

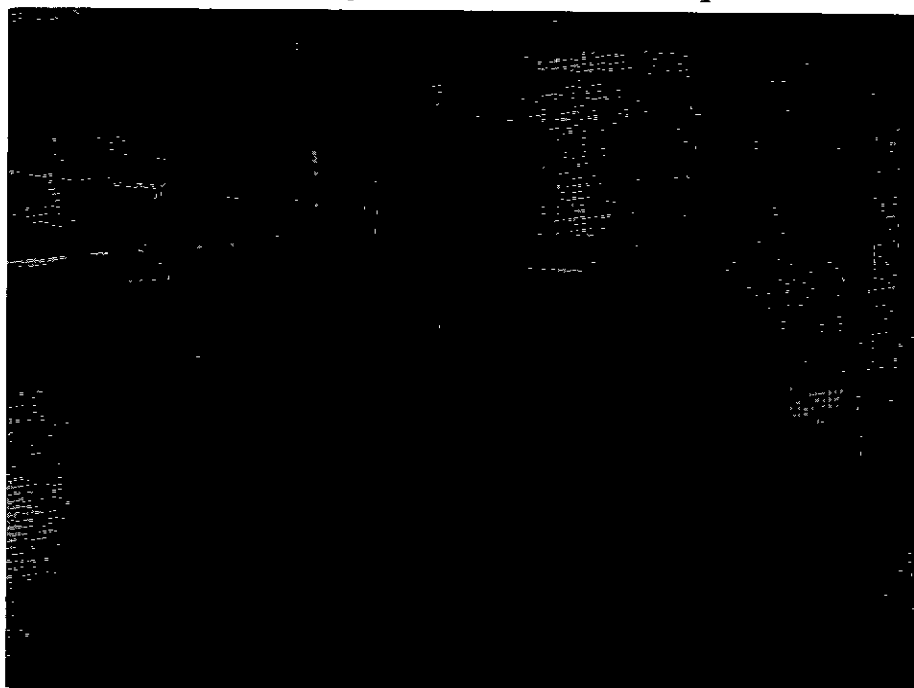
## SOMMAIRE N° 4 — 1969

### TRAVAUX ORIGINAUX :

- RAMISSE (J.), SERRES (H.) et RAKOTONDRAMARY (E.) — Utilisation des cellules KB pour le diagnostic de la maladie de Newcastle et le titrage du virus. .... 443
- PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.) — Comportement clinique et immunologique, lors de contamination bovipestique, de bovins vaccinés depuis plusieurs années contre la peste bovine avec des vaccins de cultures cellulaires ..... 453
- RIOCHE (M.) — Adaptation en microtest de la technique de séroneutralisation par la méthode cinétique pour la recherche et le titrage des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine ..... 465
- PROVOST (A.), BORREDON (C.) et MAURICE (Y.) — Essai de vaccination anti-bovipestique de veaux passivement immuns par anticorps d'origine colostrale avec un vaccin inactivé adjuvé préparé en cultures cellulaires .... 473
- PERREAU (P.), GAYT (P.) et MONNIER (J.) — La méthode d'immunofluorescence et l'identification des mycoplasmes. Application au diagnostic de la péripneumonie ..... 481

(Voir suite page III)

**Remorque destinée aux interventions médicales, chirurgicales et radiographiques sur les grands animaux, ainsi qu'à leur transport.**



**INSTRUMENTS de CHIRURGIE MORIN, 15, Avenue Bosquet - PARIS 7<sup>e</sup>**

## Sommaire (Suite)

GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LEFÈVRE (M.), MÉNARD (M.) et RÉTIF (M.), avec la collaboration technique de DJOKOUI (A.). — Les mycobactéries d'origine animale isolées au centre Muraz de 1965 à 1968. Techniques d'isolement et d'identification. Résultats .....	495
GRABER (M.), BOUCHET (A.), FINELLE (P.), DESROTOUR (J.) et GRENG-DABO (A.). — Le parasitisme du zébu dans l'ouest de la République Centrafricaine. 2) Parasitisme des bouvillons et des adultes.....	509
GRABER (M.) et GRUVEL (J.), avec la collaboration technique de Mesdames BROCK et BRUNET. — Oribates vecteurs de <i>Moniezia expansa</i> (RUDOLPHI, 1810) du mouton dans la région de Fort-Lamy.....	521
SERRES (H.). — L'engraissement des zébus dans la région de Tananarive selon la technique du « bœuf de fosse » .....	529
PIOT (J.). — Végétaux ligneux et pâturages des savanes de l'Adamaoua au Cameroun.....	541

## EXTRAITS — ANALYSES

Maladies à virus.....	561
Peste bovine .....	562
Maladies bactériennes .....	563
Mycoplasmoses .....	563
Parasitologie .....	564

(Voir suite page V)

# ÉTUDES

de toutes installations

## d'abattoirs frigorifiques

### Société d'Études Techniques, Industrielles et Frigorifiques

Société à Responsabilité Limitée. Capital : 60.000 F.

## SÉTIF

17, Rue de Clichy, 17 — Paris-9<sup>e</sup> — Pigalle 39-20

## Sommaire (Suite et fin)

Trypanosomoses .....	565
Entomologie .....	567
Chimiothérapie — Thérapeutique .....	568
Physiologie .....	568
Alimentation — Carences — Intoxications .....	568
Pâturages — Plantes fourragères .....	571
Zootechne .....	574
Production et Industries animales .....	576
Bibliographie .....	577
Résumé de la thèse de doctorat ès sciences naturelles présentée par P. C. MOREL.	581

## INFORMATIONS

Congrès mondial vétérinaire, Mexico, 1971 .....	585
TABLE DES MATIÈRES, Tome XXII, année 1969 .....	589
TABLE DES AUTEURS, Tome XXII, année 1969 .....	600
INDEX GÉOGRAPHIQUE .....	604

Le sommaire de la REVUE D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE VÉTÉRIINAIRE DES PAYS TROPICAUX est signalé dans « CURRENT CONTENTS AGRICULTURAL, FOOD AND VETERINARY SCIENCES », Philadelphia.

## SHEEP BREEDS OF THE MEDITERRANEAN

by I. L. Mason

« This is an outstanding contribution to zootechnical literature which must become a standard reference... Material from 310 references is meticulously and succinctly presented, by productive category and country, in superlative format and typography, supported by 11 distribution maps and 157 plates. » — ASLIB Book List.

Prepared at the request of FAO and published for them by the Commonwealth Agricultural Bureaux. Copies are obtainable from : CAB, Central Sales, Farnham House, Farnham Royal, Bucks., England, or through any major bookseller, at 65 s. 0 d. each.

# evian

Source Cachat

## l'eau du rein

eau oligominérale bicarbonatée  
 calcicomagnésienne fortement diurétique  
 (cure de diurèse en clinostatisme)  
 LITHIASES URINAIRES - HYPERURICÉMIE  
 GOUTTE - NEUROARTHRITE.



100 ml

# Utilisation des cellules KB pour le diagnostic de la maladie de Newcastle et le titrage du virus \*

Par J. RAMISSE, H. SERRES, E. RAKOTONDRAMARY

## RÉSUMÉ

Nous avons étudié le comportement du virus de Newcastle sur les cellules KB. Le virus produit un effet cytopathogène marqué aboutissant à la lyse des cellules. Le test d'hémadsorption est positif avec les hématies de poule. Le liquide surnageant de centrifugation des cultures infectées est faiblement hémagglutinant. Par la technique d'immuno-fluorescence, l'antigène viral apparaît surtout dans le cytoplasme cellulaire. Le virus du 1<sup>er</sup> passage sur KB est vaccinant.

Les virus sauvages peuvent être isolés et caractérisés dans les cultures de KB. Ceci permet un diagnostic facile et assez rapide de la maladie.

Les titrages de virulence des organes de poulets inoculés montrent que la rate et le poumon sont très riches en virus. Quelques organes contiennent du virus décelable dès 24 heures après l'inoculation.

L'utilisation des cellules KB dans le titrage des virus de Newcastle fait apparaître des résultats assez proches de ceux obtenus sur embryons. Les cellules ont une sensibilité plus homogène que les embryons.

Le diagnostic de la maladie de Newcastle n'est pas toujours facile, ni commode. Sur le cadavre les lésions sont de moins en moins pathognomoniques. La réaction d'I. H. A. qui donne des résultats significatifs ne peut pas être employée dans les cas où les antécédents sont mal connus, ou bien s'il s'agit d'une évolution suraiguë, ou si les animaux ont été vaccinés. Le recours à l'inoculation nécessite d'avoir en permanence à sa disposition des poulets neufs ou des embryons sensibles. L'inoculation à des poulets implique un isolement rigoureux des sujets inoculés. Il ne faut pas que les inoculés aient pu se contaminer au préalable, ni qu'ils

puissent mutuellement se contaminer au cas où plusieurs diagnostics sont en cours en même temps. Ces exigences rendent plus incommodes l'inoculation aux poulets comme méthode de diagnostic.

Par ailleurs le titrage des virus qui se fait d'ordinaire sur embryons nécessite un assez grand nombre d'embryons qu'il n'est pas toujours facile de se procurer. De plus dans une série d'embryons, certains peuvent être moins sensibles, car ils sont protégés par des anticorps passifs provenant de la pondeuse vaccinée. Les résultats des titrages sont alors modifiés par l'hétérogénéité des embryons.

Il est permis de penser, par contre, que l'isolement ou le titrage du virus de Newcastle sur des cellules en culture peut dans une certaine mesure pallier les inconvénients des techniques précédentes. Il est connu que le virus de Newcastle cultive bien sur fibroblastes de poulet

\* N. D. L. R. Nous reproduisons « in extenso » l'article original de J. RAMISSE et collaborateurs déjà paru dans le tome XXII, n° 2, mais qu'une erreur de mise en pages avait rendu inintelligible.

(PEREIRA, 1954 ; MASON, 1955) sur les cellules HELA (TYRRELL, 1955), sur les cellules Hep 2 (GELENGZEI et Coll.), sur les cellules rénales de singe (CHANOCK, 1955), de porc (SHIMIZU, 1957), de bovin (BANKOWSKI, 1957 ; PROVOST, 1962), de lapin (BANKOWSKI, 1958).

Les cellules de souche ou de lignée présentent pour le diagnostic un avantage sur les cellules de première explantation. On peut en disposer en permanence, et leur entretien est très facile et peu coûteux.

En 1962 PIGOURY, MICHEL et CHABASSOL ont montré un pouvoir pathogène du virus de Newcastle pour les cellules de la souche KB.

Nous avons pensé qu'il serait peut-être possible d'employer ce système cellulaire pour les diagnostics et les titrages.

Nous avons étudié les propriétés du virus de Newcastle multiplié sur les cellules KB : effet cytopathogène, hémadsorption, hémagglutination, immunofluorescence, pouvoir immunogène. A partir de prélèvements pour diagnostic, nous avons inoculé simultanément des poulets neufs et des cellules KB et nous avons comparé les résultats. Nous avons essayé ensuite de localiser le virus dans l'organisme inoculé (titrage du virus dans les organes, délai d'apparition après l'inoculation). Enfin nous avons titré parallèlement diverses souches de virus sur embryons et sur cellule KB.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1° Système cellulaire :

Les cellules KB nous ont été fournies par l'Institut Pasteur de Tananarive. Nous les cultivons en boîtes de Jouan et en tubes de 16/160. Le milieu de culture est du Earle-hydrolysate de caséine supplémenté avec du Yeast extract (0,5 p. 100) et du sérum de veau (10 p. 100). Le pH du milieu est de 7,3-7,4.

Les cellules sont passées une fois par semaine en les traitant par le versène (sans trypsine). Leur multiplication est très rapide, la nappe est complète en 48 heures. L'entretien de ces cellules est très facile : elles sont peu fragiles, et l'on peut les congeler et les conserver en toute sécurité au congélateur (— 75 °C), soit avec de la glycérine ou du diméthyl-sulfoxyde (à 10 p. 100).

### 2° Virus de Newcastle :

Nous avons travaillé avec des virus sauvages plus ou moins pathogènes provenant de cadavres de poulets amenés au Service de Diagnostics, ou avec des virus entretenus sur embryons de poulet : virus-vaccin avirulent ou virus pathogènes. Les virus entretenus sur embryons sont conservés congelés ou lyophilisés. Ils ont été titrés par inoculation à l'embryon de poulet et par hémagglutination.

### 3° Les embryons de poulet :

Ils sont âgés de 9 jours. Les œufs proviennent de pondeuses vaccinées avec du vaccin vivant.

### 4° Inoculation des poulets, des embryons et des cellules :

— *Virus entretenu sur embryons.* Le liquide allantoïdien infecté est inoculé aux poulets par voie sous-cutanée : 1 ml de virus pur, soit environ 10<sup>6</sup> DMM. Les symptômes et la mortalité surviennent 3 ou 4 jours après. Pour l'inoculation aux embryons, le virus est dilué au 1/3 dans une solution d'antibiotiques (Pénicilline : 500 U/ml — Streptomycine : 500/ug/ml), et l'on injecte 0,1 ml par voie allantoïdienne. Les embryons inoculés sont incubés à 37 °C. On note, au mirage, la mortalité en 48 heures et 72 heures. On ouvre les œufs contenant les embryons morts, pour vérifier la présence des lésions. Une réaction d'hémagglutination est pratiquée sur du liquide allantoïdien. Pour inoculer les cellules KB, le virus est dilué dans la solution de HANKS de 10<sup>-6</sup> à 10<sup>-15</sup>. On rejette le milieu de croissance des tubes, et pour chaque dilution, on inocule 1 ml par tube (3 ou 4 tubes par dilution de virus). L'adsorption se fait pendant 2 heures à la température du Laboratoire, puis on élimine l'inoculum, et l'on introduit le milieu d'entretien qui est analogue au milieu de croissance. L'incubation est faite à 37 °C pendant plusieurs jours. Au 3<sup>e</sup> jour, si les cellules ne sont pas lysées, le milieu est renouvelé. Chaque jour, on note l'effet cytopathogène et sur les cultures positives l'on complète par un test d'hémadsorption avec des hématies de poule lavées.

— *Pour les virus sauvages,* on prélève sur les cadavres les organes : poumons, rate, foie, reins, cerveau et éventuellement le caillot sanguin du

cœur. Si l'on recherche le virus dans un but de diagnostic, on découpe des fragments de ces organes que l'on mélange. On pèse l'ensemble et on immerge ces fragments dans une solution concentrée d'antibiotiques (Pénicilline 500 U/ml, Streptomycine 500/ $\mu$ g/ml) et de Mycostatine (500 u/ml) pendant 10 minutes environ. On retire la solution d'antibiotiques, on broie en présence de sable stérile, puis l'on ajoute la solution de HANKS pour avoir une suspension au 1/10<sup>e</sup>. Le surnageant de centrifugation constitue l'inoculum. On inocule 1 ml aux poulets, 0,1 ml aux embryons et 1 ml aux cellules. Si l'on désire rechercher et titrer le virus dans les divers organes, on broie de la même façon chaque organe séparément. Les dilutions de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-10</sup> sont faites en solution de HANKS. Pour la recherche du virus dans le sang, on hémolyse le sang au congélateur et on le dilue au 1/10<sup>e</sup> (ou plus) dans la solution de HANKS.

Les résultats sont notés comme pour le virus de collection.

#### 5<sup>o</sup> Techniques d'hémagglutination et d'hémadsorption :

La technique d'hémagglutination est décrite dans une publication antérieure (RAMISSE et Coll. 1967). Elle s'applique également aux cultures cellulaires infectées et centrifugées.

L'hémadsorption est pratiquée avec des hématies de poule sélectionnées comme étant hémagglutinables par le virus de Newcastle. On lave les hématies plusieurs fois en eau physiologique tamponnée à pH 7, et l'on prépare une suspension à 0,5 p. 100 en solution de HANKS. On rejette le milieu d'entretien des cellules infectées et l'on introduit environ 1 ml par tube de la suspension d'hématies. Après 5 ou 10 minutes, on lave plusieurs fois avec la solution de HANKS pour éliminer les hématies non fixées. On opère de même avec une culture cellulaire témoin non infectée. Les cultures sont examinées au microscope inversé. Nous avons également fixé avec du Bouin des cultures cellulaires ayant adsorbé des hématies, et nous les avons colorées à l'hémateine-éosine pour les photographier.

#### 6<sup>o</sup> Technique d'immunofluorescence :

Nous avons caractérisé l'antigène viral dans les cellules KB infectées en les traitant avec des

globulines anti-Newcastle conjuguées à l'isothiocyanate de Fluoresceine.

#### *Production et conjugaison des globulines.*

Nous avons immunisé des poulets avec du liquide allantoïdien infecté mélangé à de l'adjuvant de FREUND. Le titre I. H. A. du mélange des sérums de poulet était, en fin d'immunisation, de 1/32.768. Nous avons fractionné le pool de sérums au sulfate d'ammonium à 1/2 saturation. La solution de globulines ramenée au volume du sérum et dialysée conserve encore un titre inhibiteur de l'hémagglutination de 1/32.768. La concentration des globulines (Biuret) est de 15 mg/ml.

La conjugaison au fluorochrome est faite à 4<sup>o</sup> et à l'obscurité pendant 18 heures en présence de tampon carbonate à pH 9,5. Le rapport du poids de fluorochrome au poids des globulines est de 1/50<sup>e</sup>. Le conjugué est ensuite fractionné sur une colonne de Sephadex G 50. La première fraction, correspondant aux globulines conjuguées, présente un titre inhibiteur de l'hémagglutination de 1/16.384. Cette fraction a un volume à peu près égal à celui du sérum initial.

Le conjugué est conservé merthiolaté, à + 4<sup>o</sup> et à l'obscurité.

#### *Fixation, coloration, montage et examen des cellules.*

Les cellules cultivées sur lamelles, inoculées ou non, sont fixées, après 48 heures d'incubation, à l'acétone à - 30<sup>o</sup>. On les rince ensuite plusieurs fois dans une solution physiologique tamponnée (PBS), puis on les recouvre avec le conjugué pur ou dilué. On laisse agir 1 heure à 37<sup>o</sup>. On lave ensuite abondamment avec du PBS et l'on applique un colorant de contraste (Bleu de méthylène au 1/1.000<sup>e</sup>). Après rinçage, les lamelles sont montées avec de la glycérine tamponnée (pH 7,8). Nous les examinons en lumière ultraviolette (équipement classique).

#### 7<sup>o</sup> Etude du pouvoir immunogène :

Avec le virus du 1<sup>er</sup> passage sur cellules KB nous avons vacciné par voie sous-cutanée (1 ml), 4 lots de 4 poulets : virus pur et dilué à 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>. Les poulets ont été éprouvés 7 jours plus tard, ainsi que 2 témoins.

## RÉSULTATS OBTENUS

### A. — Comportement des virus de Newcastle sur cellules KB

#### 1° Effet cytopathogène :

Le délai d'apparition de cet effet est fonction de la dilution du virus. Jusqu'à  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , le virus lyse complètement ou partiellement la nappe en 48 heures. Aux dilutions supérieures, l'effet lytique ne se manifeste qu'au 3<sup>e</sup> au 4<sup>e</sup> jour. Si les cellules sont incubées assez longtemps, l'effet lytique s'accroît dans les tubes positifs, et toute la nappe est atteinte. Au début, des flots de cellules arrondies plus foncées se forment au sein de la couche cellulaire. Ces amas grossissent, et autour la nappe cellulaire se disloque. Des cellules se détachent et flottent dans le milieu. Au bout de 48 heures, ou 3 jours, presque toutes les cellules sont arrondies, groupées en amas encore fixés sur le verre, ou flottant dans le milieu.

A l'examen des lamelles infectées colorées à l'hématéine-éosine, on remarque, en plus des agglomérats de cellules lysées, une pycnose des noyaux.

Toutes les souches que nous avons examinées jusqu'ici ont manifesté un effet cytopathogène sur les cellules KB. Au contraire sur fibroblastes de poulet, certaines ne sont pas cytopathogènes, ou ne le deviennent qu'après 2 ou 3 passages. De plus la lyse des fibroblastes peut être tardive, et alors les cellules témoins non infectées peuvent présenter une dégénérescence non spécifique qui rend difficile le diagnostic. Les cellules KB, par contre, se maintiennent suffisamment longtemps (10 à 12 jours), à condition de renouveler le milieu, pour permettre la mise en évidence d'un effet cytopathogène lent. Signalons que l'effet lytique est plus rapide et plus marqué avec le milieu Earle-hydrolysate de caséine supplémenté avec 10 p. 100 de sérum de veau qu'avec le milieu 199 enrichi de 5 p. 100 de sérum de mouton.

#### 2° Hémagglutination - Hémadsorption :

Les hématies fraîches de poule sont agglutinées par le surnageant de cultures cellulaires KB infectées et lysées. Le surnageant témoin provenant de cultures non infectées

hémagglutine au maximum au  $1/8^e$ . Les cultures infectées hémagglutinent au  $1/32^e$ , au  $1/64^e$  suivant les souches virales. Le titre est assez faible, comparativement aux titres des mêmes virus cultivés sur embryons de poulet (de  $1/256^e$  à  $1/2.048^e$ ).

L'hémadsorption est très nette (photo n° 3).

Les hématies restent solidement fixées sur les cellules, malgré de multiples lavages, alors que les cultures-témoins n'en fixent pas. Mais à la température du laboratoire, au bout de 20 à 30 minutes, les hématies se détachent. Nous n'avons que très rarement observé des images en rosettes. Toutes les souches examinées (de collection ou de diagnostics) se sont montrées hémadsorbantes. Ce test permet de vérifier l'identité du virus lorsqu'il s'agit d'un diagnostic.

#### 3° Immunofluorescence :

Nous n'avons pas recherché l'apparition de la fluorescence en fonction du temps d'incubation. La fluorescence est très intense au 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> jour après l'inoculation lorsque environ 50 p. 100 des cellules sont lysées. Pour avoir un contraste net entre les lames infectées et les lames témoins, il est utile de surcolorer au Bleu de méthylène à 1 p. 1.000 sinon la fluorescence de fond des cellules demeure trop importante. Avec le bleu de méthylène comme colorant de contraste il y a disparition presque complète de la fluorescence de fond non spécifique. La fluorescence est surtout localisée au cytoplasme cellulaire, le noyau formant une tache centrale arrondie plus sombre. Dans certaines cellules on distingue un anneau périnucléaire granuleux fluorescent.

Si les lames sont conservées à 4 °C, à l'obscurité, la fluorescence persiste plusieurs semaines, tout en s'atténuant légèrement.

Les cellules KB inoculées avec d'autres virus (Teschén, peste porcine) et colorées avec le conjugué anti-Newcastle n'apparaissent pas fluorescentes.

De plus si l'on traite les cellules infectées, dans un premier temps avec des globulines anti-Newcastle non conjuguées, et dans un deuxième temps avec le conjugué, il y a extinction presque complète de la fluorescence. Ce qui atteste la spécificité de la réaction.



Photos 1 et 2. — La photo n° 1 montre des cellules KB intactes non infectées, la photo n° 2, des cellules infectées en voie de lyse.



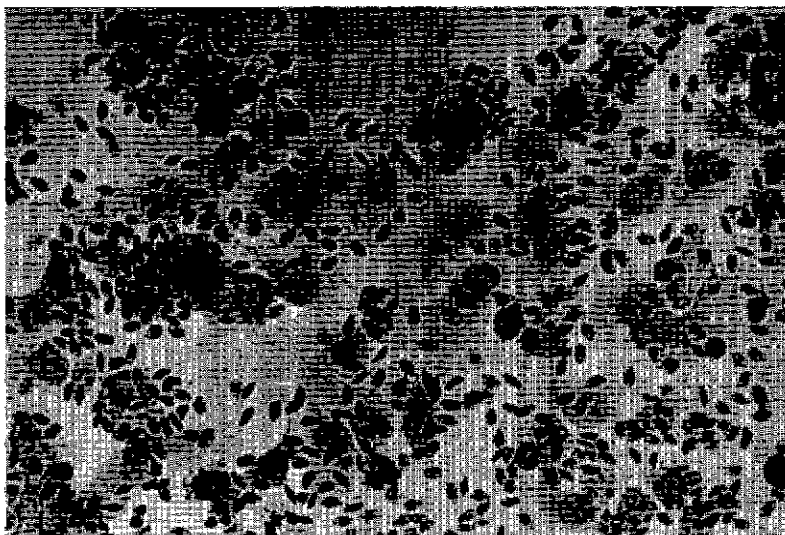


Photo 3. — Hémadsorption d'hématies de poule sur cellules KB infectées par le virus de Newcastle (Hématéine-éosine).

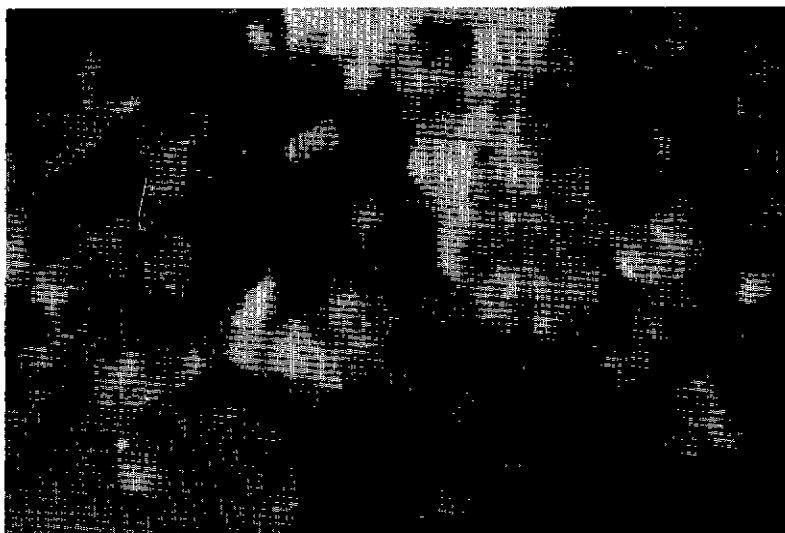


Photo 4. — Cellules KB infectées de virus de Newcastle traitées au conjugué, et au Bleu de méthylène.

#### 4<sup>o</sup> Pouvoir immunogène :

Le virus passé sur cellules KB vaccine les poulets au moins jusqu'à la dilution  $10^{-3}$ , les 2 poulets témoins étant morts 4 jours après l'épreuve.

Le titre cytopathogène du virus passé sur KB et ayant servi à la vaccination était de  $10^{11,5}$  DICT 50 par 0,5 ml.

#### B. — Application de ces résultats à l'isolement du virus de Newcastle

##### 1<sup>o</sup> Diagnostic de la maladie :

Qu'il s'agisse de souches sauvages ou de col-lection, il est possible, par l'inoculation des cellules KB d'isoler le virus à partir des viscères de poulet infecté. Nous n'avons pas encore un grand nombre de résultats à relater. Mais nous avons constaté jusqu'à maintenant une parfaite correspondance entre les résultats de l'inoculation au poulet, et ceux obtenus sur cellules KB. Sur une vingtaine de diagnostics, 8 ont été positifs sur poulets et sur KB, les autres, négatifs dans les deux cas. Le résultat peut être plus rapidement connu avec les cellules (48 heures) que par l'inoculation lorsque les souches sont moyennement virulentes et ne tuent le poulet qu'en 4 ou 5 jours. Le test d'hémadsorption complète l'effet cytopathogène. Mais il faut avoir soin de bien choisir des hématies sensibles.

##### 2<sup>o</sup> Titrage du virus dans les organes de poulets infectés. Délais d'apparition après l'inoculation expérimentale.

Ayant inoculé expérimentalement des poulets, nous avons cherché à mettre en évidence :

- la richesse en virus des principaux organes et du sang ;
- le délai d'apparition du virus dans ces organes.

Les dilutions de broyats d'organes ont été inoculées sur cellules KB. La présence du virus a été démontrée par son effet cytopathogène, et par hémadsorption. Nous avons calculé les DICT 50 par la méthode de REED et MUENCH. Avec l'une de nos souches virulentes après deux séries d'expériences, et en prélevant les organes sur des poulets sacrifiés au 4<sup>e</sup> jour, à l'agonie, nous avons constaté les titres suivants :

Rate .....	$10^{7,5}$	DICT 50	au	gramme
Poumon .....	$10^7$	—	—	
Rein .....	$10^7$	—	—	
Foie .....	$10^{6,5}$	—	—	
Cerveau .....	$10^{0,5}$	—	—	

Pour la détection du virus dans les organes en fonction du délai d'incubation, nous avons inoculé aux cellules KB des suspensions au  $1/10^6$ , ou du sang au  $1/10^6$ . Les résultats sont groupés dans le tableau n<sup>o</sup> 1.

Nous avons étudié l'apparition du virus dans le sang au cours des premières 24 heures après l'inoculation. Nous avons inoculé simultanément avec le sang hémolysé (2 ml) des poulets neufs et des cellules KB. Le sang provenait de poulets infectés par voie intramusculaire depuis 5, 15, 30 minutes, 1 heure, 2 heures, 5 heures.

TABLEAU N<sup>o</sup> 1

Diffusion du virus de Newcastle dans les organes de poulet inoculé expérimentalement.

Organe étudié	Temps d'incubation			
	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours
Sang	+	+	+	+
Rate	+	+	+	+
Poumon	+	+	+	+
Foie	-	+	+	+
Rein	-	+	+	+
Cerveau	-	+	+	+

+ = Présence du virus ;  
- = Pas de virus décelable.

Les résultats obtenus sur cellules KB et sur poulets se rejoignent. Le virus est décelable dans le sang prélevé 5, 15, 30 minutes et 5 heures après l'inoculation expérimentale. Le sang prélevé 1 et 2 heures après l'infection ne contient pas de virus décelable. Il semblerait donc qu'il y ait une sorte de phase d'éclipse du virus à partir de 1 heure après l'inoculation, puisque le virus n'est plus décelable dans le sang à ce moment-là.

Nos résultats corroborent ceux relatés par BRANDLY (Diseases of poultry) et par LANCASTER (1963). BRANDLY indique que le tro-

pisme des souches est variable, mais que, au cours de 5 infections étudiées, le sang était virulent. Avec notre propre souche à tropisme nerveux, nous constatons aussi une phase d'invasion septicémique. LANCASTER signale que le virus peut être décelé dans presque tous les tissus 48 heures après l'inoculation. Lors de notre expérimentation, nous avons retrouvé le virus 24 heures après l'inoculation dans un certain nombre d'organes et dans le sang.

### C. — Titrages des virus de collection

En considérant l'effet cytopathogène et l'hémodorsion, nous avons titré nos souches de collection sur cellules KB. Nous les avons également titrées sur embryons pour voir si les

résultats sur KB étaient voisins de ceux obtenus sur embryons. En outre, pour une souche donnée, nous avons fait simultanément des titrages comparatifs sur 5 séries de cellules KB, et sur 5 séries d'embryons afin d'étudier l'homogénéité de la sensibilité des cellules et des embryons.

#### 1° Résultats des titrages suivant les souches.

Il ressort du tableau n° 2 que :

— mise à part la souche « Maurice », l'écart entre les deux titrages sur embryons et sur KB est inférieur ou égal à 1 logarithme,

— pour la souche vaccinale, les cellules KB sont plus sensibles que les embryons,

— pour une même souche, les résultats varient d'un titrage à l'autre soit sur embryons, soit

TABLEAU N° II

Résultats comparatifs des titrages sur KB et sur embryon.

