussi cette même réponse, mais à un titre moins élevé que les animaux convalescents. Ces constatations apportent des arguments supplémentaires à l'existence de phénomènes auto-immunitaires dans la pathogénie de la péripneumonie.

- 74-072 **WINDSOR (R. S.) et BOARER (C. D. H.)**. — **Un nouvel antigène pour intradermo-réaction applicable au diagnostic de la péripneumonie contagieuse.** (A new intradermal test antigen for the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia). *Res. vet. Sci.*, 1973, 15 (1) : 125-128.

Les auteurs décrivent la préparation d'un antigène de membrane de *Mycoplasma mycoides*, dont le principe essentiel est de traiter par des centrifugations différentielles une suspension lavée de *M. mycoides* déjà soumise à un traitement par les ultra-sons. Le culot final obtenu est lyophilisé après ajustement du taux de protéines à 1 mg/ml; cet antigène contient un taux de galactane compris entre 5 et 7 p. 100 et les auteurs admettent, après bien d'autres, qu'il faut accepter la présence de ce polyside dans le réactif.

Une expérience effectuée sur un petit nombre d'animaux (5 bovins indemnes et 5 bovins artificiellement infectés par intubation intrabronchique) n'a pas révélé de fausses réactions positives; il est apparu que la réaction des animaux infectés était diphasique : un œdème initial rapide, puis une réponse secondaire visible au bout de 24 heures est constituée par un nodule très circonscrit. Les résultats de cette expérience ne diffèrent pas de ceux qui ont été précédemment obtenus.

- 74-073 **KAKOMA (I.) et STONE (S. S.).** — L'apparition d'anticorps Forssman dans le sérum des bovins atteints de péripneumonie ou vaccinés contre celle-ci. (The development of Forssman antibody in the sera of cattle following vaccination and infection with contagious bovine pleuropneumonia). *Res. vet. Sci.*, 1974, 16 (2) : 143-146.

Les bovins ne possèdent pas d'antigènes Forssman et, à l'état naturel, n'ont que de très bas titres en anticorps correspondants. Après infection ou vaccination avec *Mycoplasma mycoides var. mycoides* (qui contient l'antigène Forssman), des anticorps spécifiques apparaissent dans le sérum de ces animaux, un peu avant les anticorps fixant le complément et, dans le cas des animaux vaccinés, ils durent beaucoup plus longtemps. L'anticorps Forssman est d'abord une macroglobuline comme l'indique sa sensibilité au 2-mercaptoethanol. Les auteurs discutent de l'importance du système Forssman sur le plan du sérodiagnostic.

## Maladies à protozoaires

- 74-074 **McHARDY (N.), SIMPSON (R. M.).** — Traitement par le Dipropionate d'Imidocarbe, de l'anaplasmose et de la babésiose au Kenya. (Imidocarb dipropionate therapy in kenyan anaplasmosis and babesiosis). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1974, 6 (2) : 63-70.

Le pouvoir curatif et stérilisant du dipropionate d'Imidocarbe dans les infections expérimentales par passages à la seringue des souches kényanes d'*Anaplasma marginale* et *Babesia bigemina* a été évalué. Des veaux splénectomisés en parasitémie ascendante à *B. bigemina* ont été rapidement guéris par injection sous-cutanée d'imidocarbe à 1 mg/kg et des génisses faiblement parasitées ont été débarrassées de *B. bigemina* par des doses d'imidocarbe jusqu'à 0,5 mg/kg.

Des génisses en parasitémie ascendante à *A. marginale* ont été rapidement guéries par l'injection sous-cutanée de 3 mg/kg de dipropionate d'imidocarbe, mais deux doses de 6 mg/kg administrées à deux semaines d'intervalle n'ont pas réussi à stériliser les infections des génisses connues comme porteuses d'*A. marginale*.

- 74-075 **ADAMS (L. G.), TODOROVIC (R. A.).** — Efficacité chimiothérapeutique de l'imidocarb dihydrochloride dans l'élimination de l'anaplasmose bovine et de la babésiose simultanées. I. Les effets d'un unique traitement. (The chemotherapeutic efficacy of imidocarb dihydrochloride on concurrent bovine anaplasmosis and babesiosis. 1. The Effects of a Single Treatment). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1974, 6 (2) : 71-78.