Dénomination des souches	sur KB : DICT 50	sur embryon : DL 50	Ecart en log.
Virus-vaccin P82/1	$10^{-10}$	$10^{-9,5}$	0,5
Virus-vaccin P82/2	$10^{-9,8}$	$10^{-9}$	0,8
Virus-vaccin P83/1 congelé	$10^{-10,2}$	-	
Virus-vaccin P83/1 lyophilisé	$10^{-9,7}$	-	
Virus-vaccin P83/2	$10^{-11,5}$	$10^{-10,9}$	0,6
Virus-vaccin P83/3	$10^{-9,6}$	$10^{-9,3}$	0,3
Virus-vaccin P84	$10^{-12,5}$	$10^{-12,1}$	0,4
Souche malgache virulente	$10^{-11}$	$10^{-11,8}$	0,8
Souche malgache virulente	$10^{-12,5}$	$10^{-11,5}$	1
Souche "Toulouse 1" virulente	$10^{-12}$	$10^{-12,3}$	0,3
Souche "Toulouse 2" virulente	$10^{-12,5}$	$10^{-12,2}$	0,3
D 1148	$10^{-11,3}$	$10^{-10,7}$	0,6
Souche "Pakistan"	$10^{-12,5}$	$10^{-11,5}$	1
Souche "Maurice"	$10^{-11,5}$	$10^{-9,5}$	2

sur cellules : par exemple pour P 82/1 et P 82/2 qui représentent 2 titrages de la même souche à des moments différents. De même pour P 83/1 - P 83/2 - P 83/3. Ceci peut provenir du temps de stockage des souches, mais aussi d'une sensibilité hétérogène des embryons ou des cellules. C'est pour vérifier cette hypothèse que nous avons titré la même souche simultanément sur plusieurs séries de cellules et d'embryons.

## 2° Résultats des titrages suivant les séries inoculées.

Nous avons inoculé, par dilution, 5 embryons ou 5 tubes KB (tableau 3).

En s'en tenant à ces résultats, on peut estimer que l'écart de titrage selon les séries sur KB est de 5 à 10 fois moindre que l'écart de titrage sur embryons. Par conséquent la sensibilité des cellules est plus homogène que celle des embryons.

TABLEAU N°III

Résultats comparatifs des titrages de la souche P83 suivant les séries d'inoculation.

N° de la série	DICT 50 sur KB	DICT 50 moyenne	Ecart	DL 50 sur embryon	DL 50 moyenne	Ecart
1	$10^{-11,6}$	$10^{-11,54}$	0006	$10^{-11,1}$	$10^{-10,9}$	002
2	$10^{-11,5}$		0005	$10^{-11,4}$		005
3	$10^{-11,6}$		0006	$10^{-11,3}$		004
4	$10^{-11,5}$		0004	$10^{-11}$		001
5	$10^{-11,5}$		0004	$10^{-10,7}$		002

## SUMMARY

### Note on the use of KB cells for the diagnosis of Newcastle disease, and titration of the virus

The action of Newcastle virus on KB cells has been studied. A cytopathogenic effect which results in the lysis of the cells by the virus has been observed. The hemadsorption test was positive with chicken red cells. The supernatant of centrifugated infected cells was slightly haemagglutinant. The viral antigen could be evidenced in the cell cytoplasm by immunofluorescence method.

The wild viruses could be isolated and characterized in the KB cells. An easy and fairly quick diagnosis of the disease is therefore possible.

The titrations of the virulence of inoculated chicken organs showed that the spleen and the lungs are very rich in virus. The virus could be evidenced in some organs 24 hours after inoculation.

The use of KB cells for the titration of Newcastle virus gave similar results to those obtained in embryos, but the cells seemed to have a more homogeneous susceptibility than embryos.

## RESUMEN

### Utilización de las células KB para el diagnóstico de la enfermedad de Newcastle y el dosaje del virus

Se estudia el comportamiento del virus de Newcastle sobre las células KB. El virus produce un efecto citopatogénico claro provocando la lisis de las células. Es positiva con las hemáticas de gallinas la prueba de hemadsorción. El líquido

sobrenadando de centrifugación de los cultivos infectados es poco hemaglutinante. Mediante la técnica de inmunofluorescencia, el antígeno viral aparece sobretodo en el citoplasma celular.

Se pueden aislar y caracterizar los virus salvajes en los cultivos de KB, lo que permite un diagnóstico fácil y bastante rápido de la enfermedad.

Los dosajes de virulencia de los órganos de pollos inoculados muestran que el bazo y el pulmón son muy ricos de virus. Algunos órganos contienen el virus revelable 24 horas después de la inoculación.

La utilización de las células KB en el dosaje de los virus de Newcastle da resultados bastante próximos de los obtenidos sobre embriones. Las células tienen una sensibilidad más homogénea que los embriones.

## BIBLIOGRAPHIE

- BANKOWSKI (R. A.) et Coll. — **Cultivation and cytopathogenicity of Newcastle disease virus in Hela and bovine Kidney cell cultures.** *Am. J. Vet. Res.*, 1957, 18,743.
- BANKOWSKI (R. A.). — **Personnal communication (University of California 1958) in Advances in Veterinary Science, 1959.**
- BRANDLY (C. A.). — **Newcastle disease (dans Diseases of poultry).** Edité par the Iowa State University Press., 1959.
- CHANOCK (R. M.). — **Cytopathogenic effect of Newcastle virus in monkey Kidney cultures and interferences with poliomyelitis viruses.** *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1955, 89,379.
- GELENGZEI et Coll. — **Studies of Newcastle disease strains in various cell cultures.** *Am. J. Vet. Res.*, 1960, 21,987.
- LANCASTER (J. E.). — **Diagnosis of Newcastle disease.** *Vet. Bull.*, 1963, 33,347.
- MASON et Coll. — **Newcastle disease virus in cultures of chicken embryo tissues. Its multiplication, titration, and cytopathogenicity.** *Am. J. Pathol.*, 1955, 31,883.
- PEREIRA (H. G.) et Coll. — **The growth of Fowl plague and Newcastle disease viruses in roller tube cultures.** *J. Pathol. Bacteriol.*, 1954, 67,109.
- PIGOURY (L.), MICHEL (C.), CHABASSOL (C.). — **Note sur le pouvoir cytopathogène du virus de la maladie de Newcastle cultivé sur cellules KB.** *Ann. Inst. Past.*, 1962, 103,443.
- PROVOST (A.) et Coll. — **Un nouveau vaccin injectable contre la maladie de Newcastle préparé en cultures de cellules bovines.** *Bull. Acad. Vet. Fr.*, 1962, 35 (9) : 399.
- RAMISSE (J.) et Coll. — **Possibilité de diagnostic sérologique de la maladie de Newcastle sur le cadavre.** *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1967, 20, 205.
- SHIMIZU et Coll. — **Multiplication of Newcastle disease virus and Fowl plague virus in swine Kidney tissue cultures.** *Jap. J. Exp. Med.*, 1957, 27,181.
- TYRRELL (D. A. J.). — **New tissue culture systems for influenza, Newcastle diseases, and vaccinia viruses.** *J. Immunol.*, 1955, 74,293.

# Comportement clinique et immunologique, lors de contamination bovipestique, de bovins vaccinés depuis plusieurs années contre la peste bovine avec des vaccins de cultures cellulaires

par A. PROVOST, Y. MAURICE et C. BORREDON\*

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

## RÉSUMÉ

Dans les conditions de l'expérience (zébus de 2 ans, vaccinés contre la peste bovine à dose recommandée dans la pratique avec deux vaccins de cultures cellulaires différents, puis entretenus à l'abri de toute contamination pestique), on constate que 33 p. 100 des bovins vaccinés ont perdu leurs anticorps sériques antipestiques post-vaccinaux au bout de 2 ans.

De tels bovins vaccinés, mais à sérologie pestique positive, soumis 25 mois après la vaccination à une épreuve virulente par contact, ne font pas de peste clinique mais peuvent véhiculer le virus dans leur mucus nasal et contaminer un bovin réceptif placé à leur contact. A l'épreuve virulente faite la 3<sup>e</sup> année, 7 bovins sur 17 contractent la peste, 3 ont une montée de leurs anticorps.

On est conduit à penser que lorsque les bovins vaccinés ne sont pas soumis à des recontaminations, l'immunité antipestique engendrée par les vaccins de cultures cellulaires ne dure pas toute la vie chez certains d'entre eux et, par ailleurs, que des bovins immuns peuvent être des véhicules méconnus du contagement pestique.

« C'est en cherchant le vrai que l'on découvre l'utile. »

Adolphe WURTZ.

## INTRODUCTION

C'est un lieu commun que d'affirmer la pérennité de l'immunité spontanément acquise dans la peste bovine naturelle : les témoignages classiques le confirment.

Si la durée de l'efficacité de la vaccination

antipestique avec les vaccins antipestiques inactivés, quel qu'en soit d'ailleurs le mode de préparation, était plus ou moins durable comme l'a montré une longue suite de travaux, il a fallu attendre ces dernières années pour avoir l'assurance que, tout comme la maladie naturelle, la vaccination avec le virus caprinisé conduisait à une immunité valable pour la vie économique du bovin vacciné (6). Il n'en est pas de même du vaccin lapinisé ni du vaccin

\* Aide technique de M<sup>me</sup> G. DUFAU et de M. Z. GNAL-DAM.

d'ovoculture ; on donne pour le premier les chiffres de 8 à 15 mois de protection (5), pour le second de 1 an à 20 mois selon la souche utilisée (6, 19, 22).

En ce qui concerne le vaccin de cultures cellulaires et plus spécialement celui préparé avec la souche RPOK-BK de PLOWRIGHT et FERRIS (13) utilisée quasi exclusivement en Afrique, les premiers résultats indiquaient qu'une dose de  $10^{4,1}$  DCP<sub>50</sub> de virus de culture du 40<sup>e</sup> passage en cellules rénales de veau (\*) inoculé au bétail amélioré du Kénya le protégeait pendant au moins 4 ans (10). L'auteur reconnaissait toutefois que « de plus petites doses de virus vaccinal ou son utilisation chez un type de bétail plus résistant pouvait, bien sûr, apporter des changements à cette affirmation ». En dehors des deux paramètres cités, dose vaccinale et type de bétail, on pouvait aussi se demander si le degré d'atténuation de la souche, corollaire de l'augmentation de ses passages en culture, n'avait pas également une influence ; pour n'y plus revenir, qu'il soit dit maintenant que le vaccin utilisé en Afrique centrale (Tchad, Cameroun, R. C. A.) a été produit avec les 35<sup>e</sup> et 36<sup>e</sup> passages en cellules rénales secondaires de veau, donc avec un virus juste à la limite de son atténuation et qui parfois provoque une petite montée thermique chez quelques veaux, montée de peu d'amplitude et non accompagnée d'autres symptômes.

Ceci dit, il n'était pas certain que chez le zébu rustique de l'Afrique centrale, tout se passât comme chez le bétail amélioré du Kénya qui contient une forte proportion de sang des races européennes. En effet, les mécomptes enregistrés dans l'emploi du vaccin avianisé souche BA chez ce zébu rustique, contrastant avec ce qui avait été vu ailleurs où il déterminait à la fois réactions post-vaccinales légères et immunité valable (19, 22), devaient inciter à la prudence et interdire d'affirmer que ce qui était vrai au Kénya devait l'être aussi au Tchad. L'expérience s'imposait ; elle fait l'objet de ces lignes.

Lorsqu'elle fut mise en place, une autre question se posait. Des résultats expérimentaux acquis à Dakar et à Farcha (1) montraient que

(\*) Il s'agit d'une dose très importante, correspondant à plus de 10.000 doses minima vaccinales et qui est hors de proportions avec ce que l'on inocule dans la pratique.

des bovins vaccinés contre la peste, soit avec un vaccin inactivé, soit avec un vaccin de cultures cellulaires, étaient capables d'héberger le virus pestique de contamination lors d'une épreuve virulente, sans pour cela extérioriser les signes cliniques de la peste bovine. Une publication récente de BOURDIN (4) confirme ces résultats préliminaires en indiquant que chez des bovins vaccinés avec un vaccin inactivé et soumis trois semaines plus tard à un aérosol infectieux, on peut retrouver le virus bovipestique dans le système lymphatique jusqu'au 19<sup>e</sup> jour après le contact alors que sont présents des anticorps sériques neutralisants.

De tels animaux, apparemment immuns, peuvent-ils excréter le virus de contamination et être ainsi des colporteurs méconnus du contagé ? Un doute naissant, il tombe sous le sens que seule une expérience pouvait le lever. C'est ainsi que décision fut prise de coupler cette dernière avec celle sur la durée de l'immunité dont la genèse a été exposée ci-dessus.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. *Principes expérimentaux.* Disposer d'un fond de bovins vaccinés contre la peste bovine dans des conditions connues mais identiques à celles que rencontre le cheptel dans les campagnes de vaccination, les entretenir pendant toute la durée de l'expérience à l'abri de toute contamination bovipestique éventuelle, suivre la cinétique de leurs anticorps sériques, en soumettre à des temps variables une fraction aliquote à une contamination pestique simulant la contamination naturelle, juger de l'immunité tant clinique que sérologique des bovins ainsi éprouvés et de leur possibilité d'excrétion de virus pathogène pouvant infecter des bovins réceptifs mis à leur contact.

2. *Vaccins utilisés.* Deux vaccins de cultures cellulaires produits par nos soins sont entrés en expérience ; tous deux étaient lyophilisés.

L'un a été préparé avec la souche RPOK-BK de PLOWRIGHT et FERRIS (13) selon le protocole de production par ailleurs décrit pour le virus de cultures cellulaires (16) ; ils constituaient le lot n° 7 du vaccin Pestosec du Laboratoire de Farcha utilisé dans la campagne PC15. Le titrage lui assignait une richesse de  $10^{2,9}$  DCP<sub>50</sub> par dose

vaccinale, c'est-à-dire un titre déjà supérieur aux normes admises (2).

L'autre vaccin a été préparé dans des conditions similaires avec la souche américaine de Plum Island (7) qui, si elle possède apparemment les mêmes qualités d'atténuation que la précédente, a de surcroît l'avantage d'être clonée et donc, *a priori*, d'être génétiquement stable (\*). Un lot de vaccin a été produit pour les besoins stricts de la présente expérience et n'a pas été diffusé par ailleurs. Il contenait  $10^{2,7}$  DCP<sub>50</sub> de virus par dose vaccinale.

De leur production à leur utilisation, les deux vaccins ont été maintenus sous froid, soit au congélateur à  $-20^{\circ}\text{C}$  soit sous glace fondante au cours du transport. La reconstitution lors de la séance vaccinale a été faite avec de l'eau distillée glacée, le produit reconstitué maintenu en glace fondante et inoculé dans la demi-heure suivante.

3. *Bovins d'expérience.* a) Groupe de bovins réceptifs. Etant au nombre de 5 au total, 4 ont été achetés selon les besoins et un a été entretenu pendant 3 ans avec le groupe vacciné. Tous ces animaux, y compris ceux des groupes suivants, ont été obtenus dans la région de Bouar en R. C. A., état indemne de peste bovine depuis plusieurs décennies et où, de ce fait, aucune vaccination antipestique n'est pratiquée ; une prise de sang de contrôle permet de s'assurer qu'ils n'hébergent aucun anticorps antipestique avant la vaccination. Ils sont venus au Tchad en bétailère close et placés en étables d'isolement.

b) Groupe de bovins contaminants. Quatre animaux de même origine ont été amenés à Fort-Lamy en bétailère et placés en étables d'isolement. Par groupe de deux, selon le protocole ci-après détaillé (nos 3505 et 3528 ; 5002 et 5005), ils reçoivent un aérosol de virus bovine pestique souche DK selon le procédé désormais classique à Farcha (17) puis sont placés en contact avec des bovins du groupe suivant.

c) Groupe vacciné. Cinquante et un zébus de race Bororo brun acajou, âgés d'environ deux

ans, sont entrés dans l'expérience de vaccination.

Celle-ci est pratiquée de la manière suivante (\*) : 24 animaux (nos 3003 à 3027) reçoivent par voie sous-cutanée rétroscapulaire une dose de vaccin souche RPOK-BK ; 25 autres (nos 3029 à 3053) sont inoculés avec une dose de la souche de Plum Island ; deux, enfin, non vaccinés (nos 3056 et 3057), sont laissés en contact avec le groupe vacciné.

Pendant toute la durée de l'expérience, ces bovins sont parqués à Bouar au pâturage, dans un milieu libre de toute contamination pestique. Le point est d'importance ; on a ainsi les conditions d'une de ces « zones protégées » dont la création est envisagée et chaudement recommandée par l'Office International des Epizooties pour permettre le transit des bovins avant leur exportation comme bétail sur pied ou leur abattage suivi de l'exportation des carcasses réfrigérées. Les conclusions que l'on tirera de la présente expérience pourront s'appliquer à de telles zones.

Les vaccinés sont soumis à une prise de sang périodique permettant de suivre l'évolution des anticorps sériques.

Deux ans après la vaccination, on sélectionne 8 animaux (4 dans chacun des groupes : 3006, 3008, 3011 et 3026 parmi ceux ayant reçu le vaccin Pestosec ; 3038, 3039, 3045 et 3050 parmi ceux ayant reçu la souche de Plum Island) ; le choix est fait au vu de la sérologie morbilleuse (présence d'anticorps résiduels post-vaccinaux inhibant l'hémagglutination morbilleuse), en se posant la question de savoir si un test sérologique simple à mettre en œuvre pouvait constituer l'assurance d'une immunité complète, à la fois clinique et virologique, lors d'une contamination pestique. De Bouar, ces 8 bovins sont amenés à Farcha en bétailère close. Après un repos de quelques jours en étable d'isolement, ils sont placés en contact avec deux zébus qui sont au 4<sup>e</sup> jour de la manifestation clinique d'une peste bovine expérimentale ainsi qu'il a été dit plus haut. Ce mode de contamination par contact avec des malades paraît être plus proche de la réalité que celui qui avait été réalisé dans des

(\*) Les Docteurs J. J. CALLIS et C. J. De BOER (U. S. Department of Agriculture, Plum Island Animal Disease Laboratory, Greenport, Long Island, N. Y., USA) ont très aimablement mis cette souche à la disposition du Laboratoire de Farcha ; qu'ils en soient ici remerciés.

(\*) A notre confrère P. FINELLE qui, à Bouar, prit le soin de réaliser cette vaccination et de surveiller ensuite les animaux, va toute notre gratitude.



essais précédents (1, 4) où les animaux vaccinés recevaient un copieux aérosol de virus bovipestique ; parfait pour conférer la maladie à des bovins neufs, par exemple, on peut craindre que le procédé touche des récepteurs fissulaires autres que ceux normalement atteints lors de transmissions naturelles du contagé. Trois jours plus tard, les deux bovins contaminants sont abattus ; ils sont d'ailleurs à l'agonie. On change les 8 bovins contaminés de parcours et on les fait passer sous une douche antiseptique pour qu'un éventuel virus pestique résiduel sur le sol ou le pelage (cas bien improbable au demeurant) ne vienne pas contaminer le bovin témoin réceptif à la peste (n° 2980) que l'on introduit alors avec eux. On examine chaque jour les animaux (examen clinique et relevé thermométrique). Des prélèvements de mucus nasal sont réalisés quotidiennement pendant 5 jours à partir du 10<sup>e</sup> jour après la mise en contact des 8 vaccinés avec les deux pestiques ; on y recherche le virus pestique et une activité neutralisante du mucus selon les modalités techniques commentées plus bas. Tous les bovins sauf le n° 3045 sont abattus le 20<sup>e</sup> jour après le début de la mise en contact.

Trois ans après la vaccination, restaient dans la station de quarantaine de Bouar 39 bovins en expérience, dont les deux témoins non vaccinés. Dix-sept d'entre eux (dont 16 vaccinés et un non vacciné, n° 3057) sont transférés en bétailière à Fort-Lamy. Après quelques jours de repos, les 16 bovins vaccinés sont placés en contact avec

deux bovins pestiques (n°s 5002 et 5005) au 2<sup>e</sup> jour de leur réaction clinique. Au bout de 48 heures de contact, ces deux derniers meurent à quelques heures d'intervalle l'un de l'autre. Après avoir répété le protocole précédent de changement de parcours et de désinfection, on introduit 24 heures plus tard 4 animaux neufs (n°s 3057, 5023, 5024, 5025) avec les 16 vaccinés contaminés. L'examen clinique est réalisé tous les jours, sans relevé thermométrique. Des prélèvements de sang sont effectués les 3<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> jours après la mise en contact et des prélèvements de mucus nasal les 5, 8 et 10<sup>e</sup> jours. Les animaux survivant à la fin de l'expérience n'ont pas été abattus.

Le tableau n° 1 résume le déroulement des essais.

4. *Techniques de laboratoire.* a) Isolement de virus à partir du mucus nasal. Obtenu, après nettoyage des naseaux à l'alcool-éther, par insertion dans la cavité nasale d'un tampon de coton cardé monté sur une tige souple en bois, le mucus nasal récolté est exprimé dans quelques millilitres de solution saline tamponnée polyantibiotique ; l'échantillon est alors congelé à — 20 °C, procédé qui permet de traiter en même temps tous les prélèvements et surtout de diminuer les contaminations fongiques.

Les prélèvements seront ensuite ensemencés après décongélation sur tapis cellulaire de cellules secondaires de rein d'embryon de veau

TABLEAU N° I

Résumé de l'expérience : vaccination et épreuves virulentes.

Nature de l'essai	Date	Bovins vaccinés	Bovins contaminants	Bovins témoins
Vaccination	15-3-65	3003 à 3027 3029 à 3053		3056 3057
1 <sup>è</sup> épreuve	8-4-67	3006 3008 3011 3026 3038 3039 3045 3050	3505 3528	2980
2 <sup>è</sup> épreuve	17-4-68	3003 3005 3007 3010 3016 3020 3021 3022 3035 3040 3042 3043 3046 3048 3051 5026 <sup>+</sup>	5002 5005	3057 5023  5024 5025

+ = Cet animal ayant perdu sa boucle numérotée à l'arrivée au Laboratoire a été renuméroté et est vraisemblablement le 3053 original.

en tubes roulants. La lecture intervient 12 jours après l'ensemencement. L'agent cytopathogène éventuellement présent est identifié par séro-neutralisation avec un immunsérum de lapin antibovipestique.

b) Techniques sérologiques. Classiques, faisant appel à la séro-neutralisation (14) et à l'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse (3).

La présence éventuelle d'une activité inhibitrice du virus bovine pestique dans le mucus nasal a été recherchée par séro-neutralisation en cul-

tures cellulaires. Prélevé et traité ainsi qu'il vient d'être dit, le mucus en dilution dans le tampon phosphaté est inactivé pendant 30 mn à 56 °C pour détruire un virus pestique éventuellement présent ; il est ensuite traité comme le serait un sérum, sans être plus dilué toutefois.

## RÉSULTATS

1. *Cinétique des anticorps post-vaccinaux* (tableau 2). Les résultats partiels ont été présentés

TABLEAU N° II

Evolution des anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse (IHM) et neutralisant le virus bovine pestique (SN) dans les sérums de zébus vaccinés contre la peste.

Numéros bovins	Avant vaccin		1 mois		4 mois		17 mois		22 mois		25 mois		35 mois	
	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN
3003	< 2	0	64	> 2	NF	NF	2	< 1	NF	0,3			< 2	< 0,3
3004	< 2	0	32	NF	2	> 2	4	> 2	8	2,7	4	2,9	< 2	> 3
3005	< 2	0	16	> 2	2	> 2	4	NF	4	> 3			4	3
3006	< 2	0	64	> 2	4	NF	2	NF	4	> 3	8	> 3		
3007	< 2	0	64	> 2	< 2	> 2	Tr	NF	< 2	2,9			< 2	> 3
3008	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 3	4	> 3		3,7
3010	< 2	0	16	> 2	< 2	NF	< 2	> 2	< 2	> 3			< 2	1,5
3011	< 2	0	16	> 2	< 2	2	< 2	> 2	< 2	2,7	2	> 3		
3013	< 2	0	4	> 2	< 2	NF	< 2	> 2	NF	2,7				
3014	< 2	0	2	NF	< 2	> 2	< 2	NF	NF	1,4				
3016	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	4	NF	< 2	> 3			2	2,7
3017	< 2	0	2	NF	8	NF	< 2	> 2	NF	> 3				
3019	< 2	0	< 2	< 1	< 2	< 1	2	< 1	< 2	< 1				
3020	< 2	0	4	> 1	< 2	< 1	2	< 1	< 2	< 1			< 2	< 0,3
3021	< 2	0	< 2	< 2	4	< 2	4	> 2	4	> 3			2	2,5
3022	< 2	0	16	> 2	< 2	> 2	< 2	< 1	< 2	< 1			< 2	< 0,3
3023	< 2	0	< 2	1	< 2	< 1	2	NF	< 2	< 1				
3025	< 2	0	< 2	NF	< 2	> 2			< 2	NF				
3026	< 2	0	16	> 2	16	NF	4	> 2	32	> 3	2	3		
3027	< 2	0	4	NF	< 2	> 2	< 2	Tr	< 2	< 1				
3029	< 2	0	4	NF	< 2	NF	< 2	< 1	< 2	NF			Tr	1,8
3031	< 2	0	< 2	> 2	< 2	NF	< 2	> 2	< 2	1,9				
3032	< 2	0	< 2	NF	2	NF	< 2	> 2	< 2	NF				
3033	< 2	0	NF	1	< 2	< 1	< 2	> 2	< 2	NF				
3035	< 2	0	32	> 2	16	> 2	4	NF	4	NF	16	> 3	8	2,5
3038	< 2	0	4	> 2	2	> 2	4	> 2	4	> 3	16	2,7		
3039	< 2	0	16	> 2	4	> 2	4	> 2	16	2,9	32	2,7		
3040	< 2	0	> 16	NF	> 2	< 1	< 2	< 1	< 2	< 1			< 2	< 1
3041	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	Tr	> 2	NF	2,7				
3042	< 2	0	4	1	< 2	< 1	< 2	NF	NF	< 1			Tr	< 1
3043	< 2	0	2	1	2	< 1	< 2	< 1	< 2	NF			< 2	< 1
3044	< 2	0	4	> 2	< 2	0,5	< 2	< 1	< 2	0,3				
3045	< 2	0	2	> 2	2	> 2	Tr	> 2	Tr	2,7	8	2,7	NF	2,7
3046	< 2	0	8	> 2	< 2	> 2	< 2	> 2	< 2	2,7			< 2	1,5
3048	< 2	0	16	> 2	4	> 2	4	> 2	4	> 3	16	3,7	4	> 3
3049	< 2	0	32	NF	< 2	NF	< 2	< 1	2	< 1				
3050	< 2	0	16	> 2	< 2	> 2	2	> 2	2	2,7	2	3		
3051	< 2	0	< 2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 2,5	< 2	> 2			< 2	1,5
3052	< 2	0	2	1	< 2	< 1	< 2	Tr	< 2	< 1				
3053	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 2	NF	< 1			NF	< 1

Ne figurent pas dans le tableau quelques animaux morts en cours d'expérience. IHM : test d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse. SN : test de séro-neutralisation bovine pestique en cultures cellulaires. NF : test non exécuté. Les titres des anticorps IHM sont exprimés par l'inverse de la fraction de la dilution inhibant l'hémagglutination morbilleuse; ceux des anticorps SN par le  $TN_{50}$  (titre neutralisant 50 p.100 des sérums).

et discutés dans une publication précédente (18) ; on y avait montré la disparité des réponses fournies par la séro-neutralisation en cultures cellulaires et l'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse : celle-ci est négative chez 2/3 des vaccinés à partir du 4<sup>e</sup> mois après la vaccination alors que 2 ans après, celle-là reste toujours sûrement positive pour 65 p. 100 d'entre eux.

Sans plus mentionner les résultats de l'inhibition de l'hémagglutination, l'évolution des anticorps neutralisants n'en reste pas moins digne d'intérêt. Un mois après la vaccination, tous les animaux sauf deux, ont élaboré des anticorps ; le 3019 restera toujours négatif et le 3021 sera trouvé positif plus tard ; dans l'ensemble, la vaccination a donc opéré la conversion sérologique de 98 p. 100 des vaccinés.

Il est surprenant de constater que quatre sujets sont, un mois après la vaccination, à la limite de la positivité (n<sup>os</sup> 3023, 3042, 3043 et 3052). Au quatrième mois, leur sérologie est redevenue négative et l'est restée ensuite. Pour ces 4 bovins, le vaccin en lui-même ne pouvant être mis en cause, on est conduit à invoquer des phénomènes immunologiques pressentis mais non démontrés : réponse du type dose-effet pour des bovins ayant reçu une dose vaccinale

incomplète, suite par exemple à une injection mal faite, ou réactivité immunologique amoindrie de genèse inconnue.

Treize animaux (n<sup>os</sup> 3003, 3020, 3022, 3023, 3027, 3029, 3040, 3042, 3043, 3044, 3052 et 3053) ont vu leurs titres en anticorps décroître et s'annuler en 17 à 22 mois. Au total, deux ans après la vaccination, 33 p. 100 des bovins vaccinés sont redevenus sérologiquement négatifs ou hébergent des anticorps à un titre non protecteur. Il ne paraît pas y avoir de différence attribuable à l'un ou à l'autre vaccin.

Sur les 26 animaux contrôlés entre la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> année, 7 ont des anticorps au-dessous du seuil protecteur. On notera que si entre la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> année aucun animal n'est devenu négatif, on assiste pourtant au déclin des anticorps de 5 d'entre eux (n<sup>os</sup> 3010, 3021, 3035, 3046 et 3051). On remarquera par contre la stabilité de certains sujets, tels les numéros 3004, 3007, 3008, 3048 ; il n'en reste pas moins que certains animaux perdent relativement vite leurs anticorps.

On remarquera aussi un autre fait inattendu : le déclin ne paraît pas être régulier pour un individu donné comme cela devrait être de par les lois de l'immunologie générale ; il est possible toutefois qu'il s'agisse là d'erreurs expérimentales.

TABLEAU N° III

Comportement immunologique de bovins à sérologie bovine positive  
lors de contact avec des malades atteints de peste bovine.

Numéro des bovins	J		J + II		J + 16		
	I H K	S N	I H M	S N	I H K	S N	
Vaccinés	3006	8	> 3	16	3	34	3
	3008	4	3	2	3	4	3
	3011	2	3	2	3	8	3
	3026	2	3	32	3	128	3
	3038	16	2,7	32	3	16	3
	3039	32	2,7	32	3	32	3
	3045	8	2,7	8	3	8	3
	3050	2	3	2	3	8	3
Témoin	2980	< 2	0	< 2	0	8	0,7

Le jour J désigne le jour de la mise en contact (durée 3 jours) avec deux bovins pestiques.  
Le bovin témoin est introduit à J + 3.

## 2. *Epreuve bovipestique de bovins sérologiquement positifs réalisée 2 ans après la vaccination.*

Les animaux avaient été choisis parmi ceux possédant une sérologie morbillieuse positive ; il en était de même, bien sûr de la sérologie pestique.

La récapitulation de l'épreuve est donnée dans le tableau n° 3.

Sur les 8 bovins contaminés, trois (3038, 3039, 3050) présentent un peu de larmolement 9 jours après la mise en contact ; le lendemain rien n'y paraît plus. Le bovin réceptif (n° 2980) débute la peste 10 jours après son introduction auprès des contaminés ; il meurt 6 jours plus tard.

Le virus pestique est isolé à deux reprises des prélèvements nasaux des bovins 3006 et 3026. Il est intéressant de constater qu'aucune activité inhibitrice du mucus nasal envers le virus de cultures cellulaires n'est détectée dans les échantillons de mucus, hormis pour le 3006 le 6<sup>e</sup> jour après le contact ; le virus n'est plus retrouvé dans les prélèvements à partir de cette date.

Les anticorps sériques neutralisants se maintiennent à un titre à peu près stable, aux erreurs expérimentales près. Les anticorps inhibant l'hémagglutination morbillieuse des n°s 3006 et 3026 ont accusé une augmentation de titre.

Il est aisé de conclure que sur les 8 bovins vaccinés contaminés, 2 au moins se sont infectés de peste de façon occulte, qu'ils ont excrété ensuite le virus qui a contaminé le zébu témoin. La présence d'anticorps sériques n'est donc pas la garantie d'une immunité virologique mais celle d'une immunité clinique. Dans des conditions de transmissions du contagion pestique simulant au mieux les conditions naturelles, il est clairement démontré que des bovins correctement vaccinés contre la peste et hébergeant des anticorps antipestiques peuvent être épisodiquement des colporteurs méconnus du virus. Il n'y a pas lieu d'en faire une généralisation mais le fait acquis pour 2 bovins sur 8 a valeur de certitude.

Si le virus a été résolu à partir du mucus nasal, rien ne permet de penser par contre qu'il y ait pu avoir virémie ; bien qu'elle n'ait pas été recherchée, ce que l'on sait du comportement *in vivo* des myxovirus et du virus bovipestique en particulier laisse augurer qu'elle n'a dû exister chez aucun animal contaminé étant donné

les hauts titres en anticorps neutralisants. Par contre, la présence du virus dans le mucus nasal est, quant à elle, parfaitement plausible par suite de l'absence d'activité inhibitrice du mucus ; sans pouvoir en préciser l'origine, il est concevable que le virus de contamination se réplique dans les voies aériennes supérieures, soit dans l'épithélium, soit plus volontiers, dans les follicules lymphatiques superficiels de cet épithélium (seule une culture d'organe, à réaliser, tranchera la question), éventuellement dans les cellules conjonctivales. Incidemment, on constatera le rôle que l'on est conduit à imputer pour les voies aériennes supérieures chez des bovins immuns ; pressenti par des observations épizootologiques (21), expérimentalement démontré par dépôt local de virus (12), ce rôle est clairement prouvé dans la présente expérience. L'incidence de cette constatation sur la prophylaxie sanitaire sera montrée plus loin.

Un autre point remarquable est l'absence d'activité inhibitrice du virus pestique dans le mucus nasal des vaccinés. Il s'agit là d'une question extrêmement importante qui a donné lieu à un thème de recherches exposé dans une publication à venir.

On peut se demander pourquoi deux bovins seulement ont été trouvés infectés. Aucune réponse certaine ne peut être apportée : ce peut tout aussi bien être dû à des fautes de techniques dans le réisolement qu'à une véritable non-infection, soit par suite de facteurs immunitaires locaux méconnus, soit par suite d'une moindre exposition au contagion. Le fait d'importance, positif, n'en reste pas moins que deux bovins immuns ont véhiculé le virus dans les conditions de l'expérience.

## 3. *Epreuve bovipestique de bovins à sérologie variable réalisée 3 ans après la vaccination.*

Au moment de l'épreuve par contact, la sérologie pestique des animaux vaccinés était variable : 10 sur 16 possédaient des anticorps mais pour cinq d'entre eux (n°s 3010, 3021, 3035, 3046 et 3051) ils amorçaient déjà leur déclin ; les 6 autres, ou n'en possédaient plus ou en possédaient à un taux insignifiant.

Le tableau n° 4 retrace leur évolution sérologique et clinique.

On constate à l'examen que 7 animaux (n°s 3003, 3020, 3022, 3040, 3042, 3043 et 5026)

TABLEAU N°IV

Comportement clinique et immunologique de bovins vaccinés depuis 3 ans contre la peste lors de contact avec des malades atteints de peste bovine.

Numéros	Evolution des anticorps sériques										Isolement virus			Ac J + II		Observations	
	Avant vaccin		1 mois		4 mois		22 - 25 <sup>e</sup> mois		35 <sup>e</sup> mois		J+5	J+8	J+10	IHM	SN		
	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN							
Vaccinés	3003	< 2	0	64	> 2			NF	<0,3	< 2	< 0,3	-	+		0,3	Peste, mort J+13	
	3005	< 2	0	16	> 2	2	> 2	4	2,9	< 2	> 3	-	-	-	4	>3	Normal
	3007	< 2	0	64	> 2	< 2	> 2	< 2	2,9	< 2	> 3	-	S	-		>3	Normal
	3010	< 2	0	16	> 2	2	NF	< 2	>3	< 2	1,5	-	-	-	8	>3	Diarrhée
	3016	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	>3	< 2	2,7	-	-	-	< 2	2,7	Normal
	3020	< 2	0	4	> 1	< 2	< 1	< 2	<1	< 2	< 0,3	-	-	-	< 2	<0,3	Peste, mort J+13
	3021	< 2	0	< 2	< 2	4	> 2	4	>3	2	2,5	-	-	-	4	1,8	Normal
	3022	< 2	0	16	> 2	2	> 2	< 2	<1	< 2	< 0,3	-	S	-	< 2	<0,3	Peste, mort J+13
	3035	< 2	0	32	> 2	16	> 2	16	>3	8	2,5	-	-	-		1,7	Normal
	3040	< 2	0	>16	NF	< 2	< 1	< 2	<1	< 2	< 1	-	-	-	< 2	0,9	Peste, mort J+14
	3042	< 2	0	4	1	< 2	< 1	NF	<1	Tr	< 1	S	+	-	< 2	1,8	Peste, guérit
	3043	< 2	0	2	1	2	< 1	NF	<2	< 2	0,3	-	+	-		0,9	Peste, mort J+21
	3046	< 2	0	8	> 2	< 2	> 2	< 2	2,7	< 2	1,5	-	-	-	16	>3	Normal
	3048	< 2	0	16	> 2	4	> 2	4	>3	4	> 3	-	-	-	4	>3	Normal
3051	< 2	0	< 2	> 2	< 2	> 2	< 2	2,5	< 2	1,5	+	-	-	< 2	1,5	Larmoiement	
5026	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	>2	NF	< 1		+	-	Tr	0,6	Peste guérit	
3053																	
Témoins	3057	< 2	0	< 2	0	< 2	0	< 2	0	< 2	0		+	-	< 2	0,9	Peste guérit
	5023									< 2	0			-	< 2	<0,3	Peste, mort J+21
	5024									< 2	0		+	-	< 2	<0,3	Peste, mort J+16
	5025									< 2	0		+	-	< 2	<0,3	Peste, mort J+16

J désigne le jour de la mise en contact des témoins avec les bovins éprouvés.

ont contracté une peste bovine clinique ; ce sont ceux-là mêmes qui n'ont que peu ou pas d'anticorps. Cinq d'entre eux meurent ; deux guérissent. Deux autres bovins (3010 et 3052) ne présentent que des symptômes frustes (un peu de larmolement et de diarrhée) ; on remarquera que dans le groupe hébergeant des anticorps, ils sont de ceux qui ont le plus bas titre.

Les quatre témoins introduits contractent tous quatre la peste, ce qui n'a rien de surprenant.

Le virus pestique est isolé à plusieurs reprises du mucus nasal y compris de celui du n° 3051 qui n'a eu qu'un bref accès de larmolement.

Onze jours après la mise en contact, la sérologie n'a que peu varié, aux erreurs expérimentales près, sauf pour le 3042 qui a contracté la peste et a guéri, pour le 3010 qui n'a présenté qu'un trouble passager ainsi que pour le 3046 dont le comportement clinique a pourtant été normal.

La recherche de l'activité inhibitrice du mucus nasal n'a pu être effectuée par suite d'une erreur de manipulation.

Moins démonstrative que l'épreuve précédente, la présente mise en contact virulent montre pourtant clairement que 3 ans après la vaccination (correctement effectuée car suivie de conversion sérologique) de bovins maintenus par la suite à l'abri de contacts pestiques, 44 p. 100 d'entre eux contractent la peste après avoir vu décliner leurs anticorps.

## DISCUSSION

Les résultats de l'expérience qui vient d'être rapportée sont révélateurs. A l'encontre de ce que l'on peut attendre pour le vaccin caprinisé, les vaccins antibovipestiques de cultures cellulaires correctement préparés, contrôlés et inoculés aux doses recommandées ne semblent conduire qu'à une immunité de quelques années, avec le tiers des animaux ayant perdu leurs anticorps en l'espace de 2 ans. On se retrouve dans les limites connues pour les autres virus-vaccins antipestiques, le caprinisé excepté.

En dehors des observations de PLOWRIGHT et TAYLOR au Kenya (15), il ne paraît pas exister

d'essais réalisés dans des conditions identiques ; la comparaison des résultats de PLOWRIGHT et des nôtres devient alors fructueuse.

Concernant l'évolution des anticorps post-vaccinaux, on constate que l'un des groupes de bovins («grade cattle») vaccinés par PLOWRIGHT se comporte comme ceux de la présente expérience : aux mêmes époques, plus de la moitié d'entre eux sont en dessous du titre protecteur, avec amorce du déclin après la première année. Le comportement de leurs deux groupes de zébus Borans et Ankole diffère par contre totalement de celui de nos zébus Bororos ; leurs anticorps se sont montrés être stables pendant 4 ans. Il n'y a pas lieu d'épiloguer, mais d'accepter les faits. Tout comme à Bouar, les zébus Est-Africains étaient soustraits à des réinfections par leur entretien en station dans un milieu sain ; on ne peut penser pour eux à un éventuel rappel par infection occulte. Il est autant difficile d'invoquer une résistance naturelle des zébus Bororos à la peste ayant pu modifier l'immunogenèse ; la maladie est inconnue en R. C. A. et l'expérience est là pour prouver leur réceptivité, ne serait-ce que par l'importante mortalité qui suit l'infection expérimentale.

Ces conclusions doivent rendre prudent le planificateur de campagne de vaccination (9). Dans les conditions de l'Afrique centrale, il ne paraît pas que l'on puisse tabler sur une immunité de plus de 18 mois pour 80 p. 100 des bovins vaccinés avec les vaccins de cultures cellulaires, proportion minimale d'animaux immuns dont on affirme qu'elle garantit le bon état sanitaire au regard de la peste (20). Sage paraît alors être le conseil donné de continuer à vacciner et revacciner tout le cheptel, si possible annuellement ou au moins tous les deux ans, même après la fin de la campagne interafricaine et tant qu'existeront des foyers résiduels de peste bovine.

Ceci est dit en appréciant parfaitement les implications financières que recèle en elle une telle proposition. Il paraît difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de pouvoir y échapper. La simple observation des faits dans la zone couverte par la phase I de la campagne antipestique interafricaine est d'ailleurs là pour étayer cette opinion : si des foyers résiduels de peste sont bien plus nombreux chez les veaux non vaccinés, on en connaît pourtant déjà

quelques authentiques chez des adultes vaccinés. Il est vrai que n'a pas encore été appréciée l'éventuelle action anamnesticque sur les anticorps du colportage du virus à partir de ces foyers.

Il paraît vraisemblable que ce rappel anamnesticque existe au regard des résultats exposés dans le tableau 4, où 3 bovins sur 10 restés en bonne santé voient se produire un rappel de leurs anticorps. Il se peut donc que dans la nature la situation soit différente de celle de la présente expérience, mais il est tout de même illogique de tabler sur l'existence éventuelle de tels foyers, pour que s'effectuent des rappels et que se maintiennent des titres valables d'anticorps chez les vaccinés.

L'un des autres enseignements de cette expérience est d'avoir montré la possibilité d'infection occulte et de dissémination du contagion par des bovins vaccinés et, partant, son influence sur les anticorps. Les conséquences en sont nombreuses.

Ainsi, par exemple, se trouve expliquée la pérennité de la peste dans certaines régions d'enzootie. Les jeunes bovins non vaccinés avaient été accusés d'être les réservoirs du virus pestique par les foyers qu'ils créaient. On peut se demander, au contraire, s'ils ne sont pas les révélateurs, puis les victimes, d'une infection colportée par des adultes immuns dans leurs voies nasales supérieures. Ce sont ces adultes, en effet, qui sont l'objet de transactions commerciales ou rituelles et non les veaux. Ainsi s'explique l'éclosion de foyers à distance sans qu'il y ait forcément transfert de malades. Dans cet ordre d'idée, on peut se demander si l'apparition de la peste bovine en pays vierge d'infection n'a pas d'autre origine (21, 22), et l'on mesurera, si besoin en était encore, le danger que présente l'importation d'artiodactyles même vaccinés. Ainsi peut s'expliquer également l'entretien de l'infection pestique dans une communauté animale close, telle celle des gnous du Tanganyika qu'a étudiée PLOWRIGHT (10).

On conçoit aussi, et bien qu'ayant allure d'aphorisme, cela est trop souvent oublié, la vanité des espoirs d'éradication de la peste bovine lorsque ne sont pas associées à la vaccination les mesures sanitaires classiques de séquestration

et d'abattage. Ce sont les seuls moyens d'éviter le colportage occulte du virus par des bovins immuns. La vaccination ne paraît être là que pour protéger cliniquement les animaux ; elle n'assure pas la disparition de l'infection lorsqu'existent des recontaminations ; paradoxalement, on pourrait même l'accuser de l'entretenir à bas bruit. L'immunité antipestique paraît être ainsi à deux facettes : individuelle et collective ; la vaccination n'assure que la première, la prophylaxie sanitaire doit maintenir la seconde. Là où l'abattage a été pratiqué concurremment à la vaccination, la peste a disparu ; là où il est différé, elle subsiste.

Une autre conséquence est l'absence d'assurance de contamination pestique des viandes de boucherie que donne la présence d'anticorps. On aurait pu imaginer que des bovins de boucherie destinés à l'exportation soient testés avant l'abattage en recherchant, par exemple, les anticorps inhibant l'hémagglutination, épreuve simple et rapide à mettre en œuvre. Il est clair, d'après le tableau 3, que ce test n'offre aucune garantie.

On notera qu'en ce qui concerne l'épreuve virulente, nos résultats divergent d'avec ceux de PLOWRIGHT et TAYLOR (15), mais que le protocole d'exécution est parfaitement différent : les expérimentateurs de l'E. A. V. R. O. ont *inoculé* leurs bovins tandis que les nôtres ont été *mis en contact* avec des malades. On peut augurer, au vu du titre de leurs anticorps que les nôtres se seraient comportés en bovins parfaitement immuns sans contamination de leurs congénères réceptifs s'ils avaient été inoculés par voie sous-cutanée. On remarquera pourtant que l'un des animaux de PLOWRIGHT et TAYLOR, sans paraître lui-même malade, a, 28 mois après la vaccination, contaminé le bovin réceptif placé à son contact après l'épreuve virulente sous-cutanée.

Ainsi qu'on l'a souligné à plusieurs reprises, la découverte de cette expérience est la réceptivité des voies aériennes supérieures à l'infection pestique chez les bovins immuns. Cette constatation a été l'objet d'une fructueuse ligne de recherches dont les résultats seront exposés dans une publication à venir.

## SUMMARY

### Clinical and immunological behaviour during an exposure to rinderpest of rinderpest cell-culture vaccinated cattle.

It is stated that in the conditions of the trial (2 year old zebu cattle, vaccinated with the recommended dose with two kinds of live cell culture vaccines, then maintained in a rinderpest-free area) 33 p. 100 of vaccinated cattle lose their rinderpest antibodies within 2 years.

Such vaccinated (serologically positive) cattle do not show clinical rinderpest when challenged by contact exposure 25 months after vaccination but harbour virulent virus in their nasal mucus and are able to contaminate an in-contact receptive animal.

It is thought that in some animals the rinderpest immunity induced by cell-culture vaccines is not life-long when cattle are not exposed to natural contamination and that some vaccinated cattle can act as unnoticed agents in rinderpest transmission.

## RESUMEN

### Comportamiento clínico e inmunológico durante la contaminación bovipestífica de bovinos vacunados desde algunos años contra la peste bovina con vacunas de cultivos celulares

En las condiciones de la experiencia (cebras de 2 años, vacunados contra la peste bovina en dosis recomendadas en la práctica con dos vacunas diferentes de cultivos celulares, luego mantenidos a cubierto de una contaminación pestica), se comprueba que 33 p. 100 de los bovinos vacunados han perdido sus anticuerpos séricos antipestíficos post-vacunados a los 2 años.

Tales bovinos vacunados, con serología antipestífica positiva, sometidos 25 meses después de la vacunación a una prueba virulenta por contacto no presentan peste clínica pero pueden vehiculizar el virus en su mucus nasal y contaminar un bovino receptivo colocado en su contacto. Se hace la prueba virulenta el tercer año : en 7 bovinos de 17 ocurre la peste, en 3 se encuentra un aumento de sus anticuerpos.

Esto hace pensar que cuando los bovinos vacunados no están sometidos a otras contaminaciones, la inmunidad antipestífica causada por las vacunas de cultivos celulares no permanece durante la vida entera del bovino vacunado y, por otra parte, que bovinos inmunes pueden ser vehículos desconocidos del contagio pestico.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME. — Recherches sur la persistance du virus pestique dans les viandes réfrigérées provenant de bovins atteints de peste bovine et sur la possibilité de propagation de celle-ci par les viandes d'animaux exportées des régions infestées. Rapport final. Publication IEMVT, Alfort, 1965, 122 pages, ronéoté.
2. ANONYME. — Requirements for Rinderpest vaccines (live ; for veterinary use). Document OMS non publié.
3. BÖGEL (K.), ENDERS-RUCKLE (G.) et PROVOST (A.). — Une réaction sérologique rapide de mesure des anticorps antibovipestifiques. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*, 1964, **259** : 482-484.
4. BOURDIN (P.). — Durée de l'élimination du virus pestique chez des bovins immunisés avec un vaccin inactivé. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1968, **21** : 141-144.
5. BROTHURSTON (J. G.). — Rinderpest : some notes on control by modified virus vaccines II, *Vet. Rev. Ann.*, 1957, **2** : 45-46.



6. BROWN (R. D.). — Duration of rinderpest immunity in cattle following vaccination with caprinized rinderpest virus. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1965, 13 : 311-315.
7. DE BOER (C. J.) et BARBER (T. L.). — Segregation of an virulent variant of rinderpest virus by the terminal dilution technique in tissue culture. *J. Imm.*, 1964, 92 : 902-907.
8. HUDSON (J. R.) et DANKS (W. C. B.). — Avianised virus. *Rpt. Vet. Dpt. Kenya*, Nairobi, The Government Printer, 1947.
9. LÉPISSE (H.) et MACFARLANE (I.). — Techniques de vaccinations massives en vue de contrôler l'expansion de la peste bovine (campagne conjointe contre la peste bovine PC15). *Bull. O. I. E.*, 1967, 68 : 665-689.
10. PLOWRIGHT (W.). — The application of monolayers tissue culture techniques in rinderpest research. II. The use of attenuated culture virus as a vaccine for cattle. *Bull. O. I. E.*, 1962, 57 : 253-276.
11. PLOWRIGHT (W.). — The role of game animals in the epizootiology of rinderpest and malignant catarrhal fever in East Africa. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1963, 11 : 149-162.
12. PLOWRIGHT (W.). — Studies on the pathogenesis of rinderpest in experimental cattle. II. Proliferation of the virus in different tissues following intranasal infection. *J. Hyg.*, 1964, 62 : 257-281.
13. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). — Studies with rinderpest virus in tissue cultures. I. Growth and cytopathogenicity. *J. comp. Path.*, 1959, 69 : 162-172.
14. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). — Studies with rinderpest virus in tissue cultures. III. The stability of the cultured virus and its use in virus neutralization tests. *Arch. ges. Virusf.*, 1961, 11 : 516-533.
15. PLOWRIGHT (W.) et TAYLOR (W. P.). — Long term of the immunity in East African cattle following inoculation with rinderpest culture vaccine. *Res. Vet. Sci.*, 1967, 8 : 118-128.
16. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.). — Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XII. Un vaccin vivant mixte antibovipestique-antipéripneumonique inoculé en un seul temps. *Bull. O. I. E.*, 1969, 71.
17. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Note sur la peste bovine expérimentale du dromadaire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1968, 21 : 293-296.
18. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Possibilités et limites de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse dans la sérologie de la peste bovine. II. Disparité des résultats fournis par cette réaction et celle de séro-neutralisation du virus bovipestique. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1969, 22 : 9-15.
19. PROVOST (A.), VILLEMOT (J. M.) et QUEVAL (R.). — Emploi du vaccin avianisé souche BA contre la peste bovine en Afrique centrale. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1961, 14 : 375-383.
20. ROWE (L. W.). — A screening survey for rinderpest neutralising antibodies in cattle in Northern Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1966, 14 : 49-52.
21. SCOTT (G. R.). — The risk associated with the importation of meat from countries where rinderpest control measures are still required. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1957, 5 : 11-13.
22. SCOTT (G. R.). — Rinderpest. *Adv. Vet. Sci.*, 1964, 9 : 113-224.

# Adaptation en microtest de la technique de séroneutralisation par la méthode cinétique pour la recherche et le titrage des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine

par M. RIOCHE

## RÉSUMÉ

L'auteur décrit une adaptation en microtest de la technique de séroneutralisation du virus de la peste bovine par la méthode cinétique mise au point par BOURDIN et BERNARD (1967). L'analyse statistique des résultats obtenus sur 453 sérums de ruminants testés qualitativement à la fois par la méthode classique et par le microtest ne permet pas de mettre en évidence une différence entre les deux méthodes qui sont donc superposables et peuvent être utilisées indifféremment dans la recherche qualitative des anticorps. La microméthode a l'avantage d'économiser temps et réactifs. L'étude statistique des résultats obtenus dans le titrage des anticorps de 116 sérums montre une différence très significative entre les deux méthodes mais aussi qu'il existe une liaison très forte entre elles. Lorsque le titrage des anticorps porte sur de grands effectifs, le microtest peut aussi être utilisé car les avantages qu'il présente compensent son manque éventuel de sensibilité par rapport à la méthode classique.

Les techniques immunologiques tendent actuellement à la miniaturisation en raison des avantages que les microméthodes offrent en sérologie : rapidité, faible encombrement, économie de réactifs et facilité de lecture. Connues depuis plusieurs années, (BARSKY et LEPINE, 1954) (TAKATSY, 1955), ces techniques sont actuellement utilisées en pratique courante dans diverses réactions sérologiques telles que l'hémagglutination et l'inhibition de l'hémagglutination (SEVER, 1962), la fixation du complément (SEVER, 1962) (CASEY, 1965) ou la réaction de neutralisation (SALIM, 1967).

L'adaptation en microtest de la méthode cinétique de séro-neutralisation décrite en 1967

par BOURDIN et BERNARD pour la recherche des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine, se justifie par le grand nombre d'examen sérologiques actuellement effectués chez les ruminants de l'Afrique de l'Ouest pour l'appréciation des résultats des campagnes de vaccination contre la peste bovine et aussi pour les recherches épidémiologiques chez les petits ruminants.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 1) Matériel.

Nous n'indiquerons ici que le matériel destiné spécialement à la réalisation du microtest :

a) Plaques en matière plastique transparente de 124 × 81 mm contenant 96 cupules de 0,4 ml à fond plat (Limbro Chemical réf. 15 Fb 96). Ces plaques sont préalablement lavées, cupule par cupule dans une solution d'OMO (produit à base de Teepol) puis rincées 10 fois à l'eau courante, 3 fois à l'eau désionisée, 3 fois à l'eau tridistillée. Après séchage à l'étuve, elles sont stérilisées dans l'alcool à 95° pendant 30 mn puis séchées dans une hotte à rayons ultraviolets pendant 3 à 4 heures. Elles sont conservées en boîte de Pétri stériles fermées hermétiquement, si leur utilisation est différée.

b) Pipettes compte-gouttes en verre à chimie : ces pipettes, préparées en laboratoire, forment des gouttes de 0,015 ml ± 5 p. 100. Il est possible aussi d'utiliser des aiguilles de 6/10 montées sur tige de verre (1 goutte = 0,015 ml).

## 2) Méthode.

La microtechnique décrite ici n'est qu'une adaptation de la méthode classique mise au point par BOURDIN et BERNARD en 1967 (\*). Les substances entrant en réaction sont les mêmes, la réalisation identique. Seules les quantités de réactifs changent mais leurs proportions relatives restent les mêmes afin de pouvoir comparer les résultats obtenus par les deux méthodes.

Ainsi dans la méthode classique, les auteurs mettent en contact 0,05 ml de sérum à étudier décomplémenté avec 0,5 ml d'une suspension de virus bovine pestique représentant I DICT 100. Après 1 heure d'étuve à 37 °C, ils ajoutent 0,5 ml d'une suspension cellulaire titrant 100.000 cellules/ml de la lignée cellulaire permanente MDBKC (cellules épithéliales de rein de bovin adulte) établie en 1958 par MADIN et DARBY. Le microtest, lui, requiert les quantités suivantes : 0,015 ml de sérum décomplémenté à étudier (1 microgoutte), 0,15 ml de virus titrant I DICT 100 dans 0,5 ml. La dilution finale de sérum est donc 10<sup>-1</sup> comme dans la méthode classique et la quantité de cellules introduites après la neutralisation est proportionnellement équivalente : 0,15 ml d'une suspension comptant 100.000 cellules/ml.

(\*) Cette méthode a aussi été adaptée au titrage des anticorps (RIOCHE 1969).

a) Réalisation de la technique qualitative : de même que dans la technique classique 3 tubes sont utilisés pour chaque sérum, nous utilisons, par sérum, 3 cupules qui reçoivent :

1<sup>re</sup> cupule : TÉMOIN SÉRUM :

0,15 ml de milieu de culture,  
+ 0,015 ml de sérum,  
1 heure à 37 °C,  
+ 0,15 ml de suspension cellulaire.

2 et 3<sup>es</sup> cupules : RÉACTION :

0,015 ml de sérum,  
+ 0,15 ml de suspension de virus  
1 heure à 37 °C,  
+ 0,15 ml de suspension cellulaire.

Ensuite les plaques sont recouvertes d'un plastique adhésif et remises à 37 °C pendant 5 jours.

b) Réalisation de la technique quantitative : elle est identique à la précédente à la différence que l'on utilise pour chaque sérum à tester :

— 2 cupules « témoin sérum »

— 2 cupules « réaction » recevant une microgoutte de sérum non dilué, 2 autres cupules recevant 1 microgoutte de sérum dilué au 1/2, ainsi de suite jusqu'aux dilutions terminales de 1/320 pour les sérums de bovins (1 microgoutte de sérum dilué au 1/32) et 1/80 pour les sérums de petits ruminants (1 microgoutte de sérum dilué au 1/8).

A partir de la dilution au 1/20, le sérum entrant en réaction est considéré comme insuffisant pour la nutrition des cellules et la suspension cellulaire est alors additionnée de 4 p. 100 de sérum normal de bœuf décomplémenté.

Le titre neutralisant du sérum est donné par la plus haute dilution dans laquelle le tapis cellulaire est soit indemne, soit partiellement détruit par le virus dans les deux cupules. Si cette dilution est 1/N nous admettons que le sérum considéré titre « N » unités neutralisant I DICT 100 de virus bovine pestique/ml.

Quelle que soit la méthode utilisée, nous ajoutons 5 « témoins cellules » et 5 « témoins virus ». Les cupules « témoins cellules » reçoivent 0,015 ml de sérum décomplémenté (de bœuf, de mouton ou de chèvre selon l'espèce animale faisant l'objet de la séro-neutralisation) et 0,15 ml de milieu de culture. Après une heure

TABLEAU N° I

Espèce et provenance des sérums	Résultats positifs		Résultats négatifs	
	Microtest	Méthode classique	Microtest	Méthode classique
Bovins. Région de Saint-Louis	129	126	17	20
Bovins. Sierra-Leone	40	43	13	10
Bovins. Région de Kedougou	44	44	19	19
Petits ruminants. Casamance	51	47	43	47
Petits ruminants. Dahomey	40	39	57	58
Total	304	299	149	154

à 37 °C, on ajoute 0,15 ml de suspension cellulaire. Après 5 jours à 37 °C, les tapis cellulaires doivent présenter un aspect normal et être indemnes de lésions.

Les cupules « témoins virus » reçoivent 0,015 ml de sérum décomplémenté dépourvu d'anticorps, 0,15 ml de suspension de virus (I DICT 100 dans 0,5 ml) puis après une heure à 37 °C, 0,15 ml de suspension cellulaire. Après 5 jours à 37 °C les tapis cellulaires doivent être totalement détruits par le virus.

## II. — RÉSULTATS OBTENUS

Afin de savoir si la microméthode donne des résultats comparables à ceux de la méthode classique en tubes à hémolyse, tous les essais ont été effectués par les 2 méthodes. Pour réaliser des conditions expérimentales identiques, lors de chaque essai, la même suspension de virus et la même suspension de cellules ont servi à la réalisation des deux méthodes. Les réponses sérologiques fournies par les deux méthodes sont les suivantes :

### a) Technique qualitative :

Cette technique utilisant deux tests par échantillon de sérum, trois résultats différents peuvent être observés :

1) Les deux tapis cellulaires sont indemnes (le sérum a neutralisé le virus) : résultat positif.

2) Un tapis sur deux est indemne : résultat douteux.

3) Les deux tapis cellulaires sont détruits par le virus (le sérum ne contient pas d'anticorps) : résultat négatif.

Les ruminants dont le sérum dilué au 1/10 donne un résultat douteux étant considérés comme non immuns, nous considérerons ces résultats comme négatifs.

Dans ces conditions les séro-neutralisations effectuées sur 191 sérums de petits ruminants et 262 sérums de bovins par les deux techniques qualitatives donnent les résultats figurant dans le tableau I.

### b) Technique quantitative :

116 sérums de bovins ont été testés. Les titres obtenus par chacune des deux méthodes sont consignés dans le tableau II et représentés graphiquement dans les histogrammes I et II.