L'efficacité de ce produit administré à l'occasion d'une unique injection à la dose de 1, 2 et 2,5 mg/kg contre l'anaplasmose et la babésiose simultanées est rapportée. La dose de 2 à 2,5 mg/kg inhibe rapidement le développement aigu de parasitémies dues à la fois à *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* et *Babesia argentina*; cependant la dose de 1 mg/kg n'a qu'un effet modeste sur *A. marginale*, alors qu'il conserve toute sa valeur contre *B. bigemina* et *B. argentina*.

A la dose de 1, 2 et 2,5 mg/kg, ce corps entrave le développement de l'immunité dans les accès aigus dus à *Babesia* spp. rendant les veaux plus sensibles à de nouvelles attaques de babésioses. L'inhibition de parasitémie à base de *A. marginale* est directement en rapport avec l'accroissement de la dose d'imidocarb dihydrochloride; toutefois, la recrudescence et la persistance après traitement de parasitémies sont plus fréquentes après usage de doses élevées.

- 74-076 **ADAMS (L. G.), TODOROVIC (R. A.).** — Efficacité chimiothérapeutique de l'imidocarb dihydrochloride dans l'élimination de l'anaplasmose bovine et de la babésiose simultanées. II. Les effets des traitements multiples. (The chemotherapeutic efficacy of imidocarb dihydrochloride on concurrent bovine anaplasmosis and babesiosis. II. The Effects of Multiple Treatments). *Trop. anim. Hlth Prod.*, 1974, 6 (2) : 79-84.

Des veaux porteurs sains d'*Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* et *Babesia argentina*, traités à 5 ou 10 reprises, en intramusculaire avec 2,5 mg/kg de ce corps, à 48 heures d'intervalle, éliminent les Babésies mais non les Anaplasmes.

Les parasitémies deviennent microscopiquement nuisibles dans les quatre jours qui suivent la première injection et avec accroissement significatif, dans les dix-huit jours, des éléments cellulaires sanguins. Des accidents mortels ont été observés sur cinq à six veaux, à la suite de traitements comportant dix injections intramusculaires de 2,5 mg/kg d'Imidocarb dihydrochloride à 48 heures d'intervalle.

## Trypanosomose

- 74-077 **JAMES (D. M.), FREGENE (A. O.), SALOMON (K.).** — Action de l'irradiation sur l'inféctivité et l'immunogénicité de *Trypanosoma brucei*. (The effect of irradiation on infectivity and immunogenicity of *Trypanosoma brucei*). *J. Parasit.*, 1973, **59** (3): 489-492.

Des suspensions diluées de *T. brucei*, irradiées à 42 000 rads de Césium-radiation gamma 137, peuvent être suffisamment atténuées pour augmenter de façon significative la survie de rats ayant été inoculés avec 10<sup>6</sup> parasites.

Les rats inoculés trois fois ou plus avec des parasites atténués ont résisté à l'inoculation d'épreuve avec des parasites non irradiés. Cela s'est manifesté par une augmentation de la survie après l'inoculation et chez quelques animaux par une immunité totale.

## Parasitologie

- 74-078 **BUSSIÉRAS (J.), AMEGEE (E.), BAIN (O.).** — Les onchocercoses des bovins togolais à *O. dukei* et *O. dermati*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (2):

Les bovins togolais sont très fréquemment atteints de deux onchocercoses à caractère nodulaire: une onchocercose musculaire et sous-cutanée, due à *O. dukei* Bain, Bussieras et Amégee, 1974 et une onchocercose dermique, due à *O. dermati* Bain, Bussieras et Amégee, 1974.

- 74-079 **GRABER (M.).** — La distomatose du lapin domestique à *Fasciola gigantica*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (2):

Douze lapins français reçoivent chacun 30 à 200 Métacercaires de *Fasciola gigantica* de 18,64 et 158 jours, conservées à + 4° C.

Trois animaux réagissent positivement à l'infestation expérimentale, mais une seule Douve a été recueillie dans le parenchyme hépatique.

L'auteur compare ces résultats à ceux obtenus dans d'autres pays. Il constate que le lapin réagit irrégulièrement à l'infestation par *Fasciola gigantica* et que sa réceptivité varie en fonction des souches utilisées et du nombre de Métacercaires administrées.

- 74-080 **HUSSEIN (M. F.).** — Schistosomose animale en Afrique: Revue de *Schistosoma bovis* et *Schistosoma mattheei*. (Animal schistosomiasis in Africa: a review of *Schistosoma bovis* and *Schistosoma mattheei*). *Vet. Bull.*, 1973, **43** (7): 341-347.