TABLEAU N° II

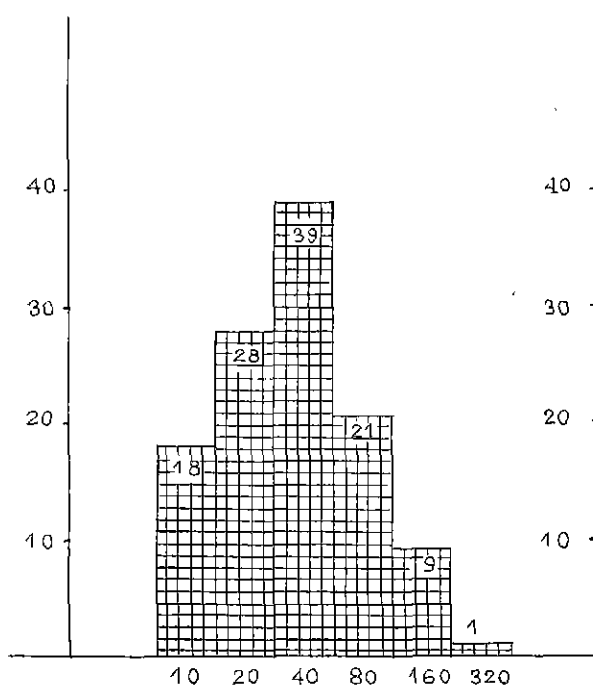
Titre des sérums en unités neutralisantes	Nombre de sérums ayant ce titre	
	par le microtest	par la méthode classique
10	18	13
20	28	25
40	39	34
80	21	23
160	9	20
320	1	1
Total	116	116

## III. — ANALYSE STATISTIQUE DES RÉSULTATS

La comparaison des deux méthodes en technique qualitative faisant intervenir un caractère qualitatif, c'est par le test du  $\chi^2$  de PEARSON que les résultats pourront être analysés.

Histogramme I

Distribution des sérums en fonction de leur titre déterminé par le microtest

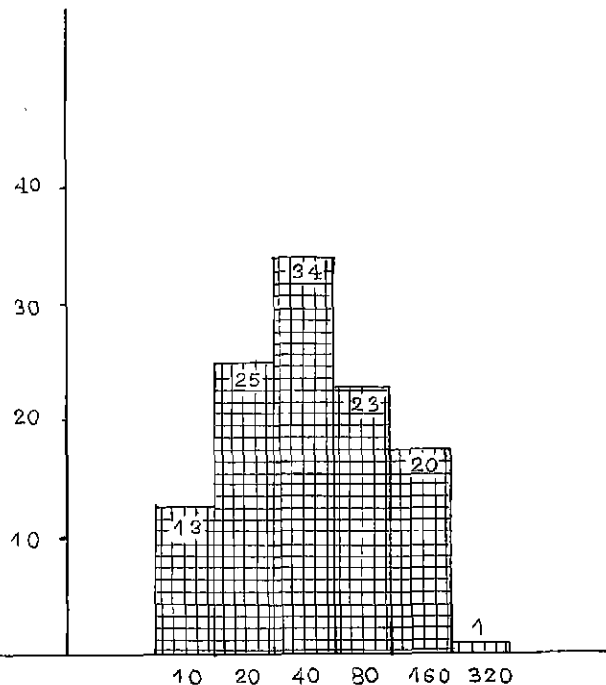


En abscisses : titre des sérums

En ordonnées : nombre de sérums donnant ces titres

Histogramme II

Distribution des sérums en fonction de leur titre déterminé par la méthode classique



Au contraire les techniques de titrages portent sur un caractère quantitatif et c'est le test de l'écart réduit qui permettra de comparer les deux méthodes.

a) Analyse des résultats obtenus par les techniques qualitatives (\*):

Le test du  $\chi^2$  comparant des répartitions observées à des répartitions théoriques, celles-ci peuvent être calculées à partir des résultats consignés dans le tableau n° 1 et l'on calcule les effectifs théoriques suivants :

(\*) Dans la suite de l'exposé toutes les valeurs portant l'indice «  $\mu$  » concernent la microméthode alors que l'indice «  $c$  » concerne les valeurs calculées pour la méthode classique.

- Positifs (+) «  $c$  » = 301,5
- Négatifs (—) «  $c$  » = 151,5
- et + «  $\mu$  » = 301,5
- «  $\mu$  » = 151,5

On obtient alors une valeur de  $\chi^2 = 0,124$  pour un degré de liberté, correspondant à un risque  $\alpha$  compris entre 0,90 et 0,50. Cette valeur est très inférieure à 3,841 qui correspond au  $\chi^2$  pour un risque  $\alpha = 0,05$ . Il n'existe donc pas de différence significative entre les résultats obtenus par l'une et l'autre méthode.

b) Analyse des résultats obtenus par les méthodes quantitatives :

Chaque sérum ayant été examiné par les deux méthodes, le procédé le plus correct pour

effectuer la comparaison est la méthode des séries appariées. L'écart réduit est :

$$\varepsilon = \frac{m}{s\sqrt{n}}$$

où  $m$  est la moyenne des différences des titres pour chaque couple de mesure. Pour 116 sérums nous obtenons alors :

$$m = 11,29 \text{ et } S^2 = 1562,6 \text{ d'où } \varepsilon = 3,077$$

Cette valeur est nettement supérieure à la valeur 1,96 qui correspond à un risque de 0,05. Elle correspond à une valeur de  $\alpha$  comprise entre 0,01 et 0,001. Ce résultat permet de conclure que les différences constatées dans le titrage des anticorps par les deux méthodes sont significatives.

Puisque le titre neutralisant d'un sérum varie en fonction de la méthode utilisée, il est utile de compléter l'étude statistique des résultats observés en cherchant si les deux méthodes de titrage sont cependant liées.

La recherche de l'existence d'une liaison se fait par le calcul du coefficient de corrélation, qui peut s'effectuer à partir du tableau III dans lequel nous avons procédé à un changement d'unité. C'est ainsi que la valeur  $x$  du titre est remplacée par  $x' = \log 2 \frac{x}{10}$ . Aux valeurs de  $x' = 0, 1, 2, 3, 4$  et  $5$  correspondent les valeurs d'origine  $x = 10, 20, 40, \dots, 320$ .

TABLEAU N°III

	0	1	2	3	4	5
0	6	4	3	-	-	-
1	5	11	9	-	-	-
2	3	10	18	3	-	-
3	2	3	6	11	1	-
4	-	-	3	7	9	1
5	-	-	-	-	1	-

Les calculs permettent d'obtenir un coefficient de corrélation :

$$r = 0,7$$

et une valeur  $t = 10,4$  pour 114 d. d. l.

Cette valeur élevée de  $t$  indique que les deux techniques de titrage sont très fortement liées, le risque correspondant étant de loin inférieur à 0,05.

#### IV. — CONCLUSIONS

L'analyse statistique des résultats observés ne nous a pas permis de mettre en évidence une différence entre les deux techniques de séro-neutralisation cinétique qualitative. Ces deux méthodes sont donc comparables et il semble qu'elles puissent être utilisées indifféremment pour la détection des anticorps neutralisant le virus de la Peste Bovine chez les ruminants. La microméthode présente l'avantage de sa rapidité d'exécution et de sa facilité de lecture.

Au contraire et bien que les deux techniques soient significativement liées, microméthode et méthode classique ne donnent pas des réponses identiques pour le titrage des anticorps puisque l'analyse statistique des résultats révèle une différence très significative. Le titre moyen en anticorps (49,4) obtenu par le microtest est inférieur au titre moyen (63,3) observé dans la méthode classique. La microtechnique fournit donc des titres en général moins élevés que la méthode classique. Ce manque de sensibilité des microméthodes est d'ailleurs reconnue à l'heure actuelle.

En conséquence, nous estimons que dans la pratique, le microtest peut remplacer avantageusement la méthode classique pour la détection des anticorps neutralisant le virus de la Peste Bovine.

Il en sera de même pour le titrage des anticorps lorsque les recherches porteront sur de grands nombres (appréciation de l'état d'immunité naturelle ou acquise d'un grand effectif par exemple), l'économie de temps et de réactifs que permet de réaliser la microméthode compensant alors largement le manque de sensibilité qu'elle présente peut-être par rapport à la méthode classique.

#### Remerciements.

Nous adressons nos vifs remerciements au Docteur BARME, Chef de Service à l'Institut Pasteur de Dakar qui a bien voulu nous aider de ses conseils dans l'analyse statistique de nos résultats.

*Institut d'Elevage et de Médecine  
vétérinaire des Pays tropicaux  
Maisons-Alfort*

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

## SUMMARY

### **Adaptation in microtest of the seroneutralization technique by the kinetic method for the research and the titration of antibodies neutralizing the rinderpest virus**

The author describes an adaptation in microtest of the seroneutralization technique of the rinderpest virus by the kinetic method perfected by BOURDIN and BERNARD (1967). The statistical analysis of results obtained on 453 serums of ruminants qualitatively tested at the same time by the classical method and by the microtest may not display a difference between the two methods. Then, they are superposable and may be employed indifferently in the qualitative research of antibodies. The micromethod economizes the time and the tests. The statistical study of results obtained in the antibodies titration of 116 serums indicates that a very significant difference is between the two methods but also a very important connection. When the antibodies titration is applied to *large numbers* of sera, the microtest may be also utilized, because its advantages compensate its eventual deficiency of sensibility with regard to the classical method.

## RESUMEN

### **Adaptación en microprueba de la técnica de seroneutralización por el método cinético para la búsqueda y el dosaje de los anticuerpos neutralizando el virus de la peste bovina**

El autor describe una adaptación en microprueba de la técnica de seroneutralización del virus de la peste bovina por el método cinético mejorada por BOURDIN y BERNARD (1967). El análisis estadístico de los resultados obtenidos en 453 sueros de ruminantes probados cualitativamente a la vez por el método clásico y por la microprueba no permite evidenciar una diferencia entre los dos métodos que pues son canjeables y que se puede utilizar indiferentemente para la búsqueda cualitativa de los anticuerpos. El micrométodo tiene la ventaja de economizar tiempo y reactivos. El estudio estadístico de los resultados obtenidos en el dosaje de los anticuerpos de 116 sueros muestra una diferencia muy significativa entre los dos métodos pero también que una relación muy importante existe entre ellos. Cuando se hace el dosaje de los anticuerpos en grandes efectivos, se puede también utilizar la microprueba por que las ventajas que tiene compensan su falta eventual de sensibilidad en relación con el método clásico.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BARSKY (G.) et LEPINE (P.). — **Microméthode de séro-neutralisation de la poliomyélite : emploi de cultures cellulaires sur plaques moulées en matière plastique.** *Ann. Inst. Pasteur*, 1954, **86**, 693-701.
2. BOURDIN (P.) et BERNARD (G.). — **Application de la méthode de séro-neutralisation cinétique à la recherche des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine chez les bovins, les ovins et les caprins.** *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1967, **20**, 4, 531-536.
3. CASEY (L. H.). — **Adaptation of Laboratory Branch complement fixation method to microtechnique, dans « Standardized diagnosis complement fixation method and adaptation to Microtest »**, U. S. Department of Health, Education and Welfare, U. S. Government Printing Office, Washington, 1965.

4. MADIN (S. D.) et DARBY (N. B.). — Established kidney cell lines of normal adult bovin and ovin origine. *Proc. Soc. exp. Biol. and Med.*, 1958, **98**, 574.
  5. RIOCHE (M.). — Rapport annuel 1968 du Laboratoire national d'Élevage et de Recherches vétérinaires, Dakar, 1969, 46 à 50.
  6. SALIM (A. R.). — Neutralization of a Phlebotomus (Sandfly) fever virus in Baby Hamster Kidney cells (BHK 21). Introduction of a simple microculture for plaque reduction tests. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 1967, **61**, 2, 259-264.
  7. SEVER (J. L.). — Application of a microtechnique to viral serological investigations. *J. Immun.*, 1962, **88**, 320-329.
  8. TAKATSY (G.). — The use of spiral loops in serological and virological micromethods. *Acta Microbiol. Acad. Sci. Hung.*, 1955, **3**, 191-203 (cité par Casey, L. H. et Sever J. L.).
-



# Essai de vaccination antibovipestique de veaux passivement immuns par anticorps d'origine colostrale avec un vaccin inactivé adjuvé préparé en cultures cellulaires

par A. PROVOST, C. BORREDON et Y. MAURICE\*

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

## RÉSUMÉ

L'inoculation d'un vaccin de culture cellulaire du virus bovine pestique inactivé par la  $\beta$ -propiolactone et adjuvé par l'adjuvant A 65 n'apporte aucune protection, dans les mois suivants, aux veaux qui le reçoivent alors qu'ils hébergent encore des anticorps antipestiques d'origine maternelle. Le problème de la vaccination antibovipestique des veaux reste posé dans les campagnes de vaccination.

Le planificateur de campagnes de vaccination antipestique a de sérieux problèmes techniques à résoudre ; témoin en est la campagne interafricaine connue sous le sigle P. C. 15 (11, 12). Le problème de la vaccination en pays d'enzootie pestique des veaux nés de vaches immunes est l'un d'eux. Il n'y a pas lieu de le présenter de nouveau : les bases scientifiques ont été mises en lumière par POLSON (14) et BROWN (4), les limites de l'applicabilité des vaccins caprinisés ou de cultures cellulaires ont été étudiées par STRICKLAND (20) et SMITH (21) et le bien-fondé de ces observations reconnu par LÉPISSIER et MAC FARLANE (11) à la fin des opérations vaccinales de la première phase du PC 15. Le conseil, alors donné, de faire repasser plusieurs fois les équipes de vaccination pour vacciner les

veaux à un âge adéquat paraissait pourtant être de réalisation difficile dans certains états comme le Tchad, pays de communication difficiles et où l'impératif de la transhumance rend pratiquement illusoire l'espoir de retrouver les veaux à revacciner.

Parfaitement conscient de la pierre d'achoppement que représentait ce problème de la vaccination des veaux, problème d'autant plus aigu en région sahélienne que les tournées de vaccination sont annuelles et qu'en conséquence c'est le croît annuel du cheptel bovin qui se trouve chaque année exposé au contagion, le Laboratoire de Farcha s'est depuis plusieurs années penché sur sa résolution. Une première solution a été apportée par la démonstration de l'efficacité de la souche MB 113 Y du virus de la rougeole pour la protection hétérologue des veaux (15). Ce virus peut être inoculé avec succès à un âge où le vaccin de cultures cellulaires est inefficace par suite du reliquat d'anticorps d'origine colostrale ; par ailleurs, il induit chez

(\*) Notre très vive gratitude est acquise à Monsieur le Contrôleur d'Elevage Jean FADÉ qui a assuré la surveillance des veaux d'expérience dans des conditions pratiques difficiles.

la majorité des veaux qui l'ont reçu des anticorps antipestiques neutralisants de titre comparable à celui de la vaccination antipestique homologue, tandis que ceux qui n'ont pas répondu restent justiciables de cette dernière vaccination. L'importance du « hiatus immunitaire de l'âge », période pendant laquelle les veaux sont de nouveau sensibles à la peste, est donc réduite mais non totalement annulée puisque certains veaux, ceux dont le titre en anticorps antipestiques colostraux se situe entre  $TN_{50} = 1$  à 1,2 au moment de l'inoculation de la souche MB 113 Y, neutralisent le virus inoculé et se retrouvent sensibles après avoir perdu ces anticorps d'origine maternelle. La solution n'est donc pas entièrement satisfaisante. Une autre voie d'abord pourrait être l'emploi d'un vaccin inactivé inoculé aux veaux passivement immuns. Si un tel vaccin se révélait être immunigène chez eux, l'immunité engendrée — on doit s'y attendre par ce que l'on sait de ce type de vaccin (17) — ne devrait être que de quelques mois, au plus deux ans. Dans le cas présent, il fallait qu'elle soit suffisamment longue pour permettre aux veaux perdant leur immunité passive transmise de résister au contagé éventuel avec le bénéfice de l'immunité active qu'ils auraient élaborée, mais aussi suffisamment brève ou de qualité telle qu'ils puissent réagir avec succès à la revaccination l'année suivante. Un travail déjà ancien, de JACOTOT et COLSON (7 a) laissait à penser que la méthode était valable, d'autant que DAUBNEY (4 a) en avait lui aussi été satisfait en conférant à des veaux temporairement immuns une immunité active de plus de 12 mois.

C'est sur ces bases qu'il fut décidé d'entreprendre l'expérience, objet de ces lignes. Le vaccin sous test est un vaccin expérimental inactivé et adjuvé, préparé avec un virus de cultures cellulaires et qui, dans des essais préliminaires, s'était révélé d'une efficacité moyenne (8, 9) ; il paraissait être indiqué pour ce qu'on demandait de lui dans l'expérience.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. — *Plan d'expérience.* Défini d'accord parties avec le Service de l'Élevage du Tchad, l'expérience a pour buts :

— de montrer combien de temps l'inoculation

d'un vaccin antipestique inactivé protège les veaux pendant la période où ils recouvrent leur réceptivité au contagé pestique (entre 6 mois et 1 an), époque pendant laquelle aucune vaccination antipestique n'est pratiquée puisque cette opération s'effectue, normalement d'octobre à mars.

— corollaire de ce qui vient d'être dit, montrer qu'ils peuvent être revaccinés à l'âge de 14-18 mois avec un vaccin antipestique de cultures cellulaires sans que la vaccination antérieure au vaccin inactivé entrave l'immunogénèse due au vaccin vivant.

Par suite d'une situation socio-politique particulière interdisant les déplacements en brousse, seule la première partie du plan a pu être menée à bien.

2. — *Vaccin inactivité adjuvé de cultures cellulaires.* Le protocole de préparation décrit en 1965 (8) a été modifié en certains points, notamment en ce qui concerne l'adjuvant de type Freund alors utilisé et qui donnait des réactions locales qui auraient été inacceptables chez des veaux.

On obtient des couches monocellulaires de cellules de rein d'embryon de veau en seconde explantation par les procédés classiques de cultures cellulaires.

Elles sont infectées avec la souche bovine pestique pathogène DK sous forme d'un broyat de rate au 1/10 lyophilisé. On suit tous les jours la progression de l'effet cytopathique et l'on attend qu'il soit total, ce qui se réalise en 6 à 8 jours, point différent de la méthodologie de production des vaccins vivants de cultures cellulaires ; on s'attend, ce faisant, à ce que les liquides de cultures recèlent une importante population de virions pestiques thermo-inactivés.

Les liquides de cultures cellulaires sont clarifiés par filtration dans le seul but de retenir les débris cellulaires, puis refroidis à 4°C sous agitation magnétique ; on ajoute alors 0,1 p. 100 (v/v) de  $\beta$ -propiolactone. On continue à agiter à 4°C pendant 18 heures. Le pH est amené à la neutralité avec quelques gouttes de soude centi-normale lorsqu'une prise d'essai montre un abaissement vers 6,5. L'inactivation du virus est contrôlée par ensemencement sur cellules de rein d'embryon de veau qui restent normales pendant 15 jours d'observation.

Le vaccin est finalement réalisé en mélangeant à parties égales sous l'agitation d'un ultra-Turax\* le liquide inactivé et l'adjuvant A65 (22). Préconisé en médecine humaine, de valeur égale à celle de l'adjuvant de FREUND (6), c'est un produit métabolisable constitué de 86 p. 100 d'huile d'arachide, 10 p. 100 d'Arlacel et 4 p. 100 de monostéarate d'aluminium ; sa préparation est aisée sous mixage.

Le produit final est rose nacré, de consistance siropeuse, passant bien dans la seringue. L'émulsion reste stable au réfrigérateur, où elle sédimmente sans se détruire ; elle reprend son homogénéité par simple agitation manuelle.

3. — *Veaux d'expérience.* L'expérience a eu lieu à Bokoro (Tchad) sur des veaux mis à notre disposition par leurs propriétaires. Tablant sur la confiance et le bon vouloir de ces derniers, il fallait que les opérations soient les moins gênantes pour eux. Le choix de l'emplacement était par ailleurs dicté par l'assurance que l'on avait de retrouver les animaux tout au long de l'année, abreuvement et affouragement étant localement en suffisance.

Deux cents veaux, âgés pour la plupart de 2 à 7 mois et ne portant aucune marque auriculaire de vaccination, entrent en expérience. Celle-ci ayant débuté à la fin de la première phase du PC 15, on peut penser que toutes les mères ont été vaccinées contre la peste au moins une fois dans des conditions valables d'immunisation, ce que révèle un sondage sérologique pratiqué sur 25 d'entre elles fournissant 25 réponses positives.

Cent veaux (nos 1201 à 1300) reçoivent par voie sous-cutanée dans le pli du fanon 2 ml de vaccin inactivé après une prise de sang destinée à contrôler leurs anticorps. Quarante-vingt-dix autres veaux (nos 1831 à 2020) reçoivent au même endroit un placebo d'eau distillée et dix autres (nos 1821 à 1830) une dose vaccinale de vaccin caprinisé. Les températures rectales de ce dernier groupe sont prises pendant 10 jours ; il est le témoin de la réactivité de l'ensemble des veaux inoculés.

Deux mois plus tard, on fait une prise de sang à tous les animaux de l'expérience, puis 10 veaux vaccinés et 10 veaux ayant reçu le placebo sont

éprouvés avec le vaccin caprinisé ; les températures rectales sont prises pendant 10 jours pour comparer la réactivité des deux groupes. La même opération est renouvelée 2 mois plus tard, soit 4 mois après l'opération initiale. Prévue pour durer 1 an sur le même rythme, l'expérience a dû être arrêtée *sine die* pour des motifs indépendants de notre volonté et de celle des éleveurs et qu'il n'y a pas lieu de détailler ici. Fait heureux, on le verra, les conclusions auxquelles on a pu aboutir sont néanmoins valables.

4. — *Technique sérologique.* On a employé l'inhibition de l'hémagglutination morbilieuse (2) dans le seul but de contrôler une éventuelle conversion sérologique des veaux lors de leur épreuve capripéste.

## RÉSULTATS

Les réactions locales à l'endroit de l'inoculation ont été modérées et n'ont amené aucune protestation des propriétaires. La vaccination n'a entraîné de conversion sérologique, mesurée par l'inhibition de l'hémagglutination morbilieuse, que chez un seul veau (n° 1224).

L'ensemble des résultats des épreuves avec le virus capripéste, révélatrice de la réceptivité ou au contraire de l'immunité passive ou active, est colligé dans le tableau n° 1.

Le statut immunitaire de l'ensemble des veaux est fourni par l'épreuve du jour J de la vaccination. Cinq veaux sur 10 du groupe-témoin, d'âge moyen 5,7 mois, ont réagi. Pourtant le comportement du veau n° 1823 est parfaitement aberrant : âgé de 12 mois, il aurait dû réagir ou élaborer des anticorps ; il est vraisemblable qu'il avait été vacciné et non marqué dans les opérations du B. C. 15. Dans ces conditions, il serait justifié de l'exclure des calculs. On trouve alors que 2 veaux sur 9 sont parfaitement sensibles et 2 autres partiellement. La protection du groupe par anticorps résiduels est alors de 44 p. 100 pour un âge moyen de 5 mois.

Intéressant est le comportement des deux groupes, l'un vacciné, l'autre non, à l'épreuve faite 2 mois après la vaccination. Dans le groupe témoin, on ne relève qu'un seul veau (n° 1856), alors âgé de 5 mois, ne réagissant pas thermiquement ou n'élaborant pas d'anticorps. La protec-

(\*) Labo. Moderne, 6, rue de la Vrillière, Paris.

TABLEAU N° 1

Comportement clinique et sérologique de 2 groupes de veaux, l'un vacciné avec le vaccin inactivé-adjuvé et l'autre non vacciné, lors d'épreuves avec le virus capripéste

Groupe	Numéros	Age (mois)	Jour vaccination		J + 2 mois		J + 4 mois	
			IHM	Epreuve VCP	IHM	Epreuve VCP	IHM	Epreuve VCP
Vaccin inactivé adjuvé	1203	4	< 2		< 2		< 2	R ±
	1204	6	< 2		< 2		< 2	R ±
	1205	5	< 2		< 2		32	
	1207	7	< 2		< 2	R —	32	
	1208	1	< 2		< 2	R —	< 2	
	1217	4	< 2		< 2	R ±	NF	
	1219	5	< 2		< 2		NF	R +
	1220	5	< 2		< 2	R —	H	
	1224	6	< 2		2		< 2	R +
	1226	4	NF		< 2	R —	†	
	1227	4	Tr		< 2	R —	NF	
	1228	6	< 2		< 2	R +	†	
	1231	1	< 2		< 2	R +	8	
	1232	1	8		2		NF	R ±
	1235	6	< 2		< 2		NF	R +
	1236	4	< 2		< 2		< 2	R +
	1237	1	Tr		< 2	R —	32	
	1247	7	< 2		< 2		< 2	R +
1253	12	< 2		< 2		NF	R ±	
1276	3	< 2		< 2		< 2	R ±	
Témoins	1821	8	< 2	R +				
	1822	5	< 2	R ±			4	
	1823	12	< 2	R —	< 2			
	1824	7	< 2	R +	2		8	
	1825	8	< 2	R +	†			
	1826	3	< 2	R —	< 2			
	1827	3	< 2	R +	8			
	1828	3	< 2	R —	< 2			
	1829	4	< 2	R +	2			
	1830	4	< 2	R ±	NF		4	
	1836	6			NF	R ±	8	
	1837	7			< 2	R ±	16	
	1838	4			NF	R —	4	
	1841	6			< 2	R ±	16	
	1842	3			< 2	R ±	NF	
	1847	2					< 2	R +
	1853	12						R ±
	1854	3			NF	R —	4	
	1855	5			< 2	R —	8	
	1856	3			2	R —	†	
	1857	4			NF	R ±	4	
	1863	4			NF	R ±	4	
	1869	1			< 2			R +
	1871	1						R +
1873	3						R —	
1874	3						R +	
1875	8						R +	
1876	8						R +	
1877	2					2	R —	
1878	12						R +	

Les titres des anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse (IHM) sont donnés par l'inverse de la dilution inhibitrice.

R + : réaction thermique à l'inoculation de virus capripéste (VCP).

R ± : réaction très modérée.

R — : absence de réaction.

NF : réaction sérologique non exécutée.

† : animal disparu ou mort.

tion du groupe tombe à 10 p. 100, avec un âge moyen de 5, 6 mois. Le groupe vacciné, pour son compte, possède 5 veaux qui répondent par de la fièvre ou une montée d'anticorps et un veau qui réagit d'une manière équivoque. La protection est de 40 p. 100 pour un âge moyen de 5, 6 mois, comparable à celui du groupe témoin.

Cet heureux état de choses apparent, où l'on est tenté de voir l'influence bénéfique de la vaccination, n'existe plus à l'épreuve du 4<sup>e</sup> mois. Dans le groupe témoin alors âgé en moyenne de 6, 9 mois, 8 veaux réagissent ; 2 veaux (n<sup>os</sup> 1873 et 1877), respectivement âgés de 7 et 6 mois, résistent à l'épreuve ; la protection clinique est de 20 p. 100. On peut la juger pour nulle dans le groupe vacciné. L'influence de la vaccination, si elle existe, n'est là que pour donner des réactions thermiques bâtardes.

Une plus juste appréciation de l'efficacité de la vaccination peut être donnée en regroupant les veaux par classes d'âge au moment des épreuves par virus capripéistique ; le tableau n<sup>o</sup> 2 tente de le faire.

La protection de 20 p. 100 du groupe vacciné n'est pas significative au regard de celle de 17 p. 100 du groupe témoin. Pourtant on pourrait avoir l'impression que dans la tranche d'âge de 6-7 mois, la vaccination a été partiellement efficace (50 p. 100 pour le groupe vacciné ; 22,5 p. 100 pour le groupe témoin).

Les chiffres sont trompeurs et il faut tenir compte de l'immunité colostrale résiduelle qui se fait sentir jusqu'au 7<sup>e</sup> mois. Ainsi les pourcentages de protection dans la tranche d'âge de 3 à 7 mois s'établissent respectivement à 40 p. 100 pour le groupe vacciné et 25 p. 100 pour le groupe témoin. Mais l'apparente efficacité de la vaccination semble tomber vite, puisque, si l'on considère la tranche d'âge de 3 à 9 mois, les taux de protection ne sont plus respectivement que de 26,6 et 25 p. 100 ; si immunisation active il y a eu de par le vaccin, elle est éphémère. De plus en consultant le tableau 2, il est manifeste qu'à partir du 7<sup>e</sup> mois de leur vie, vaccinés ou non, tous les veaux réagissent. La conclusion est nette pour le but recherché : la vaccination avec un vaccin inactivé et adjuvé n'est d'aucune utilité pour couvrir le « hiatus immunitaire » des veaux recouvrant leur réceptivité à la peste après avoir perdu leurs anticorps d'origine maternelle.

TABLEAU N<sup>o</sup> 2

Regroupement des veaux vaccinés ou témoins, suivant leur âge lors des épreuves par le virus capripéistique

Age en mois	Vaccinés			Témoins		
	Réaction positive	Réaction négative	p. 100 P	Réaction positive	Réaction négative	p. 100 P
3	2	1	33	1	2	66
4				2		0
5	1		0	5	1	16,6
6	1	2	66	4	1	20
7	2	1	33	3	1	25
8	3		0	4		0
9	2		0	1		0
10	3		0			
11	1		0			
≥ 12	1		0	4		0
	16	4	20	24	5	17,2

P. 100 P : pourcentage de protection.

## DISCUSSION

Le vaccin présenté dans ces lignes est d'un type nouveau par la source de virus, par le procédé d'inactivation et par l'adjuvant ajouté. Des essais avaient été réalisés au Kenya en 1956-57 par SCOTT et WITCOMB (17) qui utilisaient des liquides de cultures cellulaires du virus bovipéistique, inactivés par le formol ou le rayonnement ultraviolet et mélangés à de l'hydroxyde d'aluminium. On ne possède pas de détails sur l'efficacité de ce vaccin expérimental (16). Dans les essais rapportés ici, la  $\beta$ -propiolactone a été substituée au formol. La concentration de 0,3 p. 100 préconisée par STONE et DELAY (19) a été abaissée à 0,1 p. 100 pour nuire le moins possible aux antigènes viraux ; elle se montre parfaitement suffisante pour inactiver le virus. L'emploi de l'adjuvant A65 est nouveau en médecine vétérinaire. Il a été montré par l'équipe de HILLEMANN (6, 22) que sa valeur adjuvante était celle de l'adjuvant de FREUND, résultat confirmé au laboratoire de Farcha avec le vaccin antipestique inactivé-adjuvé lui-même (8, 9).

Ce n'est pas, en effet, la première fois que ce vaccin est utilisé expérimentalement. Des essais menés pendant 18 mois ont montré qu'il assurait une protection antipestique clinique valable

pendant 2 mois, puis partielle — empêchant les bovins non de s'infecter, mais de succomber à la peste — pendant les 10 mois suivants. Il ne s'agit donc pas d'un vaccin extraordinaire et c'est la raison pour laquelle il n'a pas quitté le stade du laboratoire hormis la présente expérience.

La critique qui pouvait venir à l'esprit quant à la qualité immunigène intrinsèque douteuse du vaccin est ainsi réfutée par ce qui vient d'être exposé puisque le lot utilisé a lui-même été contrôlé. Il faut pourtant reconnaître, on vient de le dire, que c'est un immunigène médiocre mais, gardant à l'esprit l'argumentation présentée dans l'introduction, son défaut pouvait devenir une qualité. Il n'en a rien été chez les veaux.

L'expérience qui vient d'être rapportée n'est au demeurant pas la première du genre. On trouve quelques lignes dans un rapport de BRANAGAN et HAMMOND (3) sur une tentative d'immunisation de veaux avec un vaccin inactivé ; elle s'est soldée elle aussi par un échec, les vaccinés contractant la peste lors du passage de la vague épizootique, mettant en défaut les opinions déjà citées de JACOTOT et COLSON (7 a) et de DAUBNEY (4 a).