D'après les données bibliographiques rassemblées sur *S. bovis* et *S. mattheei*, l'auteur passe en revue successivement l'histoire et la répartition géographique de ce parasite, sa taxonomie, ses hôtes et son cycle évolutif. Il étudie ensuite les aspects cliniques, la pathogénie, le diagnostic et enfin la prophylaxie et la chimio-

thérapie de la schistosomose. Cent trente-six références terminent cet article qui fait le point sur cette parasitose en Afrique.

- 74-081 **SACHS (R.), GIBBONS (L.M.), LWENO (M.F.).** — **Espèces d'*Haemonchus* chez des ruminants domestiques et sauvages en Tanzanie, Afrique de l'est, avec description de *H. dinniki* n. sp.** (Species of *Haemonchus* from domestic and wild ruminants in Tanzania, East Africa, including a description of *H. dinniki* n. sp.). *Z. Tropenmed. Parasit.*, 1973, 24 (4) : 467-475.

Au cours d'une étude sur des ruminants sauvages et domestiques en Tanzanie, *Haemonchus bedfordi*, *H. contortus*, *H. mitchelli*, *H. vegliai*, *H. similis* et *H. dinniki* n. sp. ont été trouvés dans la caillotte de nombreux hôtes. *H. dinniki* est très voisin de *H. similis* mais se différencie par la forme du rayon dorsal, celle du gubernaculum et la position des barbes sur les spicules. Une liste est donnée des hôtes de ces parasites ainsi que des diagrammes de détermination des six espèces d'*Haemonchus*. Leurs répartitions chez les différents hôtes et l'épizootologie sont discutés.

- 74-082 **UENO (H.), ALVAREZ (J.M.), MERGEN (A.M.R. de), CABRAL (A.F.), BODDEN (H.A.Q.).** — **Experimentations avec le Rafoxanide, le sulfoxide de Bithionol et le Niclofolan contre *Fasciola hepatica* chez des bovins de République Dominicaine.** (Field trials with Rafoxanide, Bithionol sulfoxide and Niclofolan against *Fasciola hepatica* in cattle in the Dominican Republic). *Nat. Inst. anim. Hlth. Quart.*, 1973, 13 (2) : 69-74.

L'action fasciolicide de trois composés a été comparée : le rafoxanide (3-5 diiodo-3'-chloro-4'- (p-chlorophenoxy)- salicylanilide), le sulfoxide de bithionol (bis (2-hydroxy-3,5-dichlorophenyl) sulfoxide) et niclofolan (5,5'-dichloro-2,2'-dihydroxy 3,3'-dinitro-bisphenyl). L'action du rafoxanide a été étudiée particulièrement contre l'infection naturelle à *Fasciola hepatica* chez des bovins provenant de plusieurs exploitations contaminées en République Dominicaine. Cent vingt-cinq bovins non laitiers, y compris des veaux, ont été choisis et répartis en cinq groupes d'expérience. L'examen fécal a été réalisé périodiquement à intervalles de quatre semaines jusqu'à vingt semaines après le traitement.

Sur les trois composés utilisés, le Rafoxanide aux doses orales de 7,5, 10 ou 15 mg/kg de poids vif a provoqué la réduction la plus spectaculaire d'œufs de parasites chez les bovins. Cette réduction s'est prolongée pendant au moins vingt semaines. Aucun effet secondaire n'a été observé chez les bovins traités.

Ceux ayant reçu 30 mg/kg de sulfoxide de bithionol ont également montré une nette réduction des œufs durant quatre semaines après le traitement.

Cependant, les œufs de *Fasciola* ont réapparu ensuite et se sont multipliés progressivement.

Le niclofolan à la dose de 3 mg/kg a réduit de façon notable le nombre d'œufs de *Fasciola* durant un temps relativement long.

- 74-083 **UPATHAM (E.S.), STURROCK (R.F.).** — **Recherches sur l'action d'autres animaux aquatiques sur l'infection de *Biomphalaria glabrata* par les miracidies de *Schistosoma mansoni*.** (Field investigations on the effect of other aquatic animals on the infection of *Biomphalaria glabrata* by *Schistosoma mansoni* miracidia). *J. Parasit.*, 1973, 59 (3) : 448-453.

Cinq animaux aquatiques (deux mollusques, *Physa marmorata* et *Pomacea glaucus*, un poisson, *Pocilia reticulata*, une crevette, *Atya innocens* et des têtards de *Bufo marinus*) ont été utilisés comme attractifs pour évaluer leur action sur l'infection de *Biomphalaria glabrata* par les miracidies de *Schistosoma mansoni* dans leur milieu naturel.

Les cinq espèces ont provoqué la diminution du taux d'infection de *Biomphalaria*.

Le degré de réduction était directement proportionnel au logarithme de la surface de ces espèces et inversement proportionnel au logarithme de la concentration miracidienne. La combinaison des espèces attractives a réduit l'action de l'espèce la plus efficace (*P. marmorata*).

A Ste-Lucie, il semble improbable que ces cinq animaux empêchent la transmission naturelle de *S. mansoni* bien qu'ils puissent limiter sa gravité. Les implications de ces observations dans les programmes de lutte contre la schistosomose basée sur la chimiothérapie ou l'utilisation de molluscicides sont discutées.

## Physiologie

- 74-084 **AMAKIRI (S.F.)**. — Mesures des glandes sudoripares chez quelques races bovines de climat tempéré et tropical au Nigéria. (Sweat gland measurements in some tropical and temperate breeds of cattle in Nigeria). *Anim. Prod.*, 1974, 18 (3) : 285-291.

Les bovins Muturu (*Bos taurus*) ont une densité plus élevée de glandes sudoripares dans la peau (2 208/cm<sup>2</sup>) que les N'Dama (*Bos taurus*) (1 776/cm<sup>2</sup>) et les White Fulani (*Bos indicus*) (1 584/cm<sup>2</sup>). Le volume moyen d'une glande est de 10,46, 4,95 et 3,06 × 10<sup>9</sup> μm<sup>3</sup> et le rapport diamètre/longueur des glandes atteint respectivement 3,97 chez les N'Dama, 3,85 chez les Muturu et 3,15 chez les White Fulani.

Les résultats d'études semblables réalisées avec des bovins Frisons Allemands dans le même milieu donnent une surface glandulaire de 1 968/cm<sup>2</sup>, un volume moyen de glandes de 14,1 × 10<sup>9</sup> μm<sup>3</sup> et un rapport diamètre/longueur de 5,73.

Les dimensions des glandes sudoripares sont généralement plus élevées chez les Frisons que chez les zébus et les taurins de races locales.

Les différences régionales dans les paramètres sont généralement significatives. Le rapport des résultats avec la possibilité d'adaptation des différentes races au milieu tropical est discuté.

## Alimentation

- 74-085 **FENARDJI F.), KLUR (M.), FOURLON (C.) et FERRANDO (R.)**. — Contribution à l'étude de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba L.*). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2) :

Les auteurs après avoir analysé la composition de l'armoise blanche, oligo-éléments et acides aminés y compris, concluent que c'est là un fourrage particulièrement intéressant pour les moutons des Hauts Plateaux algériens où cette plante pousse en abondance.

- 74-086 **CALVET (H.), VALENZA (J.), BOUDERGUES (R.), DIALLO (S.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.)**. — La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal. I. Analyses bromatologiques, digestibilité *in vivo* et *in vitro*, bilans azotés et minéraux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2) :

La paille de riz est un fourrage abondant au Sénégal : 150 000 t sont disponibles à l'heure actuelle et ces quantités doivent doubler dans les dix années à venir.

Ce fourrage qui, distribué seul, constitue un aliment très incomplet, est actuellement peu et mal utilisé. Afin de déterminer les modalités d'une alimentation rationnelle avec ce fourrage, les auteurs rapportent les résultats des nombreux travaux de laboratoire effectués sur ce sous-produit. La première partie intéresse sa composition chimique, les résultats des digestibilités *in vivo* et *in vitro*, les bilans azotés et minéraux.

- 74-087 **BRESSANI (R.), ESTRADA (E.), ELIAS (L.G.), JARQUIN (R.), URRUTIA DE VALLE (L.)**. — Pulpe et parche de café. IV. Effet de la pulpe de café déshydratée dans la ration de rats et de poulets. (Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos). *Turrialba*, 1973, 23 (4) : 403-409.