Le principe immunologique de la vaccination des veaux passivement immuns par anticorps colostraux a de fortes analogies avec la séro-vaccination antipestique, préconisée autrefois en Asie et en Afrique. C'est JACOTOT qui paraît avoir essayé le premier le procédé (7), suivi par BERGEON et CÉBE (1) qui enregistrent de bons

résultats. Il a par contre donné des déboires à LALANNE en Côte-d'Ivoire (10) et à VALLÉE, PHILIPPE et BOURDIE (21) qui concluent à l'action antagoniste du sérum et du vaccin formolé.

Le fait est bien connu en immunologie comparée et n'a rien pour surprendre ; il est établi en virologie où l'on connaît les difficultés du dosage exact du sérum et du vaccin antirabique pour que l'un interfère le moins possible sur l'autre.

En ce qui concerne la vaccination des jeunes sujets immuns et restant uniquement dans le groupe des myxovirus avec des vaccins inactivés, des échecs ont été enregistrés par OTT, GORHAM et FARREL (13) avec de jeunes furets. Dans la rougeole, ENDERS-RUCKLE (5) a elle aussi montré que les anticorps maternels résiduels gênaient chez l'enfant l'immunisation morbilleuse avec le vaccin inactivé au tween-éther.

Cette ligne de recherches, au total, n'est pas spécialement encourageante pour le problème posé, celui de l'immunisation des veaux. L'immunisation morbilleuse présentant elle aussi des objections théoriques (transfert passif d'anticorps homologues morbilleux à la génération suivante) en cours de vérification, il paraît difficile de préconiser une solution simple. La plus logique pour l'instant, mais aussi la moins aisée et la plus coûteuse, est de faire passer plusieurs fois les équipes vaccinales. On accordera qu'il y a certes des progrès à accomplir mais que, replacée dans le contexte de la pathologie comparée, la situation est la même dans toutes les espèces pour l'immunisation active des jeunes.

## SUMMARY

**Rinderpest vaccination trial of colostrum immune calves with a cell-cultured inactivated and adjuvated vaccine.**

Calves still harbouring colostrum-transmitted rinderpest antibodies at the time of vaccination are not protected in the following months by a cell-cultured,  $\beta$ -propiolactone inactivated, A 65 adjuvated vaccine. The problem of calf vaccination in rinderpest campaigns remains unsolved.

## RESUMEN

**Ensayo de vacunación contra la peste bovina de terneros pasivamente inmunes por anticuerpos originarios del calostro con una vacuna inactivada adyuvada, preparada en cultivos celulares**

La inoculación de una vacuna de cultivo celular del virus de la peste bovina inactivado por la  $\beta$ -propiolactona y adyuvado por el adyuvante A 65 no da ninguna protección durante los meses siguiendo su administración en terneros mientras todavía albergan anticuerpos de origen materno contra la peste. El problema de la vacunación contra la peste bovina de los terneros queda planteado en las campañas de vacunación.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BERGEON et CÉBE. — Au sujet de la vaccination antipestique. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 1930, **3** : 358-370.
2. BÖGEL (K.), ENDERS-RUCKLE (G.) et PROVOST (A.). — Une réaction sérologique rapide de mesure des anticorps antibovipestiques. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*, 1964, **259** : 482-484.
3. BRANAGAN (D.) et HAMMOND (J. A.). — Rinderpest in Tanganyika : a review. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1965, **13** : 225-246.
4. BROWN (R. D.). — Rinderpest immunity in calves. 1. — The acquisition and persistence of maternally derived antibody. *J. Hyg. (Camb.)*, 1958, **56** : 427-434.
- 4a. DAUBNEY (R.). Cité par CURASSON (G.). — *Traité de Pathologie exotique vétérinaire et comparée*. 2<sup>e</sup> édition. Paris, Vigot Frères, éditeurs, 1942.
5. ENDERS-RUCKLE (G.). — Some characteristics of immunity following natural measles and various forms of immunization. *Arch. ges. Virusf.*, 1967, **22** : 23-34.
6. HILLEMANN (M. R.). — Critical appraisal of emulsified oil adjuvants applied to viral vaccines. *Prog. Med. Virol.*, 1966, **8** : 131-182.
7. JACOTOT (H.). — Observations et recherches sur la peste bovine du bétail indochinois. *Arch. Inst. Pasteur Indochine*, 1932, n<sup>o</sup> 15 : 3-95.
- 7a. JACOTOT (H.) et COLSON (M.). — Effets du vaccin contre la peste bovine chez les veaux issus de vaches activement immunisées. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1935, **28** : 74-78.
8. Laboratoire de Farcha. — Rapport annuel 1965, 65-67.
9. Laboratoire de Farcha. — Rapport annuel 1966, 104-107.
10. LALANNE (M. A.). — Séro-vaccination et vaccination antipestique en moyenne Côte d'Ivoire. Durée de l'immunité. *Bull. Serv. zoot. Épiz. A. O. F.*, 1940, **3** : 167-174.
11. LEPISSIER (H. E.) et MACFARLANE (I. M.). — Campagne conjointe contre la peste bovine, Phase 1, Rapport terminal novembre 1965. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1966, **14** : 153-191.
12. LEPISSIER (H. E.) et MACFARLANE (I. M.). — Techniques de vaccination massives en vue de contrôler l'expansion de la peste bovine (Campagne conjointe contre la peste bovine P. C. 15). *Bull. O. I. E.*, 1967, **68** : 665-679.
13. OTT (R. L.), GORHAM (J. R.) et FARRELL (R. K.). — A note on the use of adjuvanted distemper vaccine in ferrets. *Canad. J. comp. Med.*, 1965, **28** : 214-215.
14. POLSON (A.). — Comparative electrophoretic studies of bovine and human colostrum in relation to neo-natal immunity. *Ond. J. Vet. Res.*, 1952, **25** : 7.
15. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. Application aux veaux passivement immuns par anticorps maternels. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1968, **21** : 145-163.
16. SCOTT (G. R.). — Rinderpest. *Adv. Vet. Sc.*, 1964, **9** : 113-224.
17. SCOTT (G. R.) et WITCOMB (M. A.). — Inactivated rinderpest vaccines, in : EAVRO Report year 1956-57. Government Printer, Nairobi.
18. SMITH (V. W.). — Active immunization of calves with tissue cultured rinderpest vaccine. *J. Comp. Path.*, 1966, **76** : 217-224.
19. STONE (S. S.) and DELAY (P. D.). — The inactivation of rinderpest virus by  $\beta$ -propiolactone and its effect on homologous complement fixing and neutralizing antibodies. *J. Imm.*, 1961, **87** : 464-467.
20. STRICKLAND (K. L.). — Vaccination of calves against rinderpest. *Vet. Rec.*, 1962, **74** : 630-631.
21. VALLEE, PHILIPPE et BOURDIE. — La séro-vaccination dans la peste bovine. *Bull. Serv. Zoot. Épiz. A. O. F.*, 1941, **4** : 3-9.
22. WOODHOUR (A. F.), METZGAR (D. P.), STIN (T. B.), TYTELL (A. A.) et HILLEMANN (M. R.). — New metabolizable immunologic adjuvant for human use. I. Development and animal immune response. *Proc. Soc. exp. Biol.*, 1964, **116** : 516-523.

# La méthode d'immunofluorescence et l'identification des mycoplasmes

## Application au diagnostic de la péripneumonie \*

par P. PERREAU, P. GAYT et J. MONNIER

Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 94-Maisons-Alfort

### RÉSUMÉ

L'application de la méthode d'immunofluorescence à l'identification des mycoplasmes et en particulier à la recherche de *M. mycoïdes*, dans les cultures comme dans les exsudats pathologiques et les lésions, est effectuée par les procédés classiques en utilisant soit des sérums expérimentaux anti-*mycoïdes*, soit des sérums de bovins malades naturels. Les résultats montrent que ce procédé est spécifique et que des réactions croisées ne sont pas à craindre avec les autres espèces de mycoplasmes rencontrées chez les ruminants si l'on s'en-toure d'un minimum de précautions. Les conditions techniques de ces examens font l'objet d'une description détaillée.

L'emploi de la méthode d'immunofluorescence pour la recherche et l'identification des Mycoplasmes n'est pas nouveau.

En effet, c'est ce procédé qui permit en 1957 de voir pour la première fois (4) *Mycoplasma pneumoniae*, l'agent de la pneumonie atypique dans des coupes de poumon d'embryon infecté de poulet.

En 1962, H. W. CLARK et al. (2) l'utilisent pour déterminer la spécificité antigénique des souches de *M. hominis* 1 et *M. hominis* 2.

Puis la méthode fut appliquée surtout à la recherche des mycoplasmes contaminant les cultures de cellules, domaine où elle se révéla très efficace (6, 1).

En pathologie animale, elle semble avoir le même succès et déjà des résultats sont acquis ;

c'est ainsi que J. K. NOËL, H. M. DE VOLT et J. E. FABER en 1964 l'appliquent à la recherche de *M. gallisepticum* pour en faire une méthode de diagnostic de la mycoplasmosse aviaire (9).

F. R. ROBINSON, R. W. MOORE et H. E. REDMOND (11) en 1967 l'utilisent pour mettre en évidence les colonies de mycoplasmes dans les tissus de porcs infectés expérimentalement par *M. hyarthritis*, agent de synovites et d'arthrites infectieuses, comme dans des cultures de cellules infectées par cette même espèce. La fluorescence semble très spécifique, mais la comparaison n'est faite qu'avec une seule autre espèce, *M. gallisepticum* (souche S6 d'Adler).

E. KARBE et C. F. HELMBOLT en 1968 (3) montrent l'intérêt de l'immunofluorescence dans le dépistage des mammites de la vache provoquées par des mycoplasmes. Grâce à un immun sérum préparé sur lapin avec une souche de *M. agalactiae* var. *bovis* (souche Donetta), les mycoplasmes sont décelés dans le lait avant ou

(\*) Ce travail a fait l'objet d'une communication à la XXXVII<sup>e</sup> session générale du Comité de l'Office Internationale des Epizooties (Paris, 19-24 mai 1969).



dès l'apparition de l'altération visible de celui-ci. Ici encore la spécificité semble bonne puisqu'on n'observe aucune fluorescence sur 40 échantillons de lait provenant de quartiers atteints de mammites d'origines diverses sans relation avec des infections à mycoplasmes ; en outre, sur de simples frottis effectués avec 29 souches de mycoplasmes appartenant à d'autres espèces (*M. laidlawii*, *M. gallisepticum*, mycoplasmes des pneumonies des petits ruminants, du tractus génital des bovins), on n'observe toujours aucune fluorescence.

Récemment W. N. MASIGA et S. S. STONE (7, 8) appliquent la méthode à la recherche des anticorps et des antigènes de *M. mycoïdes*, expérimentant ainsi un procédé de plus pour le diagnostic de la péripneumonie contagieuse des bovins. C'est une méthode directe utilisant les anticorps d'un bovin atteint de la maladie naturelle ; la spécificité est satisfaisante puisqu'il ne semble pas exister de réaction sérologique de groupe commune à *M. mycoïdes*, *M. bovirhinis*, *M. mycoïdes var. capri* et *M. agalactiae*. On peut utiliser non seulement des frottis de culture de *M. mycoïdes*, mais aussi des frottis préparés directement avec du mucus nasal d'animaux malades ou suspects et des coupes histologiques. Particulièrement intéressante semble être la méthode d'inhibition de l'immunofluorescence, puisqu'elle permettrait selon ces auteurs de déceler des anticorps spécifiques avant que la fixation du complément soit devenue positive.

Il nous apparaît utile d'apporter ici notre contribution à l'étude de cette méthode immunologique d'identification des mycoplasmes en rapportant brièvement les résultats de nos travaux.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### A. — Les antigènes.

Nous avons employé d'une part des cultures de mycoplasmes, sur milieux solide et liquide, d'autre part du matériel pathologique : liquide pleural de bovins péripneumoniques, liquide d'œdème sous-cutané, fragments de lésions pulmonaires fixés et coupés selon les normes de l'histologie courante.

1) *Souches de Mycoplasmes* : elles appartiennent à notre collection et sont conservées à — 25 °C après lyophilisation :

- *Mycoplasma mycoïdes var. mycoïdes* : d'une part, des souches virulentes Fatick (Sénégal) et Afadé (Tchad), isolées chez des zébus atteints de péripneumonie ; d'autre part, des souches isolées chez les chèvres et sérologiquement rattachées à la variété *mycoïdes*, dénommées C11 et VOM.

- *Mycoplasma mycoïdes var. capri* : souches OSB42, Farcha et PG<sub>3</sub> (Freundt).

- *Mycoplasma bovirhinis* : souches PG43 (Freundt), Nantes 1, 4 et 6, Somme 611, 777 et 782, MV5, MV8 et MVX.

- *Mycoplasma bovirhinis* : souches PG11 (Freundt) et 106/12.

- *Mycoplasma agalactiae* : PG2 (Freundt), AG1 (Bucarest).

- *Mycoplasma laidlawii* : souche L8 (Elford) et S35 (Tchad).

- *Mycoplasma gallisepticum* : souche S6 (Adler) et PG31 (Freundt).

### 2) Cultures :

Pour l'ensemble de ces souches, le milieu suivant, stérilisé par filtration sur disque Seitz EKS II, fut utilisé :

Bacto P. P. L. O. Broth (sec)...	21 g
Bacto-Tryptose .....	10 g
Bacto Yeast Extract.....	6 g pH 7,7
Glucose .....	1 g
Eau .....	1.000 ml

sans inhibiteurs bactériens et avec du sérum stérile de cheval au taux de 10 p. 100.

Les cultures en milieu liquide étaient examinées sous formes d'étalements fixés à l'alcool méthylique (3 mn) et sans dilution préalable ; une coloration au May-Grünwald Giemsa permettait de juger de la richesse en germes sur des lames témoins.

Quant aux cultures sur gélose (faites avec le milieu précité additionné de 18 g/l de Bacto-Agar), elles furent employées de la façon suivante : lorsqu'au bout de plusieurs jours la culture avait atteint un développement satisfaisant, des carrés de gélose porteurs de colonies étaient découpés, puis renversés et appliqués sur des lames. Pour fixer les « empreintes » de ces colonies, on se servit indifféremment de deux

méthodes bien connues des microbiologistes :

a) le traitement aux vapeurs d'acide osmique durant quelques secondes suivi d'une fixation de 3 mn à l'alcool méthylique ;

b) l'immersion des lames avec leurs blocs dans du liquide de BOUIN. Après opacification totale (5 à 10 mn) et décollement de ceux-ci, les lames étaient lavées plusieurs minutes à l'eau courante.

Dans tous les cas, un rinçage soigneux au tampon merthiolaté précédait l'application du conjugué.

3) Les liquides d'œdème sous-cutané avaient été obtenus par inoculation artificielle sous la peau de bovins de cultures de *M. mycoides*. Ces liquides récoltés aseptiquement étaient conservés lyophilisés et à  $-25^{\circ}\text{C}$  avant leur utilisation. Ils furent employés sous forme de frottis fixés à l'alcool méthylique.

4) Les échantillons d'exsudat pleural\* avaient été récoltés par ponction thoracique ou prélèvement aseptique immédiat à l'autopsie, sur des bovins péripneumoniques ; ils furent conservés à l'état congelé ou lyophilisé et utilisés comme les liquides d'œdème.

5) Les fragments de lésions pulmonaires\* avaient été prélevés sur des bovins malades naturels ou infectés artificiels et avaient initialement servi à l'étude histologique de l'infection péripneumonique (il est important de disposer de fragments découpés dans des lésions débutantes ou au stade de l'hépatisation rouge, comme nous le verrons plus loin). Après fixation au Bouin, les blocs étaient coupés et collés sans précaution particulière ; les coupes recevaient le conjugué fluorescent après immersion prolongée dans l'alcool lithiné et plusieurs lavages au P. B. S. merthiolaté.

Comparativement aux lésions de péripneumonie, furent examinées par les mêmes procédés un certain nombre de coupes préparées à partir de poumons de bovins atteints de pneumonies ou bronchopneumonies infectieuses telles qu'on a l'habitude de les observer durant l'hiver dans les régions tempérées.

(\*) Nous tenons ici à remercier tout particulièrement notre confrère M. DOUTRE, du Laboratoire National de Recherches Vétérinaires du Sénégal, qui nous a fourni une part importante de notre matériel d'étude.

Rappelons que ces accidents infectieux sont réunis très communément sous le vocable de grippe bovine, encore qu'il ne s'agisse bien souvent que de complications bactériennes consécutives à l'« agression » des épithéliums du tractus respiratoire par le myxovirus parainfluenza III, et qu'il n'est pas si facile dans certains cas de faire le diagnostic différentiel à l'autopsie entre ces lésions dites de pasteurellose et des lésions localisées de péripneumonie subaiguë.

Précisons qu'au départ, de ces poumons hépatisés nous avons isolé, le plus souvent associées, *Pasteurella multocida* A, *P. hemolytica*, *Escherichia coli* et *Mycoplasma bovirhinis* (cette dernière espèce en quantité souvent abondante dans les lésions d'hépatisation rouge).

## B. — Les immuns sérums et les conjugués fluorescents.

Ces essais ont mis en œuvre :

1) des immuns sérums anti-mycoplasmes préparés sur mouton ou sur lapin ;

D'une façon très générale, le protocole d'immunisation des animaux était le suivant :

— une injection initiale sous-cutanée d'un mélange à parties égales d'adjuvant de Freundt (Bacto-Adjuvant Difco) et de suspension de mycoplasmes lavés en P. B. S. merthiolaté (opacité du tube n° 10 ou 20 de BROWN), sous le volume de 5 ml chez le mouton et de 2 ml chez le lapin ;

— après un délai de 4 semaines, une série d'injections intraveineuses de la même suspension de mycoplasmes ajustée au tube n° 2,5 de BROWN, au rythme de deux injections par semaine (2 ml chez le mouton et 1 ml chez le lapin). Le nombre d'injections nécessaires est au minimum de 5 ; en cas d'insuffisance du titre d'anticorps au bout de 7 à 8 injections, celles-ci étaient interrompues et, après un nouveau délai de 1 à 2 mois, une nouvelle série d'intraveineuses identiques était recommencée, avec un résultat satisfaisant le plus souvent.

A titre indicatif, les immuns sérums anti-*M. mycoides* qui nous ont servi avaient pour titres moyens :

- Agglutination lente en tube : 1/320 à 1/640.
- Hémagglutination passive : 1/5120 à 1/20.480.

● Fixation du complément (type Kolmer) : 1/640.

Tous ces sérums étaient fortement précipitants, à l'égard des antigènes polysidiques en particulier. D'abord employés simplement dilués au 1/50 ou au 1/100, dans la méthode indirecte d'immunofluorescence, ils furent ensuite conjugués à l'isothiocyanate de fluorescéine pour servir en méthode directe.

2) des sérums de bovins africains infectés naturellement de péripneumonie et choisis pour leur titre élevé d'anticorps :

● Agglutination rapide sur lame : ++++.  
● Hémagglutination passive : 1/2560 à 1/10240.

● Fixation du complément (CAMPBELL et TURNER) : 1/640 à 1/2560.

Ils servirent aussi en méthode indirecte, puis directe (donc après marquage par le fluorochrome).

3) des sérums fluorescents anti-globulines de bovin, de mouton et de lapin commercialisés par l'Institut Pasteur à Paris ;

4) des sérums fluorescents identiques préparés dans notre laboratoire ;

Pour l'ensemble des sérums conjugués par nos soins, le protocole de conjugaison fut très classique :

— précipitation des globulines par le  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  à demi-saturation et à froid (4 à 8 °C),

— dialyse de 48 h en solution physiologique tampon (P. B. S. de Dulbecco additionné de merthiolate de Na à 1/5000),

— marquage à l'isothiocyanate de fluorescéine (BD. Mérieux) selon les normes préconisées à l'Institut Pasteur à Paris : poids de fluorochrome égal au 1/40 du poids des globulines, celles-ci étant en solution à 2 p. 100 et le pH ajusté à 9,25,

— passage du conjugué brut sur colonne de Sephadex G. 50 (souvent deux fois),

— conservation des conjugués soit à l'état congelé (— 25 °C) soit à 4° après addition d'un volume égal de glycérine neutre.

Les frottis sur lame et les coupes histologiques furent recouverts de conjugué fluorescent à la

dilution appropriée durant 30 ou 45 mn, à 37° et en chambre humide. Dans la méthode indirecte et dans les réactions d'inhibition, les temps d'application des sérums non marqués étaient identiques. Après rinçage au P. B. S., les préparations étaient montées sous lamelle en tampon glyciné à 33 p. 100 et à pH 7,6.

### C. — Matériel optique.

Nous nous sommes servis de matériel Zeiss : statif G. F. L., avec équipement de fluorescence II, lampe à vapeur de mercure OSRAM HBO 200 W/4, filtres d'excitation BG3 et BG12, filtre oculaire d'arrêt 50.

Les objectifs les plus utiles furent les Neofluar 16/0,40 et 40/0,75.

Toutes les observations ont été faites en fond noir, indispensable à notre avis pour les si petits germes que sont les Mycoplasmes et pour avoir un bien meilleur contraste.

## RÉSULTATS

### A. — Considérations techniques générales.

1) Le meilleur matériel pour l'identification d'une souche semble être la culture en bouillon, étalée sur une lame, pure ou diluée. Si la culture originelle est riche, il peut être utile de la diluer en tampon physiologique au 1/5 ou au 1/10 ; l'examen en sera facilité car les mycoplasmes se détacheront sur un fond beaucoup plus sombre. En effet le milieu est très riche en sérum que la fixation coagule ; d'où la présence sur la lame, après l'application du conjugué, d'une nappe de fond plus ou moins verdâtre enlevant beaucoup de brillant à la lumière de fluorescence spécifique.

Les souches en phase filamenteuse facilitent considérablement l'examen car les formes en chaînettes sont immédiatement identifiables (cf. photo n° 1).

Il est du plus grand intérêt d'avoir des préparations très minces pour que les anticorps puissent « s'accrocher » facilement aux antigènes et il est donc commode d'effectuer les étalements de culture avec le bord d'une lamelle, comme si l'on procédait à un étalement de sang.



Photo n° 1. — Etalement d'une culture de *M. mycoïdes* (souche Fatick virulente) traitée en méthode directe ; les formes filamenteuses particulièrement nettes facilitent beaucoup l'examen.

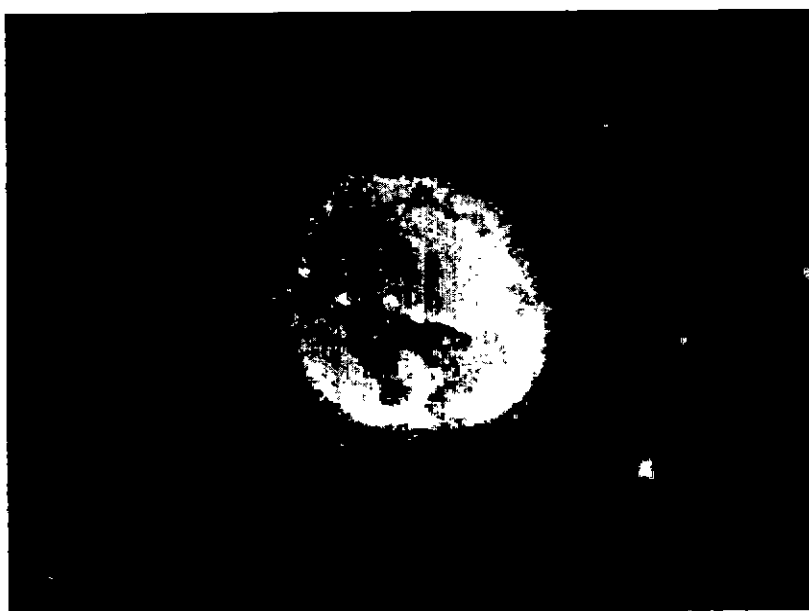


Photo n° 2. — « Empreinte » d'une jeune colonie de *M. mycoïdes* traitée en méthode directe (après fixation au liquide de Bouin) ; c'est la périphérie de la colonie qu'il est très intéressant d'examiner.

2) Les « empreintes » de colonies, effectuées dans les conditions précitées, doivent être examinées à leur périphérie ; en effet la zone centrale de chaque colonie est épaisse, elle représente une grosse masse d'antigène et fixe beaucoup de conjugué. Trop lumineuse et rendue floue par la diffusion importante de lumière, elle ne permet pas d'observation sérieuse. Mais à sa périphérie, des mycoplasmes ont été libérés lors de l'impression du carré de gélose ; ils apparaissent très nets sur fond sombre et la coloration par les anticorps conjugués est suffisamment fine pour révéler le très grand pléomorphisme des mycoplasmes (cf. photos n° 2, 3 et 4).

Le diagnostic différentiel s'effectue avec des « empreintes » aussi bien qu'avec les frottis de culture.

3) Dans la lymphe thoracique des bovins malades ou dans le liquide d'œdème sous-cutané, *M. mycoides* est très visible en immunofluorescence. Malheureusement l'examen des lames est rendu difficile et quelquefois douteux par la présence, de nombreux débris tissulaires (cellules dégénérées, noyaux, fragments de fibrine, éléments impossibles à identifier, nappes

d'exsudat protéique fixé, etc...) qui donnent lieu à des phénomènes de fluorescence non spécifique. Nous croyons aussi que la lecture des étalements serait facilitée si ceux-ci étaient préparés et fixés immédiatement après le prélèvement, la déformation des mycoplasmes étant alors réduite à son minimum.

4) Les coupes histologiques de lésions pulmonaires exigent un mode d'examen un peu particulier. En effet elles fixent beaucoup de conjugué de façon non spécifique et les noyaux des cellules d'infiltration (neutrophiles et macrophages) ont une fluorescence propre qui peut être gênante. L'ensemble de la préparation apparaît donc assez lumineux avec une dominante jaune ou même jaune orangé.

Les mycoplasmes seront localisés et identifiés facilement surtout dans les fentes lymphatiques péri-vasculaires et, plus souvent encore, dans les espaces lymphatiques périlobulaires distendus que l'œil suivra patiemment et dans lesquels ils apparaîtront très brillants, dispersés sur un réticulum acellulaire, verdâtre et plus ou moins déchiqueté, qui n'est autre qu'une section de thrombus lymphatique (cf. photo n° 5).

Ils y sont très abondants au sein des lésions

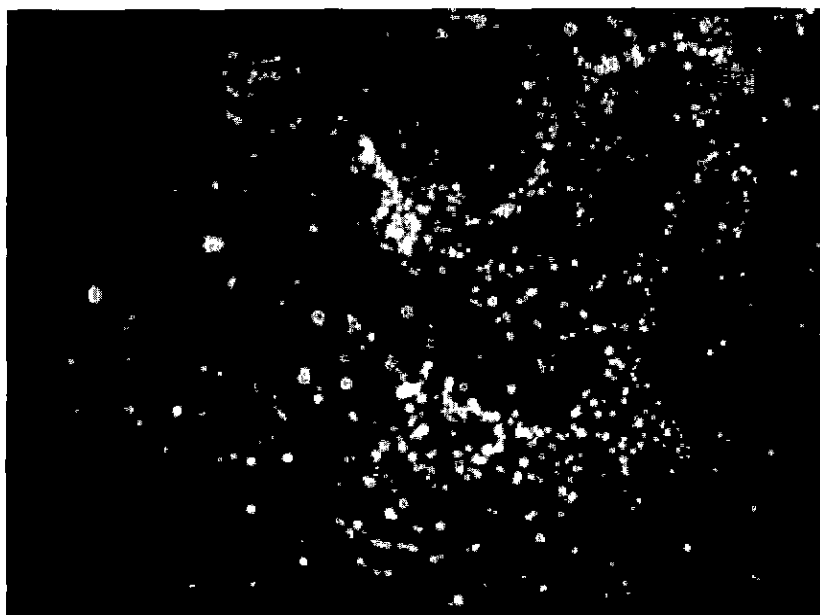


Photo n° 3. — « Empreinte » de colonies de *M. mycoides* fixées au liquide de Bouin ; le pléomorphisme de *M. mycoides* est ici bien visible, les anticorps fluorescents sont fixés sur la surface des formes vésiculeuses.

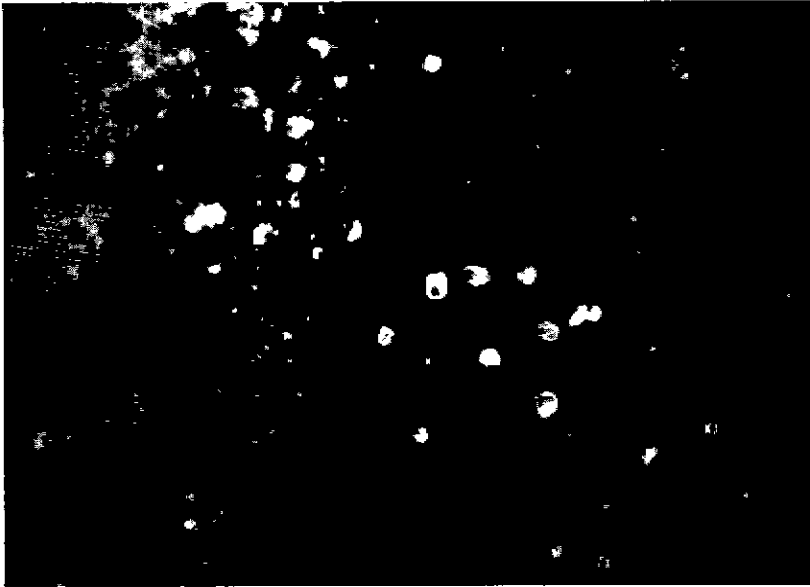


Photo n° 4. — Même préparation ; on voit le bord d'une grosse colonie, d'où s'échappent des formes vésiculeuses.

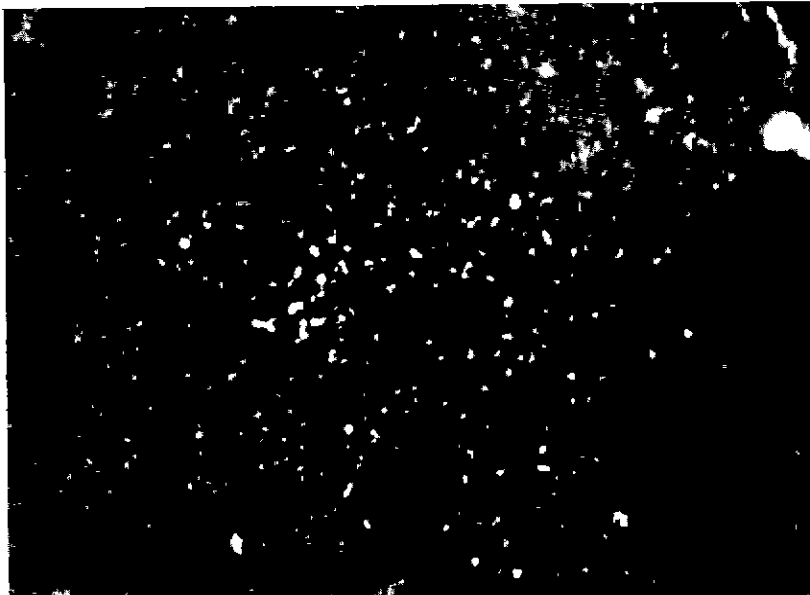


Photo n° 5. — Coupe histologique de poumon infecté par *M. mycoides*, traitée par la méthode directe : on voit ici le contenu d'un vaisseau lymphatique périlobulaire. Sur la lymphe que le fixateur et la déshydratation ont transformé en fin reticulum, se détachent les mycoplasmes très brillants et fort nombreux. La lymphe est une véritable culture dans les lésions débutantes ou aiguës de péripleurésie.

débutantes ou aiguës et se raréfient à mesure que l'inflammation devient subaiguë ou chronique.

Il est fréquent d'observer des images de phagocytose dans les nappes de cellules d'infiltration qui ceinturent et même envahissent ces lymphatiques dilatés ; certains leucocytes semblent contenir de très grosses masses d'antigène spécifique et on est porté à croire que les mycoplasmes phagocytés peuvent continuer à se multiplier, formant ainsi des colonies denses intracytoplasmiques (cf. photos n° 6 et 7).

Dans les alvéoles, les mycoplasmes sont plus difficiles à apercevoir, soit qu'ils y soient rares ou disparus (ce qui semble bien être le cas des lésions au stade de l'hépatisation déjà ancienne), soit qu'ils soient « protégés » des anticorps fluorescents par l'exsudat, les cellules inflammatoires et la fibrine qui combient les alvéoles.

Néanmoins, il n'est pas rare de trouver dans des lésions actives de péripneumonie, au stade de l'hépatisation rouge, des images identiques à celle que montre la photo n° 8 et qui est à nos yeux parfaitement démonstrative.

5) Le critère de spécificité qui fut couramment utilisé avec des résultats réguliers fut celui de l'examen comparatif d'une préparation identique

traitée par un conjugué absorbé par l'antigène homologue.

Nous n'avons eu aucun succès avec la méthode d'inhibition en procédé indirect à deux temps (sérum positif normal, puis sérum positif conjugué) tout comme avec le procédé à un temps (application sur la lame du mélange à parties égales des deux sérums, le positif normal à une concentration 5 ou 10 fois supérieure à celle du positif conjugué) ; cela n'étonnera pas les adeptes de l'immunofluorescence et nous fait croire que la mesure des anticorps anti-*mycoïdes* par ce moyen doit fournir des résultats assez aléatoires.

#### B. — L'identification de *M. mycoïdes* et le diagnostic de la péripneumonie.

1) La méthode d'immunofluorescence met fort bien en évidence *M. mycoïdes* de façon indirecte et de façon directe, qu'on emploie des immuns sérums artificiels préparés sur animaux de laboratoire ou des sérums positifs prélevés sur des bovins naturellement infectés.

Toutefois nous avons obtenu une meilleure brillance avec les immuns sérums artificiels préparés sur mouton ; nous pensons qu'il ne

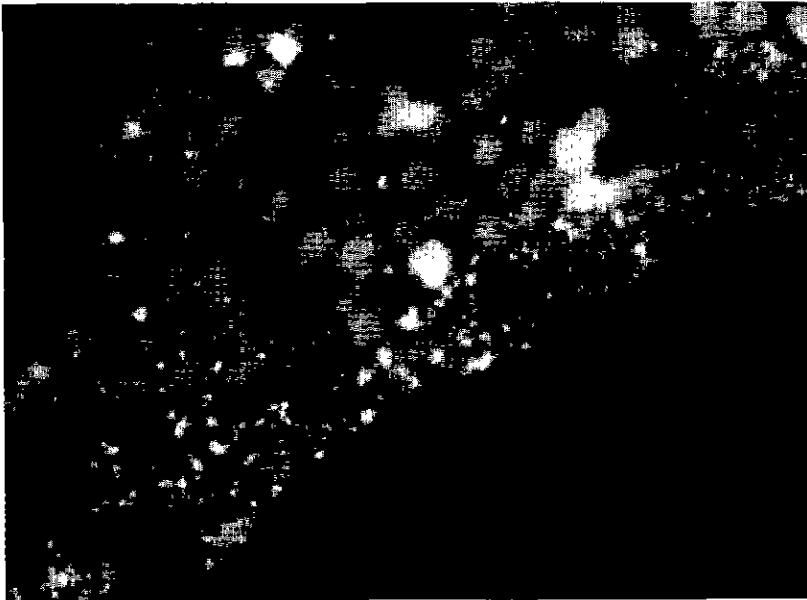


Photo n° 6. — Même coupe ; lumière d'un vaisseau lymphatique que commencent à envahir les cellules inflammatoires. Le film de lymphe est ici rétracté et les grosses tâches lumineuses sont vraisemblablement des amas de mycoplasmes à l'intérieur de phagocytes.

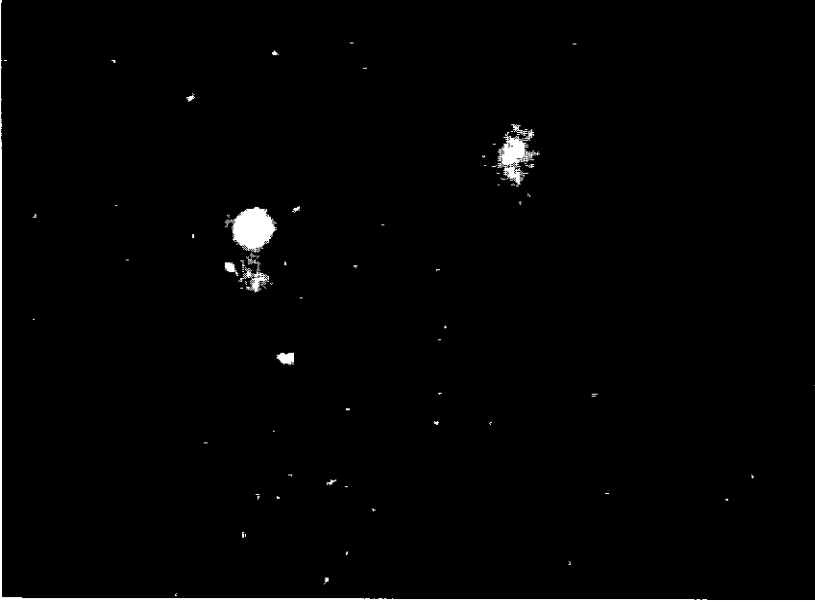


Photo n° 7. — Même coupe : autre vaisseau lymphatique où les cellules inflammatoires sont au contact des mycoplasmes. Image de phagocytose.

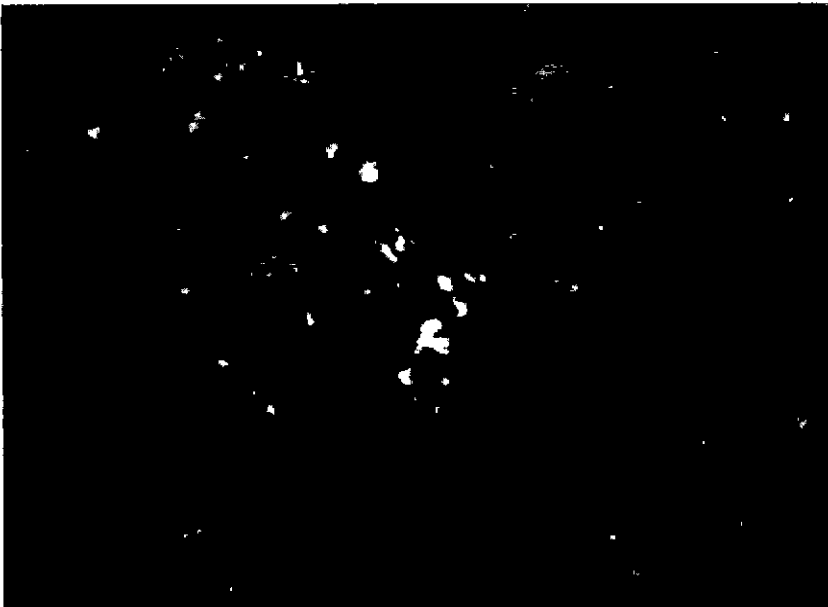


Photo n° 8. — Coupe de lésion pulmonaire, traitée par la méthode directe ; cette lésion est aiguë, comme le montrent la congestion et l'œdème des parois alvéolaires (les hématies sont en noir). Les mycoplasmes apparaissent très nettement, isolés ou en petits amas, dans la cavité alvéolaire à demi comblée par l'exsudat et les cellules inflammatoires.



s'agit pas ici d'un phénomène fortuit, car ces sérums ont des titres d'anticorps très élevés et sont fortement précipitants, en particulier à l'égard du « galactane ». Il est donc vraisemblable qu'il y ait une forte fixation de molécules d'anticorps conjugué à la surface des germes.

2) Cette immunofluorescence apparaît spécifique ; toutefois quelques réserves sont à faire :

a) il est nécessaire, pour plus de sûreté dans les examens, d'utiliser l'antisérum en méthode indirecte ou le conjugué en méthode directe à une dilution telle que les anticorps communs soient pratiquement éliminés (1/25, 1/50 et 1/100 dans nos essais).

b) un conjugué anti-*M. mycoïdes* fait briller non seulement les souches de *M. mycoïdes* isolées de cas de péripneumonie authentique, mais aussi les mycoplasmes des chèvres sérologiquement apparentés (et de façon étroite) à *M. mycoïdes*. Les souches précédemment citées (VOM, C11) brillent de façon égale (+ + +) aux souches de *M. mycoïdes* (cf. tableau 1) et c'est là une confirmation supplémentaire de leur identité sérologique, maintes fois constatée dans notre laboratoire par diverses méthodes (agglutination en tube, hémagglutination passive, fixation du complément, inhibition de croissance). Rappelons que la souche VOM est originaire de Nigeria et qu'elle nous a été transmise par les soins du laboratoire de FARCHA ; on croit, sans en être certain, qu'elle est la souche originelle de LONGLEY (5) ; s'il en est bien ainsi, elle n'est nullement représentative des souches de *M. mycoïdes var. capri*, responsables de la pleuro-pneumonie contagieuse des chèvres (PG3, OSB42, FARCHA) examinées ici et séparées nettement de *M. mycoïdes* par l'immunofluorescence.

La souche C11 qui lui est identique a été isolée en 1962 du poumon d'une chèvre atteinte de la pneumonie contagieuse fréquemment observée au Tchad en saison froide ou pendant les pluies ; sur un troupeau de 150 animaux, 50 environ étaient atteints. Il est bien difficile de dire si les mycoplasmes isolés étaient les seuls responsables de cette enzootie, car *P. multocida* A et *P. hemolytica* leur étaient associées chez plusieurs animaux ; l'infection à *Miyagawanella* fréquente dans les mêmes conditions (10) n'avait pu être mise en évidence.

Un conjugué anti-souche VOM peut être utilisé comme un conjugué anti-*M. mycoïdes* car il fournit les mêmes résultats avec les autres groupes de mycoplasmes (cf. tableau I). En bref, ces souches isolées chez les chèvres doivent être considérées comme appartenant effectivement à l'espèce *mycoïdes var. mycoïdes*, puisqu'aucun caractère différentiel probant ne peut être relevé.

c) il faut dire aussi que le conjugué anti-*var. mycoïdes*, peut marquer les souches *var. capri* Pg3, OSB42 et Farcha, mais avec une brillance nettement plus faible que pour l'antigène homologue ( $\pm$  contre + + +). Le test n'est donc pas absolument négatif et il n'y a là rien d'étonnant étant donné les communautés antigéniques partielles ; en tout état de cause, la distinction est faite nettement par le technicien averti.

3) Les autres mycoplasmes rencontrés chez les ruminants (*M. agalactiae*, *M. bovirhinalium*, *M. bovirhinis*, *M. laidlawii*) ne fournissent que des réactions négatives avec un conjugué anti-*mycoïdes* (cf. tableau I).

De façon identique un conjugué anti-*bovirhinis* (c'est l'espèce qui a, lors d'un isolement à partir de lésions pulmonaires douteuses, les plus grandes chances d'être confondue au départ avec un *M. mycoïdes*) donne une réaction négative avec les antigènes de ce dernier.

4) La recherche de *M. mycoïdes* dans les coupes histologiques nous semble intéressante. A condition de disposer de fragments de poumon au stade de l'hépatisation rouge et comportant des septa interlobulaires œdémateux, cette lecture est relativement facile et sa valeur est garantie par le résultat négatif que fournit la même coupe traitée par le conjugué absorbé.

Cet examen peut être rétrospectif, car certains de nos prélèvements étaient inclus en paraffine depuis 5 ans.

Les coupes de poumons de veaux atteints de « pasteurellose » offrent une image histologique qui n'est pas sans rapport avec l'image de la péripneumonie ; on y retrouve souvent la même dilatation des travées interlobulaires et la même thrombose des lymphatiques mais les mycoplasmes qu'occasionnellement on pourrait y trouver ne brillent pas avec un conjugué anti-*mycoïdes*.

TABLEAU N° I

Résultats Globaux des examens en immunofluorescence

Immunsérums conjugués utilisés en méthode directe	<i>M. mycoides</i> var. <i>mycoides</i>		<i>M. mycoides</i> var. <i>capri</i> Pleuron pneumonie contagieuse de la chèvre OSB 42, PG 3 et Farcha	<i>M. bovirhinis</i> * Syndrome grippal des veaux Nantes 1, 4 et 6 MV5, MV8, MVX Somme 611, 777 et 782, PG 43	<i>M. bovirhinis</i> * Tractus génital des bovins 106/12 et PG 11	<i>M. laidlawii</i> Saprophytes L 8 et S 35
	Péri-pneumonie bovine Souches : Afade et Fatiek	Pneumonie des chèvres C 11 et Vom				
1/ Anti- <i>mycoides</i> expérimental au 1/100	+++	+++	+	-	-	-
2/ Anti- <i>mycoides</i> de malades naturels au 1/25	+++	+++	+	-	-	-
3/ Anti- <i>mycoides</i> Vom expérimental au 1/50	+++	+++	+	-	-	-
4/ Anti- <i>bovirhinis</i> expérimental au 1/50	-	-	-	( Somme 611 ( Nantes 6 ( MV 5, MVX + pour les + autres	- 106/12 + PG 11	-

\* L'ensemble sérologique de l'ensemble des souches groupées sous la dénomination *bovirhinis* n'est pas homogène vis-à-vis du sérum anti-*bovirhinis* MV5, bien que toutes ces souches aient été isolées soit des naseaux soit des poumons de bovins atteints de syndrome grippal ; il s'agit certainement de types sérologiques différents.

N.B. Les quatre antisérums utilisés sont négatifs vis-à-vis de *M. agalactiae* (souche PG<sub>2</sub>) et *M. gallisepticum* (souches S<sub>6</sub> et PG<sub>31</sub>).

Pour un diagnostic rapide, il serait plus logique d'utiliser de simples décalques de section de poumon, mais les risques d'avoir sur les lames des débris cellulaires fort gênants sont tels que nous avons écarté à priori ce procédé.

### C. — L'immunofluorescence et le diagnostic d'espèce des mycoplasmes.

Les essais décrits ici sont des travaux préliminaires qui n'ont mis en œuvre que des sérums anti-*M. mycoïdes* (souches bovines et caprines) et anti-*M. bovirhinis* ; cependant il est encourageant de constater que l'immunofluorescence nous permettra sans doute d'identifier les espèces de mycoplasmes beaucoup plus vite qu'avec les moyens sérologiques habituels (notamment l'inhibition de croissance considérée comme le meilleur test actuel).

D'ailleurs les résultats attendus ne dépendent pas tellement de la technique d'immunofluorescence en elle-même, mais bien plus de la préparation préalable d'antisérums spécifiques d'espèce ou de type sérologique. Si pendant longtemps ces sérums ont été réputés difficiles à obtenir, c'est parce que les réactions croisées dues aux antigènes de groupe ont un peu effrayé les sérologistes. En fait, elles ne semblent pas si importantes et le problème le plus ennuyeux qui se pose au microbiologiste lors de l'isolement et de l'identification d'une souche de mycoplasme, c'est bien l'obtention d'une masse de mycoplasmes

suffisante pour préparer l'antisérum et l'antigène que mettront en jeu les procédés sérologiques actuels d'identification.

Or l'immunofluorescence pourrait permettre l'identification du mycoplasme à partir de la primoculture, qu'elle soit faite en milieu liquide ou sur milieu solide.

## CONCLUSIONS

Les mycoplasmes peuvent être identifiés par la méthode d'immunofluorescence.

Ce procédé apporte un moyen supplémentaire au diagnostic de la péripneumonie puisque *M. mycoïdes* peut être identifié dans les cultures (en milieux solide et liquide) dans les exsudats pathologiques et dans les coupes histologiques de lésions pulmonaires.

À la lumière de notre expérience, nous pouvons même affirmer que, pour un technicien averti disposant de préparations correctes, ce diagnostic par immunofluorescence est facile.

La spécificité de cette méthode est bonne puisque les sérums conjugués antimycoïdes sont négatifs avec *M. mycoïdes* var. *capri*, *M. bovirhinis*, *M. bovisganitalium*, *M. agalactiae* et *M. laidlawii*.

Les résultats de ces essais conduisent à penser que l'identification des diverses espèces de mycoplasmes pourrait se faire par le test d'immunofluorescence plus aisément que par les moyens sérologiques actuels.

## SUMMARY

### The fluorescent antibody method for identifying mycoplasmas. Application for the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia

The application of the fluorescent antibody method for identifying mycoplasmas, and specially for detecting *M. mycoïdes* in cultures as in pathological exudates and lesions, is carried out by classical procedures by using artificial immune anti-*mycoïdes* sera or bovine sera from natural cases. Results showed that this method is quite specific and that cross-reactions are not to be feared with other species of mycoplasma from ruminants, if minimal care is taken.

Technical conditions of this investigation are described in detail.

## RESUMEN

### El método de inmunofluorescencia y la identificación de los micoplasmas. Aplicación al diagnóstico de la perineumonía

La aplicación del método de inmunofluorescencia a la identificación de los micoplasmas y particularmente a la búsqueda de *M. mycoïdes*, en los cultivos

asi como en los exudados patológicos y las lesiones, se efectúa mediante los procesos clásicos utilizando ya sueros experimentales anti-mycoides, ya sueros de bovinos enfermos naturales. Los resultados muestran que el dicho proceso es específico y que reacciones cruzadas no son de temer con otras especies de micoplasmas encontrados en los rumiantes, si se precautela suficientemente. Se describen en detalle las condiciones técnicas de estos exámenes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BARILE (M. F.), MALIZIA (W. F.) et RIGGS (D. B.). — Incidence and detection of pleuropneumonia-like organisms in cell cultures by fluorescent antibody and cultural procedures. *J. Bact.*, 1962, **84** : 130-136.
2. CLARK (H. W.), BAILEY (J. S.), FOWLER (R. C.) et BROWN (T. McP). — Identification of Mycoplasmataceae by the fluorescent antibody method. *J. Bact.*, 1963, **85** : 111-118.
3. KARBE (E.) et HELMBOLDT (C. F.). — Diagnose der Mykoplasmen-mastitis beim rind mit hilfe von fluoreszierenden antikörpern. *Zentralblatt für veterinarmedizin*, 1968, **15** (3) : 372-381.
4. LIU (C.). — Studies on primary atypical pneumonia. I. Localization, isolation and cultivation of a virus in chick embryos. *J. Exptl. Med.*, 1957, **106** : 455.
5. LONGLEY (E. O.). — Contagious caprine pleuro-pneumonia. A study of the disease in Nigeria. Colon. Res. Publ. N° 7, H. M. Stationery office London, 1951.
6. MALIZIA (W. F.), BARILE (M. F.) et RIGGS (D. B.). — Immunofluorescence of pleuropneumonia-like organisms isolated from tissue cell cultures. *Nature*, 1961, **191** (4784) : 190-191.
7. MASIGA (W. N.) et STONE (S. S.). — Application of a fluorescent antibody technique for the detection of *Mycoplasma mycoides* antigen and antibody. *J. Bact.*, 1968, **96** (5) : 1867-1869.
8. MASIGA (W. N.) et STONE (S. S.). — Fluorescent antibody and agar gel diffusion techniques to detect *Mycoplasma mycoides* in fresh and formalin-fixed lung lesions of cattle. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1968, **16** (4) : 399-404.
9. NOEL (J. K.), DE VOLT (H. M.) et FABER (J. E.). — Identification of *Mycoplasma gal-lisepticum* in lesion tissue by immunofluorescence. *Poultry Science*, 1964, **43** (1) : 145-149.
10. PROVOST (A.). — Identification au Tchad d'un virus du groupe des Chlamydozoacées, pathogène pour la chèvre. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1957, **10** (2) : 2.
11. ROBINSON (F. R.), MOORE (R. W.) et REDMOND (H. E.). — Immunofluorescence studies of *Mycoplasma hyoarthrinosa* infection in swine. *Am. J. Vet. Res.*, 1967, **28** (122) : 141-147.

# Les mycobactéries d'origine animale isolées au centre Muraz de 1965 à 1968

## Techniques d'isolement et d'identification. Résultats

par R. GIDEL, J. P. ALBERT, M. LEFÈVRE, M. MÉNARD et M. RÉTIF  
avec la collaboration technique de A. DJOKOUI

### RÉSUMÉ

Les auteurs soulignent tout d'abord l'importance des saisies pour tuberculose aux abattoirs de Bobo-Dioulasso. La fréquence de ces saisies a été de 9,61 p. 100 pour les bovins (82.961 animaux inspectés) et de 2,15 p. 100 pour les porcins (16.992 animaux contrôlés) au cours des années 1965 à 1968 incluse. Ils indiquent ensuite les techniques qu'ils ont utilisées pour les prélèvements, l'isolement et l'identification des mycobactéries. Enfin, ils exposent les résultats obtenus concernant les examens directs, les cultures et l'identification des mycobactéries isolées.

Parmi les 639 prélèvements reçus au Laboratoire, 298 cultures furent positives et 250 souches purent être identifiées.

*Mycobacterium bovis* est l'agent le plus fréquemment rencontré : 89,6 p. 100 des cas.

*Mycobacterium tuberculosis* a cependant été isolé dans 5,2 p. 100 des cas et des mycobactéries atypiques dans 5,2 p. 100 des cas également. Aucune souche de *Nocardia farcinica* n'a été isolée. Ces résultats montrent la rareté du farcin et l'importance de la tuberculose bovine dans les régions dont les animaux étaient originaires.

Les auteurs concluent en faisant part de leur intention d'entreprendre une étude bactériologique dans les régions sahéliennes d'élevage où des enquêtes tuberculiques récentes ont montré que des liens devaient exister entre tuberculoses humaine et bovine. Ces recherches permettront de préciser les types de mycobactéries en cause et de mieux connaître l'épidémiologie de la maladie dans ces régions.

### 1. — INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, les vétérinaires chargés de l'inspection des viandes à l'abattoir de Bobo-Dioulasso en Haute-Volta ont été frappés par la fréquence des lésions tuberculeuses chez les animaux abattus dans cet établissement. Dans certaines régions d'Afrique au contraire, la tuberculose semble exceptionnelle : c'est le cas du Tchad notamment. Par contre, dans ce pays et dans d'autres également, on rencontre, avec une fréquence relative, le farcin dû à *Nocardia farcinica*, dont les lésions peuvent évo-

quer, pour l'inspecteur non averti, une tuberculose miliaire. En 1961, une étude sur le farcin a été effectuée aux abattoirs de Fort-Lamy au Tchad (PERPEZAT et al., 1963). Sur 38.201 bovins abattus, 476 ganglions suspects avaient été prélevés. Pour chacun d'eux, les auteurs ont isolé *Nocardia farcinica*, alors qu'aucun cas de tuberculose n'a été mis en évidence.

En ce qui concerne la Haute-Volta par contre, aucun cas de farcin n'a été signalé jusqu'à ce jour, ni à l'abattoir de Bobo-Dioulasso, ni à celui de Ouagadougou, ni dans ceux des centres secondaires.

Il nous a donc paru intéressant d'apporter la preuve bactériologique des nombreux cas de tuberculose dépistés macroscopiquement à l'abattoir de Bobo-Dioulasso et de préciser les types de mycobactéries en cause.

Les S/Sections Tuberculose et Zoonoses du Centre Muraz ont donc entrepris, à partir de 1965, l'identification des souches de myco-bactéries isolées à partir des prélèvements effectués sur les animaux abattus à Bobo-Dioulasso et présentant des lésions tuberculeuses.

## 2. — IMPORTANCE DES SAISIES POUR TUBERCULOSE A L'ABATTOIR DE BOBO-DIOULASSO

Le pourcentage d'animaux porteurs de lésions tuberculeuses varie considérablement d'une année à l'autre. C'est ainsi que, chez les bovins, les taux suivants ont été observés au cours des 20 dernières années :

7,6 p. 100 en 1950  
19,5 p. 100 en 1953  
5,6 p. 100 en 1959  
14,8 p. 100 en 1962.

Ces variations s'expliquent par le fait qu'une part importante, de l'ordre de 65 à 75 p. 100, des bovins abattus sont d'origines très diverses, un certain nombre d'entre eux provenant des régions fortement infectées du Mali (Ségou, Macina, Mopti).

Au cours des années 1965 à 1968 incluse, 9,61 p. 100 des 82.961 bovins abattus, et 2,15 p. 100 des 16.992 porcins abattus étaient porteurs de lésions tuberculeuses (voir tableau 1). Pendant cette même période, un certain nombre de cas de tuberculose ont également été observés chez

les chevaux (9 cas sur 3.299 animaux inspectés), les moutons et les chèvres.

Comme nous l'avons signalé ci-dessus, un pourcentage important des bovins abattus est d'origine étrangère. Par contre, les équins, ovins et caprins sont, pour la très grande majorité, d'origine voltaïque. Si on étudie la fréquence de la tuberculose bovine en fonction de l'origine des animaux, on s'aperçoit que la maladie sévit avec une fréquence nettement plus élevée chez les animaux d'origine étrangère. Ainsi, en 1968, sur 19.392 bovins abattus, 6.953 étaient d'origine voltaïque et 12.439 d'origine étrangère, la plupart du temps malienne. 1.929 cas de tuberculose ont été observés au total, dont 285 chez des bovins voltaïques, soit 4,10 p. 100 et 1.644 chez des bovins étrangers, soit 13,22 p. 100 ( $\chi^2 = 695$  pour deux degrés de liberté : la différence constatée est très hautement significative). Cette observation doit attirer l'attention sur le danger que représente, pour le cheptel local, les animaux en transit provenant de régions contaminées. La réalité de ce danger nous est apparue également au cours de nos diverses enquêtes allergologiques (GIDEL et al., 1969).

## 3. — TECHNIQUES UTILISÉES POUR L'ISOLEMENT ET L'IDENTIFICATION DES MYCOBACTÉRIES

### 3.1. Récolte des prélèvements.

Les prélèvements de fragments d'organes et de ganglions tuberculeux sont effectués, à l'abattoir de Bobo-Dioulasso, par les infirmiers spécialistes du Service de l'Élevage, chargés de l'inspection des viandes. Ces prélèvements sont placés aussitôt dans des boîtes de carton paraf-

TABLEAU N° I

Nombre d'animaux abattus et inspectés à Bobo-Dioulasso au cours des années 1965 à 1968 incluses et résultats des saisies pour tuberculose.

Espèce animale	Nombre d'animaux				Pourcentage d'animaux tuberculeux à l'abattage
	Abattus et inspectés	Porteurs de lésions tuberculeuses	Objets d'une saisie totale pour tuberculose	Objets d'une saisie totale partielle pour tuberculose	
Bovins	82.961	7.971	563	7.408	9, 61
Porcins	16.992	366	22	344	2, 15
Equins	3.299	9	4	5	0, 27

finé utilisées habituellement pour recueillir les crachats. Chaque prélèvement est accompagné d'une fiche d'identification numérotée (le même numéro étant reporté sur la boîte), indiquant l'espèce, la race, l'origine, le sexe, l'étendue et le type des lésions ainsi que les organes touchés et la nature de la saisie (totale ou partielle). Ces prélèvements sont apportés au laboratoire de la Tuberculose du Centre Muraz. Les renseignements donnés par les fiches sont reportés sur un registre où figureront ultérieurement les résultats de l'examen direct, de la culture, de l'identification biochimique et, éventuellement, de l'antibiogramme.

### 3.2. Traitement des prélèvements.

#### 3.2.1. Homogénéisation au bromure de cétyl-pyridinium (BERENCSI et al., 1960).

Plusieurs parcelles des différents prélèvements provenant d'un même animal sont broyées au mortier stérile en présence de sable et d'eau distillée stériles. Le produit du broyat est placé, après décantation, dans un tube à centrifugation à vis, stérile, et mis en contact avec du bromure de cétyl-pyridinium, dans la proportion de 1 volume de broyat pour 5 volumes d'une solution de bromure de cétyl-pyridinium à 5 p. 100 dans de l'eau distillée stérile. Le tube à centrifuger est alors placé à l'étuve à 37° pendant 48 à 72 h, ce temps étant fonction de l'état de conservation des prélèvements. Après ce délai, le tube est centrifugé à vitesse moyenne (3.000 t/mn) pendant 15 à 20 mn. Le surnageant est rejeté et le culot est dilué dans 2 à 3 ml d'eau distillée stérile.

#### 3.2.2. Examen direct après homogénéisation.

Une à deux gouttes du culot dilué sont étalées sur une lame porte-objet et séchées et fixées à l'alcool éthylique flambé. Ce frottis est alors coloré selon la technique du Ziehl rapide à froid (LAPEYSSONNIE et CAUSSE, 1960) dont nous rappellerons succinctement les modalités.

Deux solutions sont utilisées pour cette coloration :

— Une solution A, dont la composition est la suivante :

Fuchsine basique	4 g
Acide phénique	12 g
Alcool à 95°	25 ml
Eau distillée q. s.	300 ml

Elle se prépare en dissolvant la fuchsine dans l'acide phénique chauffé à 80° au bain-marie. Après avoir laissé refroidir, et lorsque la solution est encore tiède, on ajoute l'alcool en agitant. Puis on complète à 300 ml avec de l'eau distillée et on filtre. Après filtration, on ajoute à cette solution 30 gouttes de Teepol (soit 10 gouttes pour 100 ml environ) ou, à défaut, de Tween 80. Cette solution doit être filtrée chaque fois avant l'emploi.

— Une solution B, dont la composition est la suivante :

Alcool absolu	4 parties
Acide sulfurique pur	1 partie
Bleu de méthylène à 1 p. 100	7 parties

— *Coloration* : le frottis est recouvert de solution A pendant 4 mn. Puis il est lavé à l'eau et recouvert de solution B pendant 4 mn également. Le frottis est ensuite lavé, séché, puis examiné à l'immersion. Cette technique nous donne de bons résultats, tout en ayant l'avantage d'être plus rapide que la méthode classique à chaud.