De nombreuses études sur des rats jeunes et adultes ainsi que sur de jeunes poulets ont été réalisées pour évaluer leur tolérance à des taux accrus de pulpe de café dans leurs rations. La pulpe de café utilisée a été soumise à divers traitements biologique, chimique et physique pour déterminer s'ils augmentent sa tolérance chez les animaux observés.

La pulpe de café hachée et déshydratée a été ajoutée à une ration de base pour rats et poulets en augmentant les pourcentages de 10 à 50 p. 100, en remplacement d'une quantité égale de maïs moulu.



Les résultats montrent qu'à mesure que le taux de pulpe de café augmente dans la ration, le gain de poids moyen des animaux diminue. De même la ration alimentaire diminue. Des rations contenant 30 p. 100 de pulpe de café ou plus provoquent une mortalité élevée en moins de 3 jours aussi bien chez les rats que chez les poulets, avec des symptômes variés mais toujours avec hémorragie.

Il est mis en évidence que le rat adulte est plus résistant à la pulpe de café que les jeunes rats et que ces derniers s'adaptent à des pourcentages relativement élevés de pulpe dans leur ration à condition que ces pourcentages soient augmentés progressivement. Les poulets semblent être plus sensibles que les jeunes rats blancs.

Les résultats montrent également que la fermentation de la pulpe de café avant déshydratation partielle supprime les facteurs responsables des effets contraires observés, permettant une meilleure performance des animaux. D'autre part, la conservation prolongée de pulpe de café déshydratée provoque une diminution de la teneur en caféine et abaisse la mortalité chez les rats.

## Zootechnie

- 74-088 **COZZI (P.)**. — Les principales populations bovines de l'Afrique. (Le principali popolazioni bovine dell'Africa). *Rivista Agric. subtrop. trop.*, Firenze, 1973, 67 (1-12): 24-55.

L'auteur étudie les bovins qui existent actuellement en Afrique. Ils dérivent en grande partie du *Bos indicus* et dans une plus petite mesure du *Bos taurus*. Ces deux espèces sont à l'origine, avec des immigrations et des superpositions successives, des populations africaines actuelles qui peuvent être classées de la façon suivante: les taurins macrocères représentés par les bovins N'Dama et par les bovins du lac Tchad; les taurins brachycères représentés par les populations bovines de l'Afrique septentrionale et par le bovin nain du Golfe de Guinée; les zébus représentés par les populations de l'Afrique occidentale et orientale, les Sanga de l'Afrique centro-méridionale; les métis de plus récente formation. L'auteur décrit en détail chaque type de bovins et prend en considération les caractéristiques plus marquées.

- 74-089 **WAYMAN (O.), CAMPBELL (C.M.), REIMER (D.), DONOHO (H.R.) et NAKAMURA (R.M.)**. — Reproduction des bovins en zone tropicale humide. (Beef cattle reproduction in the wet tropics). *Int. J. Biometeorol.*, 1973, 17 (2): 135-139.

Aux îles Hawaii, la plupart des fourrages locaux ne sont pas d'une qualité assez bonne pour fournir les nutriments nécessaires à la croissance des génisses en vue d'une reproduction précoce. En devenant adulte, l'animal est capable d'utiliser du fourrage de faible qualité pour son entretien et la reproduction. Tous les paramètres de croissance corporelle et de développement des organes sexuels ont augmenté de façon très significative ( $p < 0,001$ ) en alimentant les génisses sevrées à 8 mois de façon à obtenir un gain de poids quotidien de 450 g jusqu'à l'époque de reproduction. Chez les animaux témoins, la croissance du cervix, des cornes utérines et des ovaires était progressive, mais à 17 mois ils n'avaient pas dépassé le stade infantile, alors que la plupart des génisses ayant reçu un complément alimentaire étaient bonnes pour la reproduction ou en gestation.

- 74-090 **GUSMAO (R. PINTO de)**. — Conditions et techniques de l'élevage à viande dans la région d'Aracatuba (Etat de São Paulo (Brésil)). In: *Aspects de l'agriculture commerciale et de l'élevage au Brésil. Trav. Doc. Geogr. trop., C.E.G.E.T.*, 1973 (11): 123-169.

Le bétail d'origine indienne, arrivé au Brésil au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, trois cents ans après l'introduction du bétail européen, a rapidement pris de l'importance, et occupe à présent la première place dans le troupeau national. Il n'est pas homogène: différentes races sont représentées. L'auteur examine les conditions naturelles, qui sont assez favorables à l'élevage dans la région d'Aracatuba; climats de transition à températures modérées, plateaux d'altitude moyenne, végétation herbeuse qui s'est substituée par défrichage et culture à une couverture forestière encore représentée par des forêts-galeries peu étendues.