### 3.3. Mise en culture.

Les milieux employés pour les cultures sont des milieux de LOEWENSTEIN-JENSEN à 0,75 p. 100 de glycérine, préparés au Laboratoire à partir de base déshydratée en sachets fournis par le Laboratoire BD-Mérieux. La préparation est effectuée selon la technique indiquée par ce Laboratoire. Les œufs utilisés sont des œufs du jour provenant de volailles sélectionnées et contrôlées sanitairelement par le Service de l'Élevage. Une fois préparé, le milieu est réparti stérilement, sous lampe à ultraviolet, dans des tubes de Coletsos à encoche, à raison de 8 ml par tube. Ces tubes sont ensuite placés en position horizontale au bain-marie coagulateur. Ils sont enfin placés à l'étuve à 37° pendant 48 h pour contrôle de stérilité, puis conservés au réfrigérateur à + 4° jusqu'à leur utilisation qui doit se faire dans les 15 jours.

Le culot dilué est ensemencé en nappes sur 2 tubes de LOEWENSTEIN-JENSEN. Ceux-ci sont portés, non capuchonnés, à l'étuve à 37° pendant 24 h, puis capuchonnés et remis à l'étuve. Les tubes en culture sont surveillés régulièrement, de façon à noter l'apparition des premières colonies et à éliminer éventuellement les tubes souillés. Au bout de 4 mois, les milieux où

aucune culture n'apparaît sont contrôlés au Ziehl et, si celui-ci est négatif, ils sont éliminés. Les tubes positifs sont conservés jusqu'à ce que la culture soit suffisante pour effectuer les tests biochimiques. L'aspect des colonies (lisses ou rugueuses ; isolées ou en nappes ; présence ou absence de pigmentation) est noté sur le registre. Le bacille bovin poussant mal sur LOEWENSTEIN-JENSEN au sortir de l'animal et les cultures étant lentes à obtenir, nous allons dorénavant ensemercer, en même temps que le milieu de LOEWENSTEIN-JENSEN à 0,75 p. 100 de glycérine, un tube de LOEWENSTEIN sans glycérine et un milieu au pyruvate de soude à 0,50 p. 100 (STONEBRINK, 1952).

### 3.4. Photo-induction.

Cette recherche est effectuée en ensemençant 3 tubes de LOEWENSTEIN-JENSEN, dont 2 sont enveloppés de papier noir. Lorsque le tube découvert montre une culture en pleine croissance, on développe l'un des 2 tubes et on l'expose 30 à 60 mn à 50 cm environ d'une lampe de 40 W. Puis on le recouvre et on le remet à l'étuve. Le lendemain, on découvre les 2 tubes et on compare l'aspect des colonies. Si les colonies qui ont été exposées à la lumière présentent une pigmentation jaune-orange par rapport à celles du tube témoin dont les colonies sont restées blanches, la souche est dite photochromogène. En ce qui concerne les mycobactéries dites scotochromogènes, c'est-à-dire d'emblée pigmentées en jaune ou orange pendant le séjour à l'étuve à l'obscurité, la photo-induction renforce la pigmentation.

### 3.5. Tests biochimiques.

Nous décrivons succinctement les différents tests utilisés pour l'identification de nos souches de mycobactéries.

#### 3.5.1. Recherche de l'acide nicotinique ou « Niacin test ».

La recherche de la production d'acide nicotinique est un test précieux car il permet à lui seul d'identifier *M. tuberculosis* qui est le seul, avec *M. microti* (bacille de WELLS) et certaines variétés de *M. bovis* à donner une réaction positive. Toutefois, le type *africanum* de *M. tuberculosis* découvert récemment (CASTELS et al.,

1968 et 1969) donne un niacin-test variable selon les souches.

Ce test est effectué sous hotte ou devant une fenêtre ouverte du fait de l'utilisation de bromure de cyanogène qui sert à révéler la présence d'acide nicotinique. Cette recherche se fait sur des cultures en milieu de LOEWENSTEIN-JENSEN abondantes et en pleine croissance. Elle consiste à déposer sur le milieu, à l'aide d'une pipette graduée, 0,5 ml d'une solution d'aniline à 4 p. 100 dans l'alcool à 95 p. 100. Les tubes sont ensuite placés en position horizontale pendant 10 mn environ. Puis on ajoute, avec une seringue munie d'une longue aiguille, 0,5 ml d'une solution à 10 p. 100 de bromure de cyanogène dans l'eau distillée. La lecture s'effectue immédiatement, car la pigmentation s'atténue ensuite. La présence d'acide nicotinique se traduit par une coloration jaune des colonies et une coloration jaune à vert-jaune du liquide. Lorsque la réaction est négative, les colonies ne se colorent pas et le liquide est de couleur verte. Enfin la réaction est dite douteuse si les colonies ne sont pas pigmentées en jaune mais si le liquide est vert-jaune.

#### 3.5.2. Recherche conjointe de la catalase et de la peroxydase à 22° et 70° (CANETTI et al. 1968).

La recherche de ces deux enzymes est faite sur des cultures jeunes. La présence de la catalase dans une souche donnée se traduit par un dégagement gazeux lorsque l'on met cette souche en présence d'eau oxygénée, tandis que la présence de la peroxydase se traduit par un noircissement des colonies lorsque celles-ci sont mises en présence d'eau oxygénée et d'un substrat oxydable tel que catéchol ou benzidine. La technique est la suivante : dans 2 tubes à hémolyse contenant 2 gouttes d'eau distillée, on introduit une anse de culture, soit environ 10 mg. L'un des 2 tubes est porté au bain-marie à 70° pendant 15 mn et refroidi. On introduit alors dans les 2 tubes, 1 ml de la solution suivante, qui se conserve 2 semaines au réfrigérateur (solution de Bogen).

Pyrocatechine .....	0,1 g
Eau oxygénée à 110 volumes ..	0,5 ml
Tween 80 .....	1,25 ml
Eau distillée.....	100 ml

Une première lecture s'effectue au bout



d'une heure pour la catalase et la peroxydase et une deuxième lecture après 18 h, pour contrôle de la peroxydase, certaines souches n'étant peroxydase positives que tardivement. La formation d'une mousse plus ou moins abondante indique la présence d'une catalase, tandis que la peroxydase est décelée par la couleur du culot, une teinte brun-rouge signifiant la présence de peroxydase. Cependant, l'appréciation des teintes est parfois délicate.

Toutes les mycobactéries, à l'exception des souches de *M. tuberculosis* et *M. bovis* isoniazido-résistantes sont catalase positives. Les mycobactéries sont en général peroxydase négatives, à l'exception des souches de *M. tuberculosis* et *M. bovis* isoniazido-sensibles.

### 3.5.3. Réduction des nitrates (VIRTANEN, 1960).

Certaines mycobactéries possédant une nitrate réductase réduisent les nitrates en nitrites. La présence de nitrite de sodium pourra être décelée par la réaction de GRIESS.

Cette recherche se fait sur des cultures jeunes, en pleine croissance, âgées de moins d'un mois. Dans un tube à hémolyse contenant deux gouttes d'eau distillée, on introduit 10 mg environ de bacilles (une anse pleine). On ajoute 2 ml d'une solution de nitrate de soude à 0,085 p. 100 en tampon phosphate ( $\text{NO}_3\text{Na}$  : 0,085 g ;  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$  : 0,117 g ;  $\text{PO}_4\text{HNa}_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  : 0,485 g ; eau distillée : 10 ml). On porte 2 heures à l'étuve à 37°. On ajoute successivement : deux gouttes du réactif A (acide sulfanilique : 0,8 g ; acide acétique : 30 ml ; eau distillée : 100 ml) et deux gouttes du réactif B ( $\alpha$ -naphtylamine : 0,5 g ; acide acétique : 30 ml ; eau distillée : 100 ml). La présence de nitrites se traduit par l'apparition immédiate d'une coloration rouge-violette.

Les souches de *M. tuberculosis*, qu'elles soient sensibles ou résistantes à l'isoniazide, réduisent les nitrates en nitrites, à l'exception des souches de type *africanum* pour lesquelles cette opération est en général négative. La plupart des souches de *M. bovis* ne réduisent pas les nitrates. Quant aux mycobactéries dites atypiques, elles se comportent de façon variable selon les espèces.

### 3.5.4. Recherche des activités amidasiques (BÖNICKE, 1958).

Cette recherche est indiquée pour l'identi-

cation des mycobactéries dites atypiques. Elle doit être faite sur des cultures en pleine croissance car il faut une quantité importante de germes. Cinq amides ont été utilisés aux concentrations suivantes :

pour 100 ml d'eau distillée :

Urée .....	9,84 mg
Nicotinamide .....	20,00 mg
Acétamide .....	9,68 mg
Benzamide .....	19,85 mg
Succinamide .....	19,00 mg

Ces solutions sont stérilisées par chauffage à l'autoclave à 100° pendant 30 mn. Elles peuvent être conservées 8 jours au réfrigérateur.

La formation d'ammoniaque est décelée par la technique de RUSSEL qui utilise 3 réactifs :

— Une solution de sulfate de manganèse à 0,003 M obtenue en dissolvant 66,9 mg de  $\text{SO}_4\text{Mn}$ , 4  $\text{H}_2\text{O}$  dans 100 ml d'eau distillée ;

— Un réactif phénolique préparé comme suit : 25 g d'acide phénique sont dissous dans 10 ml d'eau distillée. Après agitation vigoureuse, on ajoute 54 ml de NaOH, 5 N ; on remue jusqu'à dissolution totale, puis on complète à 100 ml avec de l'eau distillée et on conserve cette solution en flacons teintés bruns ;

— Une solution d'hypochlorite de calcium préparée de la façon suivante : dissoudre 25 g de  $\text{Cl}_2\text{CaO}$  (hypochlorite de calcium) dans 300 ml d'eau distillée chaude. Ajouter, en agitant, 135 ml d'une solution à 20 p. 100 de carbonate de potassium. Faire bouillir quelques minutes pour éliminer l'ammoniaque. On vérifie, par addition d'oxalate de potassium ou d'acide oxalique à 1 p. 100, qu'il n'existe plus d'ions Ca dans la solution. Sinon, on ajoute du carbonate de potassium pour éliminer l'excès de calcium. Puis on complète jusqu'à 500 ml avec de l'eau distillée et on filtre. Cette solution est également conservée en flacons teintés bruns au réfrigérateur.

— *Technique de la réaction* : Les colonies d'une culture abondante sur milieux de LOEWEN-STEIN-JENSEN sont prélevées et mises en suspension dans de l'eau physiologique stérile de manière à avoir une concentration en germes d'au moins 10 mg/ml. Pour chaque amide, on utilise 1/2 ml de suspension bactérienne. Il faut donc prévoir une quantité suffisante de cette

suspension pour pratiquer le test sur les différentes amides. Après avoir procédé à une homogénéisation complète, on effectue deux lavages successifs des bactéries avec de l'eau physiologique stérile. Après la deuxième centrifugation, le culot est ensuite repris en tampon phosphate M/15 à pH 7,2, ( $\text{PO}_4\text{HNa}_2$ , 12  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,718 g ;  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$  = 0,254 g ; eau distillée : 100 ml), de façon à obtenir le même volume que celui de la suspension précédente. On répartit ensuite 1/2 ml de cette suspension dans des tubes à hémolyse contenant 1/2 ml de la solution d'amide 0,00164 M (voir ci-dessus la préparation des solutions des différentes amides). Puis les tubes sont placés à l'étuve à 37° pendant 4 à 12-18 h (4 heures pour les mycobactéries à croissance rapide ; 12 à 18 h pour les mycobactéries à croissance lente).

Après ce délai, la présence d'ammoniaque est décelée par la technique de RUSSEL qui consiste à ajouter à chaque tube :

- 0,1 ml de la solution de sulfate de manganèse,
- 1 ml de réactif phénolique,
- 0,5 ml de la solution d'hyposulfite.

Après agitation, les tubes sont placés durant 15 à 20 mn au bain-marie à 100°. La présence d'ammoniaque se traduit par une coloration bleu-vert.

### 3.6. Sensibilité aux antibiotiques (CANETTI et al. 1963 et 1968).

La technique utilisée est la méthode des proportions de CANETTI, RIST et GROSSET (1963). La sensibilité est recherchée vis-à-vis des 3 antibiotiques majeurs : isoniazide (I. N. H.), acide para-amino-salicylique (P. A. S.), streptomycine.

Les deux concentrations suivantes sont utilisées pour chaque antibiotique :

INH : 0,1 et 0,2	microgramme par ml	—	—
PAS : 0,25 et 0,50		—	—
Streptomycine : 2 et 4		—	—

Ces solutions d'antibiotiques sont incorporées aux milieux de LOEWENSTEIN-JENSEN avant coagulation.

Les dilutions bacillaires à ensemercer sont les dilutions  $10^{-3}$  et  $10^{-5}$  microgrammes par ml.

Aux concentrations précédemment indiquées, les proportions critiques au-delà desquelles la

souche est considérée comme résistante sont les suivantes :

INH .....	10 p. 100 et 1 p. 100
PAS .....	10 p. 100 et 1 p. 100
Streptomycine ..	50-100 p. 100 et 1 p. 100

### 3.7. Test au Pyrazinamide.

Nous n'avons pas pratiqué ce test jusqu'à présent. Toutefois, vu son intérêt pour le dépistage des souches de type africanum qui sont très sensibles à cet antibiotique, nous envisageons désormais sa mise en œuvre selon la technique de RIST (CANETTI et GROSSET, 1968). Pour pallier à la principale difficulté de ce test, à savoir la croissance très lente des bacilles tuberculeux sur le milieu utilisé, du fait d'un pH de 4,9 dû à la présence du pyrazinamide, CASTETS (M), RIST (N) et BOISVERT (H) (1969), recommandent de déposer sur le milieu, avant l'ensemencement, 0,2 ml de pyruvate de soude à 15 p. 100.

En présence de 50 microgrammes de pyrazinamide par millilitre de milieu de LOEWENSTEIN-JENSEN à pH 4,9, la croissance du type africain est inférieure à 1 p. 100 de la population ensemencée.

### 3.8. Test au TCH.

La recherche de la sensibilité vis-à-vis de l'hydrazide de l'acide thiofène-2-carboxylique (TCH) est particulièrement intéressante pour l'identification des souches de *M. bovis* et du type africain de *M. tuberculosis*. En effet, ces souches sont sensibles au TCH, alors que celles de *M. tuberculosis* (type humain) y sont résistantes. Sur les conseils du docteur N. RIST, nous allons dorénavant effectuer ce test systématiquement suivant la technique utilisée pour les antibiotogrammes. Les concentrations utilisées sont de 2 et 5 microgrammes de TCH par millilitre de milieu et la proportion critique au-delà de laquelle la souche est considérée comme résistante est 1 p. 100.

La résistance à l'INH étant croisée avec celle au TCH, le comportement à l'égard du TCH ne permet donc pas de différencier les souches bovines et africaines isoniazido-résistantes des souches humaines. La recherche de la sensibilité à l'INH doit donc toujours être faite lorsqu'on effectue le test au TCH afin de pouvoir interpréter correctement celui-ci.

## 4. — RÉSULTATS

639 prélèvements ont été adressés au Laboratoire au cours des années 1965, 1966, 1967 et 1968 (voir tableau 2). Ces prélèvements concernaient des bovins (zébus, 507 fois ; taurins, 77 fois) ; des porcins (27 fois) ; des équins (8 fois) ; divers

ovins (10 fois) ; des caprins (7 fois) ; divers animaux (poules, 2 fois ; canards, 1 fois ; chiens, 2 fois). Ces prélèvements provenaient pour 221 d'entre eux de saisies totales et pour 413 d'entre eux de saisies partielles ; dans 5 cas (poules, canards, et chiens), il s'agissait de prélèvements effectués par les agents du Service de l'Elevage à l'occasion d'autopsies.

TABLEAU N° II

Nombre de prélèvements tuberculeux adressés au Laboratoire au cours des années 1965 à 1968 incluses pour chaque espèce animale avec indications des saisies pratiquées.

Espèce animale		Nombre de prélèvements tuberculeux adressés au Laboratoire	Nature des saisies pratiquées aux abattoirs sur les animaux objets des prélèvements	
			Totales	Partielles
Bovins	Zébus	507	168	339
	Taurins	77	29	48
Porcins		27	11	16
Equins		8	3	5
Ovins		10	6	4
Caprins		5	4	1
Poules (1)		2	2	-
Canard (1)		1	1	-
Chiens (1)		2	2	-
Total		639	226	413

(1) = Il s'agit de prélèvements effectués par les agents du Service de l'Elevage à l'occasion d'autopsies.

## 4.1. Résultats des examens directs. (voir tableau 3).

Au début de l'enquête, les examens directs n'ont pas été pratiqués de façon systématique.

C'est la raison pour laquelle ces résultats n'ont pu être donnés pour 116 prélèvements. En ce qui concerne les 523 autres, ces examens ont été positifs dans 160 cas (30,5 p. 100) et négatifs dans 363 cas (69,5 p. 100).

TABLEAU N° III

Résultats des examens directs et des cultures effectués à partir des prélèvements reçus.

Résultats des examens directs								
160 positifs			363 négatifs			116 non effectués		
Cultures			Cultures			Cultures		
Positives	Négatives	Éliminées	Positives	Négatives	Éliminées	Positives	Négatives	Éliminées
90	35	35	156	104	103	52	47	17

#### 4.2. Résultats des cultures. (voir tableau 3).

Sur les 639 prélèvements mis en cultures, 298 ont donné des cultures positives et 186 des cultures négatives. 155 cultures en cours ont dû être éliminées, soit par suite de souillures, soit pour la plupart d'entre elles, à la suite d'un accident d'étuve. Si on ne tient pas compte de ces cultures éliminées, on obtient donc 46,6 p. 100 de résultats positifs pour les prélèvements mis en cultures.

Les 160 examens directs positifs ont donné, du point de vue cultures : 90 cultures positives, 35 négatives et 35 éliminées. En ne tenant pas compte de ces dernières, on obtient donc 72 p. 100 de cultures positives et 28 p. 100 de cultures négatives. L'existence de ces 28 p. 100 de bacilles visibles et non isolés en cultures peut être imputée notamment à deux facteurs. D'une part, il est bien certain que le milieu de LOEWENSTEIN-JENSEN à 0,75 p. 100 de glycérine n'est pas très favorable au développement des *Mycobacterium bovis*. Il est donc probable que certaines souches de ce type n'ont pu se développer et leur existence peut expliquer une partie de ces échecs. Mais d'autre part, l'étude des résultats en ce qui concerne les isollements de mycobactéries d'origine humaine a montré que le même phénomène, quoique à un degré moindre, pouvait y être observé également (15 p. 100 de bacilles visibles et non isolés en cultures au cours de la période 1966-1968).

Une étude plus attentive de la distribution de ce phénomène a alors montré qu'il apparaissait avec une fréquence plus grande pendant de courtes périodes correspondant à l'utilisation des fins de lots de milieux de culture. L'emploi de milieux frais, préparés depuis moins de 15 jours, devait entraîner une nette amélioration. Toutefois, malgré ces précautions, certains bacilles visibles ne poussent pas en cultures. Le pourcentage de ces bacilles est de l'ordre de 10 à 12 p. 100. Il s'agit vraisemblablement de bacilles isoniazidorésistants qui poussent mal en milieu de LOEWENSTEIN-JENSEN.

#### 4.3. Résultats des identifications. (voir tableau 4).

##### 4.3.1. Critères retenus pour les identifications.

Ces identifications sont prononcées après étude des caractères cultureux et biochimiques.

Pour *Mycobacterium tuberculosis*, les colonies sont rugueuses et eugoniques, apparaissant entre 10 à 30 jours. La catalase et la peroxydase sont en général positives à 22° et négatives à 70°. Le niacin test et les nitrates sont positifs ainsi que la recherche de la nicotinamidase. Enfin, les souches de ce type sont résistantes au TCH et très sensibles au pyrazinamide.

Pour *Mycobacterium bovis*, les colonies sont lisses, bombées, luisantes et dysgoniques, apparaissant très lentement sur milieux de LOEWENSTEIN-JENSEN (souvent après 2 mois ; parfois même après 3 mois). Catalase et peroxydase

TABLEAU N° IV

Résultats des identifications des mycobactéries isolées pour chaque espèce animale.

Espèce animale	Souches	M. tuberculosis			M. bovis			M. atypiques					T	
		I.N.H.			I.N.H.			M. aquae	M. aquae	M. batteyi	M. borstelense	M. Kansalii		non
		S	R	non précisé	S	R	non précisé	II	III					identifiées
Bovins	Zébus			7	10	17	165	1	1	1	1	1	5	209
	Taurins			3		2	18						1	24
	Porcins	1		2	1		6			1			1	12
	Ovins						3							3
	Equins				1		1							2
	Total	1		12	12	19	193	1	1	2	1	1	7	250

présentent les mêmes caractères que pour le bacille humain, c'est-à-dire qu'elles sont positives à 22° et négatives à 70°. Niacin test, nitrates et nicotinamidase sont en général négatifs. Enfin, *M. bovis* est sensible au TCH et résistant au pyrazinamide.

En ce qui concerne les mycobactéries dites atypiques, l'étude des amidases est nécessaire pour parvenir à l'identification complète. Malgré tout, celle-ci n'est pas toujours aisée et nécessite parfois l'envoi de la souche à un laboratoire spécialisé.

La classification de RUNYON permet de distinguer les groupes suivants :

— Groupe I : Mycobactéries photochromogènes, c'est-à-dire mycobactéries dont les colonies non pigmentées à l'obscurité se pigmentent après exposition à la lumière ;

— Groupe II : Mycobactéries scotochromogènes, c'est-à-dire mycobactéries à croissance lente dont les colonies se pigmentent à l'obscurité ;

— Groupe III : Mycobactéries non chromogènes, c'est-à-dire mycobactéries dont les colonies à croissance lente ne se pigmentent habituellement ni à la lumière ni à l'obscurité ;

— Groupe IV : Mycobactéries à croissance rapide dont les colonies se développent en 3 à 4 jours.

Enfin, dans les résultats qui vont suivre, nous ne faisons pas mention des bacilles tuberculeux de type africain. En effet, nous ne pratiquons pas, jusqu'à présent, les deux tests les plus caractéristiques de ce type, à savoir, la recherche de la sensibilité au TCH et au pyrazinamide. Les colonies sont dysgoniques, mais leur croissance est en général plus rapide que celle de *M. bovis*. Elle n'excède pas 4 à 6 semaines. Le test de la niacine est variable et la réduction des nitrates habituellement négative. Ce dernier caractère est toutefois sujet aussi à variations.

Il n'est donc pas impossible que quelques souches étiquetées *M. bovis* appartiennent en réalité au type africain. Cette hypothèse pourra être confirmée ou infirmée rétrospectivement. En effet, la recherche minutieuse des souches d'origine animale appartenant à ce type sera désormais effectuée systématiquement et les souches dépistées ou suspectes envoyées à l'Institut Pasteur de Paris pour confirmation.

Parmi les 298 cultures positives, 250 souches

au total furent identifiées. Les autres n'ont pu l'être de façon précise pour des raisons diverses (difficultés de la culture au repiquage et surtout perte d'un lot de souches repiquées par suite d'un accident d'étuve). Ces souches ont donc été éliminées.

#### 4.3.2. Résultats globaux des identifications.

— *Mycobacterium tuberculosis* a été isolé 13 fois sur 250, soit dans 5,2 p. 100 des cas. Dans 10 cas les prélèvements provenaient de bovins et dans 3 cas de porcins.

— *Mycobacterium bovis* a été isolé 224 fois sur 250, soit dans 89,6 p. 100 des cas. Dans 212 cas les prélèvements provenaient de bovins (zébus : 192 fois ; taurins : 20 fois) ; dans 7 cas de porcins ; dans 3 cas d'ovins et dans 2 cas d'équins.

— Des mycobactéries atypiques ont été isolées 13 fois sur 250, soit dans 5,2 p. 100 des cas.

Les souches isolées se répartissent ainsi selon la classification de RUNYON :

Groupe I : *M. kansasii* : 1 fois chez un bovin zébu ;

Groupe II : *M. aquae II* : 1 fois chez un bovin zébu ;

*M. aquae III* : 1 fois chez un bovin zébu également ;

Groupe III : *M. batteyi* : 2 fois dont l'une chez un bovin zébu et l'autre chez un porcine ;

Groupe IV : *M. borstelense* : 1 fois chez un bovin zébu.

7 Mycobactéries n'ont pu être identifiées de façon exacte par manque de concordance entre les différents tests pratiqués (5 fois chez des bovins zébus ; 1 fois chez un bovin taurin ; 1 fois chez un porcine).

#### 4.3.3. Résultats des identifications par espèce animale.

— Bovins : 233 souches au total ont été isolées, dont 209 en provenance de zébus et 24 en provenance de taurins.

Parmi les 233 souches obtenues le bacille humain a été isolé 10 fois soit dans 4,3 p. 100 des cas, le bacille bovin 212 fois, soit dans 91 p. 100 des cas et les mycobactéries atypiques 11 fois, soit dans 4,7 p. 100 des cas.

— Porcins : 12 souches au total ont été isolées. 3 fois, il s'agissait de *M. tuberculosis* ; 7 fois de *M. bovis* et 2 fois de mycobactéries atypiques.

— Ovins : 3 souches ont été isolées et chaque fois, il s'agissait de *M. bovis*.

— Equins : 2 souches ont été isolées, et dans les 2 cas, il s'agissait de *M. bovis*.

#### 4.3.4. Etude des lésions provoquées par *M. tuberculosis* et les mycobactéries dites atypiques.

Dans leur ensemble, ces lésions ne diffèrent pas de celles observées avec *M. bovis*.

En ce qui concerne *M. tuberculosis* les divers types de lésions rencontrées chez chaque espèce animale figurent dans le tableau 5. On peut constater que, contrairement à ce qui est observé en France où ce type de bacille n'engendre chez les bovins qu'une tuberculose fermée et spontanément stabilisée au stade du complexe primaire (JOUBERT et OUDART, 1966), des lésions de tuberculose généralisée ont été rencontrées, chez ces animaux, 4 fois sur 10.

TABLEAU N° V

Nature des lésions observées avec *Mycobacterium tuberculosis* dans les différentes espèces animales.

Espèce animale	Nature de la saisie	Lésions observées avec <i>M. tuberculosis</i>
Porc	Totale	Poumons, foie, rate, reins
"	"	Rate
"	Partielle	Ganglions bronchiques et rétropharyngiens
Zébu	Totale	Poumons, foie, rate, reins, plèvre et péritoine
"	"	- id. -
"	"	Foie, rate, reins, intestins
"	"	Poumons, foie, rate
"	Partielle	Tête, collier, ganglions rétropharyngiens et préscapulaires
"	"	Poumons
"	"	Ganglions bronchiques et rétropharyngiens
Taurin	"	Tête, poumons
"	"	Collier, ganglions préscapulaires
"	"	Ganglions bronchiques

Quant aux lésions imputables aux mycobactéries atypiques, elles sont indiquées dans le tableau 6. Là encore, ces lésions ne semblent pas différer de celles occasionnées par *M. bovis*.

#### 4.3.5. Discussion des résultats.

Si le bacille bovin vient largement en tête parmi les souches isolées, on sera peut-être surpris de la fréquence non négligeable avec laquelle est rencontrée *M. tuberculosis*. Ce bacille a été isolé en effet 1 fois sur 4 chez les porcins. En fait, cette fréquence est très compréhensible,

si l'on considère le mode de vie de ces animaux vivant en cohabitation avec l'homme et se nourrissant en partie des résidus alimentaires laissés par celui-ci. Par contre, la fréquence relative (4,3 p. 100) avec laquelle ce bacille est rencontré chez les bovins peut paraître, à première vue, surprenante, du fait du mode d'élevage extensif de ces animaux. Il faut cependant se souvenir que les peuhls (1), qui conduisent les troupeaux,

(1) Les peuhls sont une race africaine à vocation essentiellement pastorale. Ils pratiquent la religion musulmane et, très souvent, le nomadisme ou la transhumance.

sont en fait en contact étroit avec leurs animaux, marchant chaque jour, pendant des heures, au milieu de ceux-ci.

On conçoit alors très bien dans ces conditions qu'un berger contaminé puisse être à l'origine de ces infestations.

Il peut être intéressant de comparer ces résultats avec ceux obtenus à partir des prélèvements humains au cours de la période 1966 à 1968.

Pour 406 cultures positives (souches nouvelles

isolées), 342 souches ont pu être identifiées avec les résultats suivants :

— *M. tuberculosis* : 328 fois, soit 95,9 p. 100

— *M. bovis* : 10 fois, soit 8,9 p. 100

— *M. atypiques* : 4 fois, soit 1,9 p. 100 (*M. phlci* : 1 fois ;

*M. aquae* III : 1 fois ; scotochromogène : 1 fois ;

*M. avium* : 1 fois).

TABLEAU N° VI

Nature des lésions observées avec les mycobactéries atypiques dans les différentes espèces animales.

Espèce animale	Nature de la saisie	Type de mycobactéries	Lésions observées avec les mycobactéries dites atypiques
Porc	Totale	atypique non identifiée	Rate, foie, ganglions bronchiques et rétropharyngiens
"	non précisée	batteyi	Non précisées
Zébu	Totale	"	Foie, ganglions bronchiques
"	"	atypique non identifiée	Rate, reins, ganglions bronchiques et préscapulaires
"	"	"	Foie, rate, ganglions préscapulaires
"	Partielle	Aquae II	Rate, poumons, ganglions bronchiques
"	"	Aquae III	Poumons et ganglions bronchiques
"	"	kansasii	- id. -
"	"	borstelense	- id. -
"	"	atypique non identifiée	Ganglions rétropharyngiens, précuraux et préscapulaires
"	"	"	Rate, poumons, tête et ganglions rétropharyngiens
"	"	"	Collier
Taurin	"	"	Poumons et ganglions bronchiques

— La fréquence relativement réduite avec laquelle le bacille bovin est rencontré chez l'homme semble en contradiction avec certains résultats de nos enquêtes allergologiques récentes (ALBERT et GIDEL, 1969). Celles-ci ont montré en effet la coexistence fréquente, dans certaines régions (régions sahéliennes en particulier), des tuberculoses humaine et bovine dans un même village. Mais il faut souligner que la quasi-totalité des souches qui ont été isolées chez

l'homme proviennent de sujets qui ne sont pas originaires de ces régions et n'ont eu, de ce fait, que des contacts très indirects avec les bovins.

Enfin, retenons la relative fréquence de la tuberculose chez les chevaux, 9 cas sur 3.299 animaux inspectés, soit 1 pour 366 alors qu'en France, avant que ne soit mis en œuvre le plan d'éradication de la tuberculose bovine, elle ne dépassait pas la fréquence de 1 p. 100.000 (JOUBERT et OUDAR, 1966).

## 5. — CONCLUSION

Ces recherches confirment, sinon l'absence totale du farcin, du moins la rareté de cette affection dans les régions dont les animaux étaient originaires et soulignent en même temps l'importance de la tuberculose bovine dans ces mêmes régions.

Si *M. bovis* est bien l'agent le plus fréquemment rencontré chez les animaux, *M. tuberculosis* n'est cependant pas exceptionnel. Ce fait, joint à la présence d'un pourcentage non négligeable de *M. bovis* parmi les souches isolées chez l'homme, et surtout, aux résultats de nos enquêtes allergologiques, nous a incités à entreprendre une étude bactériologique de la tuberculose humaine et bovine dans les régions sahéliennes prospectées au cours des enquêtes tuberculeuses. Cette étude permettra de préciser la part qui revient à *M. tuberculosis* et à *M. bovis*, à la fois chez l'homme et chez l'animal et d'éclair-

rer ainsi l'épidémiologie de l'affection dans ces régions.