Il existe plusieurs types d'élevage, inégalement pratiqués, qui diffèrent par les buts poursuivis (de l'élevage naisseur à l'embouche) et traduisent une certaine spécialisation des fazendas. Mais celles-ci sont loin d'atteindre partout un même niveau technique. Les plus nombreuses pratiquent l'invernada, c'est-à-dire l'embouche semi-intensive de bêtes achetées maigres et qui séjournent un an environ sur les prairies; le problème est donc de leur faire gagner le maximum de poids dans le délai le plus réduit. Des recherches sont en cours, et des essais, pour trouver les rations alimentaires, les espèces fourragères, les rotations sur les pâturages qui donneraient les meilleurs résultats. Certains de ceux-ci montrent que le potentiel productif des pâturages tropicaux est assez élevé. Il n'est donc pas surprenant que la valeur de la viande produite de cette façon ait dépassé, dans l'Etat de São Paulo, celle de la production de café. Elle pourrait encore augmenter avec les travaux de sélection du bétail et des techniques de contrôle du troupeau, qui gagneraient à être appliquées plus systématiquement qu'elles ne le sont actuellement.

- 74-091 **VACCARO (L.P. de).** — **Quelques aspects de la performance des bovins laitiers de race pure ou métis sous les tropiques. I. Efficacité reproductrice des femelles.** (Some aspects of the performance of purebred and crossbred dairy cattle in the tropics. I. Reproductive efficiency in females). *Anim. breed. Abstr.*, 1973, **41** (12): 571-591.

L'auteur a rassemblé les récentes données bibliographiques sur la reproduction des bovins laitiers en milieu tropical. Les performances obtenues dans différentes régions avec des Holstein-Frisonne, Brune des Alpes, Jersiaise et d'autres races sont passées en revue. Les facteurs de variation non liés à la génétique tels que la conduite de l'élevage, la saison d'accouplement, l'entretien et l'alimentation des animaux, l'acclimatement sont ensuite étudiés.

Une discussion avec comparaison de toutes ces données termine cet article accompagné d'une importante bibliographie. Les corrélations entre le rendement laitier et les paramètres de fécondité d'une part, les durées des intervalles entre le vêlage et le 1<sup>er</sup> œstrus post partum, d'autre part, sont récapitulées dans deux tableaux.

- 74-092 **VACCARO (L.P. de).** — **Quelques aspects de la performance des bovins laitiers de race pure ou métis sous les tropiques. II. Mortalité et taux de réformes.** (Some aspects of the performance of european purebred and crossbred dairy cattle in the tropics). *Anim. breed. Abstr.*, 1974, **42** (3): 93-103.

Pour chaque race (Holstein-Frisonne, Brune des Alpes, Jersiaise et autres) et par région, sont étudiés successivement les taux d'avortement et de mortalité, la mortalité des veaux et, pour les femelles adultes, les taux de mortalité, les taux de réformes et la longueur de vie d'un troupeau. L'auteur fait le point sur ces diverses informations recueillies dans la littérature indiquée par 65 références bibliographiques.

- 74-093 **ROZIER (J.), LEPISSIER (H.).** — **La production de viande en Afrique noire francophone.** *Rec. Méd. vét.*, 1974, **150** (4): 305-317. (Résumé).

La production de la viande en Afrique noire francophone est variée, faible, disséminée, irrégulière et éloignée des centres de consommation. Elle est située essentiellement en zone sahélo-soudanaïenne. Des facteurs géographiques, sanitaires, humains et zootechniques font qu'il est difficile d'envisager un accroissement rapide, malgré une demande qui augmente d'année en année. La sécheresse de 1968 et 1972 est venue dramatiser une situation déjà marquée par l'approche d'un déficit.

- 73-094 **WILLIS (M.B.), WILSON (A.).** — **Comparaison des performances de reproduction de bovins Santa Gertrudis et Brahman en milieu chaud et humide. 1. Fécondité et statistiques.** (Comparative reproductive performance of Brahman and Santa Gertrudis cattle in a hot humid environment. 1. Fertility and descriptive statistics). *Anim. Prod.*, 1974, **18** (1): 35-42.

Des données ont été recueillies de 1956 à 1970 sur 192 vaches Brahman mises à la reproduction 1 409 fois (1 199 vêlages) et sur 155 Santa Gertrudis mises à la reproduction 907 fois (847 vêlages). Toutes ont été accouplées naturellement dans le même troupeau, à Cuba. Le pourcentage de vêlages et le pourcentage de veaux sevrés ont été nettement plus favorables chez les Santa Gertrudis avec des moyennes de 92,7 et 85,3 p. 100 respectivement. Le numéro

de vêlage, l'état de lactation et l'année de vêlage ont eu une influence significative sur le taux de vêlages avec des interactions significatives année de vêlage  $\times$  race et état de lactation  $\times$  numéro de vêlage. Les facteurs précédents ont également influencé le nombre de veaux sevrés. La mortalité des veaux a atteint 6,41 p. 100 chez les Brahmans et 5,64 p. 100 chez les Santa Gertrudis mais le nombre de mort-nés est supérieur chez cette dernière race (41,7 p. 100 contre 16,9 p. 100 des animaux morts). La race n'a pas influé sur l'âge au premier ou au dernier vêlage, l'âge de la réforme ou le nombre de veaux par vache qui étaient respectivement de 38,5 mois, 117,1 mois, 130,1 mois et 6,62 veaux pour les Brahmans et 39,3, 111,5, 123,2 et 6,58 pour les Santa Gertrudis. Le taux de gemellité a été faible (moins de 0,4 p. 100) et celui de masculinité élevé (53-54 p. 100) pour les deux races. 30 p. 100 des vaches ont perdu au moins un veau non sevré au cours de leur vie.

- 74-095 **WILSON (A.), WILLIS (M.B.).** — Comparaison des performances de reproduction de bovins Santa Gertrudis et Brahman en milieu chaud et humide. 2. Facteurs influençant l'intervalle entre les vêlages. (Comparative reproductive performance of Brahman and Santa Gertrudis cattle in a hot humid environment. 2. Factors affecting calving interval). *Anim. Prod.*, 1974, 18 (1): 43-48.

Durant une période de 15 ans, 1 011 intervalles entre vêlages ont été observés chez 187 vaches Brahman (B) et 687 chez 146 Santa Gertrudis (SG). L'année de vêlage a eu une influence significative chez les deux races. La saison de vêlage et le numéro de vêlage des mères étaient aussi importants chez les SG. Les intervalles ont été plus longs chez les B que chez les SG (437 contre 406 jours). La possibilité de répétition des intervalles de vêlage était peu élevée ( $< 0,02$ ). L'intervalle moyen entre vêlages était lié de façon significative à la production totale de veaux; les vaches présentant des intervalles moyens plus courts avaient plus de veaux au cours de leur vie.

## Pâturages

- 74-096 **GRANIER (P.), GILIBERT (J.).** — Contribution à l'étude de l'exploitation par rotation des pâturages de savane soudanienne. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, 27 (2):

Les auteurs ont étudié la mise au point d'une technique permettant d'améliorer la production de viande à l'hectare en restant dans le cadre de l'élevage extensif.

Des recherches préliminaires ont montré que l'intégration d'un feu à contre-saison dans une rotation des pâturages permettait de régulariser les disponibilités en herbe au cours de l'année.

Un contrôle de l'évolution de la végétation met en évidence l'influence favorable de technique sur le recouvrement et le maintien en équilibre de la structure de la savane.

Cette technique permet d'obtenir une augmentation de la productivité à l'hectare tout en améliorant les croûts individuels. A partir des résultats obtenus au cours de l'expérimentation sur les variations de la charge, leur influence en élevage extensif est discutée.

- 74-097 **CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (C.I.A.T.),** Cali, Colombia. *Annual report*, 1972, 192 p.

Un certain nombre d'activités de recherche du C.I.A.T. sont orientées sur la production bovine. L'amélioration de la nutrition s'appuie sur l'étude des plantes fourragères. Le Centre dispose d'une collection de 78 génotypes de *Strylosanthes guianensis* (*S. gracilis*). On recherche en particulier la résistance à l'antracnose de la plante. Les études de sélection concernent aussi *Centrosema* spp. *Desmodium intorium* et *Leucaena leucocephala* et les *Rhizobium* adaptés aux conditions édaphiques du pays. Les recherches et expérimentations sur les graminées fourragères sont nombreuses = production de l'hybride interspécifique fertile *Pennisetum typhoides*  $\times$  *P. purpureum*, mode de reproduction de *Brachiaria ruziziensis*, techniques d'établissement de pâturages, notamment des associations graminées-légumineuses, contrôle des adventices, fertilisations azotées de *Pangola* et de *Brachiaria mutica* (Para grass). De spectaculaires augmentations de gain de poids vif (8 fois) ont été obtenues par culture et fertilisation de *Melinis minutiflora* dans des pâturages naturels sur lithosols.

Un troupeau de 500 bovins permet des études de digestibilité, de croisement, de maladies hémoparasitaires, ainsi qu'une approche économique et la pratique de quelques systèmes de production.

74-098 **FRITZ (J.). — Possibilités d'augmentation de la production des pâturages naturels des Hauts de la Réunion.** *Fourrages*, 1973 (55) : 77-82. (Résumé).

Les Hauts de la région sous-le-vent de la La Réunion, entre 1 300 et plus de 1 800 mètres d'altitude, sont partiellement couverts de pâturages naturels dominés soit par la flouve odorante, lorsque les sols sont dégradés, soit par la houlque laineuse. La fertilisation, et en particulier les apports d'engrais azotés, permettent une augmentation sensible de la production. Dans les pâturages à houlque, l'apport de 60 kg/ha/coupe de N permet, en six à sept coupes, de passer de 2 à 12 t/ha/an de matière sèche avec un bon étalement de la production. Le fourrage obtenu est riche en azote et de bonne valeur alimentaire. Dans les zones à flouve, il serait préférable d'apporter une forte fertilisation de redressement et de semer des plantes fourragères de qualité. L'introduction de légumineuses dans le pâturage pourrait être avantageuse.

74-099 **FRITZ (J.). — Quelques données sur la valeur alimentaire de fourrages de La Réunion.** *Fourrages*, 1973 (55) : 93-98. (Résumé).

Des mesures de digestibilité *in vitro* effectuées sur des fourrages d'altitude confirment que la digestibilité des graminées tropicales est inférieure à celle d'une graminée tempérée (fétuque élevée). Pour *Chloris gayana*, la fertilisation azotée aurait un effet bénéfique sur la digestibilité.

Des mesures effectuées en sachets de nylon sur des fourrages cultivés sur le littoral montrent que la digestibilité de *Chloris gayana* est inférieure à celle de *Setaria sphacelata*. Les chiffres obtenus sont tout à fait comparables à ceux cités en Australie. Une production animale intensive ne peut être obtenue qu'avec des compléments énergétiques.

## Bibliographie

74-100 **MARCENAC (L.N.). — Chirurgie générale vétérinaire.** Paris, Maloine, 1974. 636 p., 578 fig., 43 pl. Prix : 250 F.

Le fruit de l'expérience de la pratique quotidienne et d'un enseignement magistral et clinique de celui qui fut l'un des grands maîtres de la chirurgie vétérinaire française nous est enfin livré. Cet ouvrage encyclopédique envisage les bases de la technique chirurgicale commune à toutes les espèces et ses applications aussi bien au cheval, dont l'auteur avait une connaissance quasi parfaite, qu'au bœuf, aux petits ruminants, au chien, au chat, au porc, voire même aux volailles, au lapin et aux petits animaux de laboratoire.

Sont envisagés le matériel de base destiné au praticien rural, l'instrumentation nécessaire à la réalisation de la chirurgie vasculaire de pointe et le mode pratique d'utilisation de tout l'appareillage décrit.

Les techniques proprement dites, sont décrites en détail, et expliquées par les 578 figures et les 43 planches de l'ouvrage. La table des matières permet de juger de l'ampleur du sujet traité :

- Equipement d'un service chirurgical;
- Principes chirurgicaux de base;
- Anesthésie et contention des divers animaux;
- Cathétérisations;
- Ponctions;
- Injections, hémostase;
- Incisions, ligatures...;
- Thermothérapie et cryothérapie;
- Pansements.

La façon très pragmatique dont les sujets sont exposés fait que ce traité rendra les plus grands services à tous ceux qui tant dans les Centres d'Enseignement que dans les Centres de Recherches de Zootechnie ont à dispenser des soins individuels à des animaux de valeur, ou sélectionnés en vue de l'amélioration des cheptels locaux.