Organisation de Coopération et de Coordination  
pour la lutte contre les Grandes Endémies  
(O. C. C. G. E.) — Centre Muraz  
Bobo Dioulasso — Haute-Volta  
(Directeur : Dr J. H. RICOSSÉ)

### Remerciements

Nous exprimons nos vifs remerciements à :  
— Messieurs les docteurs CHAMBON et BRES, Directeurs de l'Institut Pasteur de Dakar et Messieurs les docteurs CAUSSE et SARRAT, Chefs de Service à cet Institut, qui ont bien voulu confirmer ou préciser certaines de nos identifications.  
— Monsieur N'TON KEITA, Directeur de l'abattoir de Bobo Dioulasso et ses collaborateurs, qui ont accepté de se charger de la récolte des prélèvements.

### SUMMARY

**The mycobacteria from animal origin isolated by the Muraz Centre from 1965 to 1968. Isolation and identification methods. Results**

The importance of confiscates for tuberculosis to the Bobo-Dioulasso slaughter houses is indicated by the authors. The frequency of these confiscates reached to 9.61 p. 100 for the cattle (82,961 inspected animals) and to 2.15 p. 100 for the pigs (16,992 inspected animals) during the 1965 to 1968 included years. The authors indicate the methods employed for the samples, the isolation and the identification of mycobacteria. Finally, the results obtained concerning the direct examinations, the cultures and the identification of isolated mycobacteria are explained.

Among the 639 samplings received by the laboratory, 298 cultures were positive and 250 strains were identified.

*Mycobacterium bovis* has been the most frequently found : 89.6 p. 100 of cases.

*Mycobacterium tuberculosis* has been yet isolated in 5.2 p. 100 of cases and atypic mycobacteria in 5.2 p. 100 of cases. These results indicate the scarcity of farcy and the importance of bovine tuberculosis in the areas of which the animals were native.

The authors conclude by informing of their intention to undertake a bacteriological study in the breeding areas of sahel where the late tuberculin investigations have indicated lies between human and bovine tuberculosis. There investigations can allowe to specify the types of mycobacteria and to know better the disease epidemiology in these areas.

### RESUMEN

**Las micobacterias de origen animal aisladas en el Centro Muraz de 1965 a 1968. Técnicas de aislamiento y de identificación. Resultados**

Por de pronto, los autores notan la importancia de los descomisos para tuberculosis en los mataderos de Bobo-Dioulasso. La frecuencia de estos descomisos



llegó a 9,61 p. 100 para los bovinos (82.961 animales inspeccionados) y 2,15 p. 100 para los cerdos (16.992 animales inspeccionados) durante los años 1965 a 1968 incluso. Después, indican las técnicas que utilizaron para las muestras, el aislamiento y la identificación de las micobacterias. Por fin, exponen los resultados obtenidos concerniendo a los exámenes directos, los cultivos y la identificación de las micobacterias aisladas.

Entre las 639 muestras recibidas en el Laboratorio, 298 cultivos fueron positivos y se pudo identificar 250 cepas. El agente más frecuentemente encontrado es *Mycobacterium bovis* : en 89,6 p. 100 de los casos.

Sin embargo se aislaron *Mycobacterium tuberculosis* en 5,2 p. 100 de los casos y micobacterias atípicas también en 5,2 p. 100 de los casos. No se aisló ninguna cepa de *Nocardia farcinica*. Estos resultados muestran la rareza de la nocardiosis y la importancia de la tuberculosis de los bovinos en las regiones de las cuales los animales eran originarios.

Emprender un estudio bacteriológico en las regiones sahelianas de crianza donde encuestas tuberculínicas recientes mostraron que relaciones existirían entre las tuberculosis humana y bovina, tal es el propósito, notado en la conclusión, que los autores persiguen. Estas investigaciones permitirán precisar los tipos de micobacterias en causa y mejor conocer la epidemiología de la enfermedad en estas regiones.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALBERT (J. P.), GIDEL (R.) et RETIF (M.). — Contribution à l'étude de l'épidémiologie de la tuberculose humaine en Afrique Occidentale. Résultats de 5 enquêtes effectuées au moyen de tests tuberculínicos et par sondage aléatoire dans différentes zones climatiques de Côte d'Ivoire et de Haute-Volta. A paraître in « *Revue de Tuberculose et Pneumologie* », 1969.
- AMSLER (R.). — Interdépendance pathologique de l'homme et de l'animal en face des tuberculoses. *Concours médical*, 1969, **18**, 3831-3843.
- BOISVERT (H.). — L'identification des mycobactéries par l'épreuve de réduction des nitrates. *Ann. Inst. Pasteur*, 1961, **100**, 352-357.
- BOISVERT (H.). — Identification de *Mycobacterium bovis*, BCG, et *Mycobacterium microti*. *Ann. Inst. Pasteur*, 1966, **III**, 2, 180-192.
- BOGEN (E.). — *Amer. Rev. Tub.*, 1957, **76**, 1110.
- BONICKE (R.). — *Zetsch. F. Hyg.*, 1958, **145**, 263.
- BUTTIAUX (R.), BEERENS (H.) et TACQUET (A.). — Manuel de techniques bactériologiques. Paris, Edit. Méd. Flammarion, 1963, 505 p.
- CANETTI (G.), RIST (N.) et GROSSET (J.). — Techniques du test de sensibilité de *Mycobacterium tuberculosis* aux médicaments antibacillaires par la méthode des proportions. *Rev. Tub. Pneumol.*, 1963, **27**, 2-3, 263-272.
- CANETTI (G.) et GROSSET (J.). — Techniques et indications des examens bactériologiques en Tuberculose. *Saint-Mandé (94)*, Edit. de la Tourelle, 1968, 193 p.
- CASTETS (M.), BOISVERT (H.), GRUMBACH (F.), BRUNEL (M.) et RIST (N.). — Les bacilles tuberculeux de type africain. Note préliminaire. *Rev. Tub. Pneumol.*, 1968, **32**, 2, 179-184.
- CASTETS (M.), RIST (N.) et BOISVERT (H.). — La variété africaine du bacille tuberculeux humain. *Sixièmes Journées médicales de Dakar*, 1969, C. R. in *Méd. Afr. Noire*, 16/4, 321-322.
- GIDEL (R.), ALBERT (J. P.) et RETIF (M.). — Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculínicos dans diverses régions d'Afrique Occidentale (Haute-Volta et Côte d'Ivoire). Résultats et considérations générales. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1966, **22**, 2.
- JOUBERT (L.) et OUDAR (J.). — Intertransmissibilité et prophylaxie des tuberculoses humaines et animales. Le problème actuel des mycobactéries atypiques. *Gaz. Méd. France*, 1966, 3603-3616.

- KONNO (K.). — *Science*, 1956, 124, 985.
- LANGERON (M.), KUBIN (M.), MATEJKA (M.). — **Simple Technique for Classification of Mycobacteria**. *Symposium on isolation and classification of Mycobacteria*. Tuberculosis Research Institute, 1964, Prague, Tchécoslovaquie. 2-6 juin 1964.
- LAPEYSONNIE (L.) et CAUSSE (C.). — **Notes sur une méthode de coloration rapide du bacille alcool-acido-résistant utilisable pour le dépistage de la tuberculose au cours des examens systématiques des collectivités**. *Rev. Tub. Pneum.*, 1960, 24, 9-10, 1044-1047.
- OLIVIER (H. R.). — **Traité de biologie appliquée. Tome II. Les diagnostics bactériologiques. Chapitre IV. Mycobacterium tuberculosis et autres mycobactéries**, 1963, par P. J. COLLETSOS, 256-297.
- PERPEZAT (A.), MARIAT (F.), DESTOMBES (P.) et THOME (M.). — **Importance du farcin chez le zébu du Tchad**. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1963, 56, 3, 375-383.
- REGNOULT (M. G.). — **La tuberculose animale dans les territoires Ouest-Africains d'expression française**. *Rev. Path. Gén. Phys. Clin.*, 1963, 573, 1093-1115.
- SARRAT (H.), TACQUET (A.) et BOIRON (H.). — **Techniques d'étude, valeur des méthodes et résultats des identifications de mycobactéries isolées à Dakar**. *Sixièmes journées Médicales de Dakar*, 1969, C. R. in *Méd. Afr. Noire*.
- SARRAT (H.), TACQUET (A.) et CASTETS (M.). — **Les mycobactéries atypiques. Etude des souches isolées à Dakar**. *Sixièmes journées Médicales de Dakar*, 1969, C. R. in *Méd. Afr. Noire*, 16/4, 329-333.
- STONEBRINK (B.). — *Bull. Off. Int. Epiz.*, 1952, 37, 662.
- TACQUET (A.), TISON (F.) et DEVULDER (B.). — **Action des mycobactéries sur les dérivés nitrés**. *Ann. Inst. Pasteur.*, 1966, 110, 2, 252-260.
- TISON (F.) et DEVULDER (B.). — **Techniques actuelles d'isolement et d'identification des mycobactéries**. *Path. Biol.*, 1965, 13, 7-, 458-462.
- VIRTANEN (S.). — **A study of nitrate reduction by mycobacteria**. *Acta Tub. Scandinavia*, 1960, supplément 48.

# Le parasitisme du zébu dans l'ouest de la République Centrafricaine

## 2) Parasitisme des bouvillons et des adultes

par GRABER (M.), BOUCHET (A.), FINELLE (P.), DESROTOUR (J.) et GRENGDABO (A.)

### RÉSUMÉ

Dans l'Ouest de la R. C. A., les auteurs ont recueilli chez les zébus jeunes et adultes, 22 espèces parasites, associées entre elles, dont les plus pathogènes sont : *Fasciola gigantica*, *Oesophagostomum radiatum*, *Bunostomum phlebotomum*, *Haemoncus contortus*, *Cooperia punctata*, et *Cooperia pectinata*.

Les « Strongyloses » sont chez le bouvillon plus fréquentes et plus graves que chez l'adulte.

Le nombre d'animaux atteints est très élevé (plus de 90 p. 100) et les pertes directes ou indirectes paraissent importantes.

Outre les synergies parasitaires, les conditions climatiques font que les infestations sont pratiquement continues, ce qui complique sérieusement la prophylaxie à mettre en œuvre.

### 2.1. Helminthes en cause. Leur localisation.

#### 2.1.1. Parasites stomacaux.

##### PANSE

2.1.1.1. — *Paramphistomum microbothrium* (FISCHÖEDER, 1901).

Ce Trématode est très largement répandu au Sud du Sahara, tant chez les Artiodactyles domestiques que chez les Artiodactyles sauvages.

2.1.1.2. — *Cotylophoron cotylophorum* (FISCHÖEDER, 1901).

En R. C. A., *C. cotylophorum* a été redécrit par Dollfus (1950) à partir d'exemplaires recueillis dans la panse d'un *Damaliscus korrigum* tué à Sulo (Paoua). Le parasite paraît plus fréquent dans les zones guinéennes que dans les zones soudano-sahéliennes ou sahéliennes. Dans l'Ouest de la R. C. A., c'est l'espèce dominante chez le zébu. Dans l'Est du pays, il a été retrouvé chez *Syncerus caffer* (GRABER et coll., 1964, a).

2.1.1.3. — *Carmyerius spatiosus* (BRANDES, 1898).

2.1.1.4. — *Carmyerius graberi* (GRETILLAT, 1960).

2.1.1.5. — *Carmyerius papillatus* (GRETILLAT, 1962).

2.1.1.6. — *Carmyerius parvipapillatus* (GRETILLAT, 1962).

Les trois derniers *Carmyerius* ont longtemps été considérés comme propre à la cuvette tchadienne. En réalité, ils existent ailleurs : Haut-Uélé, pour *C. graberi* (GRETILLAT, 1964) et Zambie, pour *C. parvipapillatus* (DINNIK, 1965).

##### CAILLETTE

2.1.1.7. — *Haemoncus contortus* (RUDOLPHI, 1803).

C'est en Afrique, une espèce fort commune des ruminants domestiques et sauvages.

**2.1.2. Parasites de l'intestin grêle.****CESTODES**

2.1.2.1. — *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810).

2.1.2.2. — *Moniezia benedeni* (MONIEZ, 1879).

2.1.2.3. — *Thysaniezia ovilla* (RIVOLTA, 1878).

**NÉMATODES**

2.1.2.4. — *Bunostomum phlebotomum* (RAILLIET, 1900).

2.1.2.5. — *Cooperia punctata* (VON LINSTOW, 1907).

2.1.2.6. — *Cooperia pectinata* (RANSOM, 1907).

Là encore, il s'agit d'espèces très souvent rencontrées en Afrique noire.

**2.1.3. Parasites du gros intestin et du cæcum.**

2.1.3.1. — *Oesophagostomum (Bosicola) radiatum* (RUDOLPHI, 1803).

2.1.3.2. — *Buckleyuris globulosa* (Von Linstow, 1901).

**2.1.4. Parasites de l'appareil vasculaire.****TRÉMATODES**

2.1.4.1. — *Schistosoma sp.*

Sur 812 autopsies, la Schistosomiase bovine n'a été décelée qu'une seule fois et il n'a été recueilli qu'un seul exemplaire dans les veines mésentériques. On peut donc dire que pour l'instant, la Bilcharziase bovine est quasiment inexistante, malgré quelques avis divergents rapportés par SAUGRAIN (1968).

Ce point méritait d'être souligné, de manière à éviter, dans la région de Bouar notamment, où les concentrations de bétail sont les plus nombreuses, l'introduction d'animaux porteurs de *Schistosoma bovis* venus de zones où la maladie sévit en permanence, c'est-à-dire le Sud du Tchad et le Nord-Cameroun (GRABER et coll. 1966).

**NÉMATODES**

2.1.4.2. — *Onchocerca armillata* (RAILLIET et HENRY, 1909).

Cet onchocerque a été mis en évidence dans de nombreux pays d'Afrique. C'est jusqu'à plus ample informé, une trouvaille d'autopsie.

**2.1.5. Parasites des canaux biliaires.**

2.1.5.1. — *Fasciola gigantica* (COBBOLD, 1855).

En Afrique Centrale, le résultat des enquêtes effectuées depuis 1954, montre que la Distomatose à *F. gigantica*, au Sud d'une ligne théorique reliant Mao à Kyabé au Tchad, est en passe de devenir la maladie parasitaire n° 1 du gros bétail de ces régions (GRABER, 1968, b).

2.1.5.2. — *Dicrocoelium hospes* (LOOS, 1907).

Le « petite douve africaine » qui touche surtout le zébu se voit au-dessous du 11<sup>e</sup> parallèle. Le pourcentage d'animaux atteints est élevé au Nord-Cameroun, dans l'Ouest de la R. C. A. et dans certaines préfectures du Sud du Tchad. Plus à l'Est, *D. hospes* a été découvert dans les canaux biliaires d'un *Syncerus caffer* tué sur l'Aouk en 1965 (Préfecture de Fort-Archambault au Tchad).

Le parasite existe également au Soudan, au Nigeria, au Congo-Brazzaville (GRABER et OUMATIE, 1964, b) et au Ghana (ODEI, 1966).

**2.1.6. Parasites des muscles et des ligaments.****MUSCLES**

2.1.6.1. — *Cysticercus bovis* (COBBOLD, 1866).

**LIGAMENT CERVICAL**

2.1.6.2. — *Onchocerca gutturosa* (NEUMANN, 1910).

Cette filaire est fréquente en Afrique Centrale (GRABER, 1968 b), en République Démocratique du Congo, au Kenya et en Somalie (CLARKSON, 1964).

**2.1.7. Parasites de la cavité péritonéale.**

2.1.7.1. — *Setaria (A) labiato-papillosa* (PER-RONCITO, 1882).

Au total 22 espèces différentes sont susceptibles de toucher le zébu de l'Ouest Centrafricain. D'une façon générale, la faune parasitaire est moins riche qu'au Tchad où 35 espèces parasites ont pu être dénombrées (GRABER, 1968, b).

**2.2. Pourcentages et niveaux d'infestation.****Les associations parasitaires.****2.2.1. — Chez le bouvillon.**

Le taux d'infestation a été estimé :

— sur examens coproscopiques (tableau n° 1),

— sur autopsies (tableau n° 2).

TABLEAU N° I

Bouvillons - Examens coproscopiques - Nombres d'Animaux atteints.

	Préfecture de Bouar-Baboua examinés : 657		Zone de la Topia examinés : 189		T o t a l examinés : 846	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Animaux parasités	388	59	152	80,4	540	63,8
<i>Fasciola</i>	98	15	2	1	44	11,7
Paramphistomidés	134	20,3	13	6,8	147	17,3
Cestodes	1	0,1	2	1	3	0,3
<i>Strongyloides</i>	-	-	2	1	2	0,2
"Strongles" +	299	45,5	145	76,7	444	52,4
Coccidies	-	-	16	8,4	16	1,9

+ = *Oesophagostomum*, *Bunostomum*, *Cooperia* et *Haemoncus*.

TABLEAU N° II

Espèces parasites et pourcentages d'infestation.

	Bouvillons examinés : 150		Zébus adultes examinés : 662	
	Parasités	Pourcentage	Parasités	Pourcentage
T o t a l	147	98	661	99,8
<i>Dicrocoelium hospes</i>	41	27,4	139 (sur 514)	27
<i>Fasciola gigantica</i>	55	36,6	410	61,9
<i>Cotylophoron cotylophorum</i>	45	30	571	86,2
<i>Paramphistomum microbothrium</i>	2	1,3	14	2,1
Total Paramphistomidés	47	31,3	585	88,3
<i>Cammyerius spatiosus</i>	-	-	5	0,7
<i>Cammyerius graberi</i>	-	-	4	0,6
<i>Cammyerius parvi papillatus</i>	-	-	7	1
<i>Cammyerius papillatus</i>	-	-	8	1,2
Total Gastrothylacidae	-	-	24	3,6
<i>Schistosoma</i> sp	-	-	1	0,1
<i>Moniezia expansa</i>	-	-	4	0,6
<i>Moniezia benedeni</i>	2	1,3	7	1
<i>Thysanotria ovilla</i>	1	0,7	10	1,5
Total Cestodes	3	2	21	3
<i>Cysticercus bovis</i>	29	19,3	10 799 <sup>+++</sup>	30,7 <sup>++</sup>
<i>Oesophagostomum (Bosicola) radiatum</i>	75	50	265	40
<i>Bunostomum phlebotomum</i>	74	49,3	23	3,4
<i>Cooperia punctata</i>	79	52,6	41	6,2
<i>Cooperia pectinata</i>	54	36	350	52,9
<i>Haemoncus contortus</i>	125	83,3	509	76,9
Total par "Strongles"	36	24	8	1,2
<i>Buckleyuris globulosa</i>	4	2,6	+	+
<i>Setaria (A) labiata papillosa</i>	17	11,3	+	+
<i>Onchocerca gutturosa</i>	3	2	+	+
<i>Onchocerca armillata</i>				

+ = Les parasites existent, mais les taux d'infestations exacts font défaut;

++ = Abattoirs de Bouar et de Berberati;

+++ = sur 35 104.

La première méthode a vite été abandonnée, car, lorsqu'il s'agit de bouvillons et d'adultes, les indications qu'elle donne sont presque toujours au-dessous de la réalité : en particulier les formes immatures, très nombreuses, ne peuvent être mises en évidence, ce qui fausse les résultats.

Sur autopsies, le pourcentage d'animaux atteints dépasse 95 p. 100, ce qui est énorme.

— Le parasitisme dominant est à base de « Strongles » (83 p. 100) : Oesophagostomes, Bunostomes, *Cooperia*, en proportion à peu près égale (49,5 à 52 p. 100). Les *Haemoncus* sont un peu moins abondants, car ils ont été recueillis à une époque où l'infestation par ces Trichostrongles diminue (décembre-janvier).

Viennent ensuite des Trématodes : *D. hospes*, *F. gigantica* et *C. cotylophorum* (de 27 à 37 p. 100). La Distomatose hépatique, dans l'Ouest de la R. C. A., contrairement à ce qui se passe dans les zones sahéliennes ou soudano-sahéliennes, est également une maladie des jeunes de 7 mois à 3 ans. Le même phénomène a été observé dans d'autres régions d'Afrique, au Kivu notamment.

La troisième affection majeure est représentée par Trichurirose à *B. globulosa* (près de 25 p. 100), pourcentage que l'on ne retrouve nulle part en Afrique Centrale.

Téniasis et Filarioses diverses sont négligeables.

Le nombre d'Helminthes découverts à l'autopsie ne dépasse pas 600-700 pour *Cooperia* et *Haemoncus*, 350-400 pour *Bunostomum*, 200-250 pour *Oesophagostomum*, 100-150 pour *Dicrocoelium* et 50-100 pour *Fasciola gigantica* (tableau n° 3). La quantité de *Cotylophoron* présents dans la panse est rarement supérieure à 10 g (7 p. 100 des cas).

En considérant les espèces séparément, on s'aperçoit que le niveau de l'infestation est faible et que plus de 68 p. 100 des animaux hébergent moins de 50 parasites (98 p. 100 pour *F. gigantica*). On admet en Europe, qu'il faut au moins 3 à 5.000 *Haemoncus* et de 10.000 à 15.000 *Cooperia* pour que le parasitisme soit classiquement décelable (EUZÉBY, 1963). Par contre d'autres Helminthes sont susceptibles d'être pathogènes, même s'ils ne sont pas nombreux (*Bunostomum*, *Fasciola* et *Oesophagostomes*).

Tout dépend de l'état de santé de l'animal et de ses possibilités de résistance.

En Afrique tropicale, il faut tenir compte du

fait que souvent, les jeunes zébus ont un régime alimentaire insuffisant qualitativement et quantitativement, que leur équilibre est instable une bonne partie de l'année.

Dans ces conditions, un nombre restreint de parasites peut avoir des conséquences fâcheuses pour la santé de l'animal.

Un second facteur intervient également et son rôle est capital : c'est celui des Associations parasitaires. Elles existent chez 87 p. 100 des bouvillons autopsiés. Elles sont de divers types et représentent 83 combinaisons différentes :

— deux Helminthes (31, soit 24,3 p. 100) : ou deux Nématodes (*Bunostomes* + *Haemoncus*) ou un Trématode et un Nématode (*Fasciola* et *Bunostomes*) ou deux Trématodes (*Fasciola* et *Dicrocoelium*).

— trois Helminthes (40, soit 31,3 p. 100) : ou un Trématode et deux Nématodes (*Fasciola* + *Bunostomum* + *Cooperia*) ou 3 Nématodes (*Bunostomum* + *Haemoncus* + *Oesophagostomum*) ou 2 Trématodes et un Nématode (*Dicrocoelium*, *Fasciola* et *Cooperia*).

— quatre Helminthes (24, soit 18,8 p. 100) ou un Trématode et trois Nématodes (*Fasciola*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, *Cooperia*) ou un Trématode, un Cestode et deux Nématodes (*Fasciola* ou *Dicrocoelium*, *Cysticercus*, *Bunostomum* et *Oesophagostomum*).

— Cinq Helminthes (18, soit 14 p. 100) : ou un Trématode et quatre Nématodes (*Fasciola*, *Oesophagostomum*, *Bunostomum*, *Cooperia* et *Haemoncus*) ou deux Trématodes et trois Nématodes (*Fasciola-Dicrocoelium* ou *Cotylophoron-Fasciola*, *Haemoncus*, *Oesophagostomum* et *Cooperia*).

— Six Helminthes (9, soit 7 p. 100) : deux Trématodes et quatre Nématodes (*Fasciola*, *Dicrocoelium*, *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, *Buckleyuris* et *Haemoncus*).

— Sept Helminthes (5, soit 3,9 p. 100) : deux Trématodes et les cinq principaux Nématodes du tractus digestif.

— Huit Helminthes (1, soit 0,7 p. 100) : deux Cestodes, trois Trématodes et trois Nématodes.

Si les associations de moins de trois parasites semblent peu pathogènes, au-delà, l'un des composants (essentiellement *Bunostomum*, *Oesophagostomum*, parfois *Fasciola*) est toujours très abondant et représente un danger certain, surtout s'il est épaulé dans son action par d'autres

Helminthes, même en petit nombre\*. Plus l'association est « ouverte » et plus les risques augmentent.

Dans cette optique, on peut considérer qu'environ 60 à 65 p. 100 des bouvillons de l'Ouest centrafricain sont capables, à un moment donné, d'extérioriser une polyparasitose clinique avec toutes les conséquences que cet état de choses comporte.

### 2.2.2. — Chez les adultes.

Le taux d'infestation globale dépasse 99 p. 100 (tableau n° 2).

— Le parasitisme dominant, dans cette classe d'âge, est à base de Trématodes hépatiques

\* Dans certains cas, on admet qu'un polyparasitisme étendu équivaut à un monoparasitisme à bases d'espèces nocives comme *Fasciola*, *Haemoncus* ou *Bunostomum*.

(*Dicrocoelium* et surtout *Fasciola* 62 p. 100) et gastriques (*Cotylophoron* 88 p. 100). Les *Gastrothylacidae* sont rares et le Téniasis négligeable.

— Les « Strongles » gastro-intestinaux ne viennent qu'en seconde position (76,9 p. 100). Les deux espèces les plus importantes sont de loin les *Oesophagostomes* et les *Haemoncus*.

Les *Bunostomes* et les *Cooperia* sont moins fréquents et le nombre de zébus adultes hébergeant ces Nématodes baisse dans de fortes proportions (15 fois moins pour *Bunostomum* et 9 fois moins pour *Cooperia*).

A défaut de connaître le parasitisme des régions voisines du Cameroun, une utile comparaison s'impose avec ce qui a été constaté chez les zébus adultes entretenus sur place et sacrifiés de 1964 à 1968 (tableau n° 4) à Moundou, centre situé au Tchad dans la moyenne vallée du Logone.

La faune parasitaire des animaux de cette

TABLEAU N° III  
Niveau d'infestation

Nombre de parasites	<i>Dicrocoelium</i>	<i>Fasciola</i>	<i>Bunostomum</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Haemoncus</i>	<i>Oesophagostomes</i>
0 à 50						
Bouvillons	79,6 p.100	27,8 p.100	74,4 p.100	68 p.100	76,6 p.100	83,5 p.100
Adultes	93,6 "	98 "	100 "	62 "	74,5 "	90,8 "
50 à 100						
Bouvillons	13,6 "	2,2 "	17,6 "	17,4 "	8,5 "	12,4 "
Adultes	5 "	2 "	-	26,4 "	20 "	8 "
100 à 150						
Bouvillons	4,5 "	-	2,7 "	4 "	4,2 "	2,7 "
Adultes	0,7 "	-	-	2,9 "	3,7 "	0,8 "
150 à 200						
Bouvillons	2,3 "	-	2,7 "	6,7 "	6,3 "	-
Adultes	0,7 "	-	-	5,8 "	1,5 "	-
200 à 250						
Bouvillons	-	-	1,3 "	2,6 "	-	1,3 "
Adultes	-	-	-	-	-	-
250 à 400						
Bouvillons	-	-	1,3 "	-	4,2 "	-
Adultes	-	-	-	-	-	0,4 "
450 à 500						
Adultes	-	-	-	2,9 "	0,3 "	-
600 à 700						
Bouvillons	-	-	-	1,3 "	2,2 "	-

région est beaucoup plus riche en *Paramphistomidae* et en *Gastrothylacidae*. Les taux d'infestation par « Strongles » sont exactement les mêmes à Moundou et à Bouar et les deux genres principaux sont également *Oesophagostomum* et *Haemoncus*. Le pourcentage d'animaux porteurs de *Fasciola*, *Paramphistomidae* et *Dicrocoelium* est moins élevé à Moundou qu'à Bouar, ce qui est normal compte tenu de la latitude, du climat et des mollusques vecteurs.

Il apparaît donc nettement que le bassin du Logone, de ses sources à Moundou, forme, en matière d'Helminthes du zébu, un ensemble assez homogène.

Le niveau du parasitisme chez le zébu adulte de l'Ouest de la R. C. A. présente les mêmes

caractéristiques que chez le bouvillon (tableau n° 3) avec quelques modifications de détail, notamment en matière d'*Haemoncus* et de *Cooperia* qui tiennent surtout à l'époque où ces Nématodes ont été récoltés (adulte : saison des pluies et saison sèche ; bouvillon : saison sèche seulement).

L'infestation par *Cotylophoron* demeure modérée et, la plupart du temps, ne dépasse pas 8 g par animal.

Les associations entre parasites sont un peu moins fréquentes (75 p. 100) que chez les bouvillons et le nombre d'Helminthes qui les compose ne dépasse pas 5.

— Deux Helminthes (155, soit 31,4 p. 100) : ou deux Trématodes (*Fasciola* et *Cotylophoron*)

TABLEAU N° IV

Parasitisme des zébus adultes de l'Ouest de la République Centrafricaine et de la préfecture de Moundou (Tchad).

Espèces en cause	Abattoir de Bouar 662 zébus		Abattoir de Moundou 480 zébus	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
<i>Dicrocoelium hospes</i>	139 <sup>+</sup>	27	67	13,9
<i>Fasciola gigantica</i>	410	61,9	236	49,1
<i>Paramphistomum microbothrium</i>	14	2,1	200	41,6
<i>Colicophoron tjamai</i>	-	-	12	2,5
<i>Colicophoron raja</i>	-	-	1	0,2
<i>Cotylophoron cotylophorum</i>	571	86,2	5	1
<i>Stephanopharynx compactus</i>	-	-	82	17
<i>Bothriophoron bothriophoron</i>	-	-	13	2,7
Paramphistomiidae	585	88,3	312	65
<i>Carmyerius spatiosus</i>	5	0,7	124	25,8
<i>Carmyerius papillatus</i>	8	1,2	58	12
<i>Carmyerius parvi-papillatus</i>	7	1	2	0,4
<i>Carmyerius graberi</i>	4	0,6	1	0,2
Gastrothylacidae	24	3,6	186	36,9
<i>Schistosoma bovis</i>	1	0,1	233	48,5
<i>Moniezia expansa</i>	4	0,6	3	0,6
<i>Moniezia benedeni</i>	7	1	21	4,3
<i>Thysanites ovilla</i>	10	1,5	15	3,1
<i>Avitellina centripunctata</i>	-	-	4	0,8
Total Cestodes	21	3,3	43	8,9
<i>Cysticercus bovis</i>	10 809 <sup>++</sup>	30,8	54	11,2
<i>Echinococcus polymorphus</i>	-	-	4	0,8
<i>Bosicola radiatum</i>	265	40	142	29,5
<i>Bunostomum phlebotomum</i>	23	3,4	28	5,8
<i>Cooperia pestinata</i>	41	6,2	136	28,3
<i>Haemoncus contortus</i>	350	52,9	301	62,7
Total "Strongles"	509	76,9	367	76,4
<i>Buckleyuris globulosa</i>	8	1,2	17	3,5
<i>Setaria (A) labiata papillosa</i>	-	-	171	35,6
<i>Onchocerca gutturosa</i>	-	-	287	59,7
<i>Onchocerca armilla</i>	-	-	178	37

+ = sur 514 ; ++ = 35 092.



ou un Trématode et un Nématode (*Cotylophoron* et *Haemoncus*).

— Trois Helminthes (164, soit 33,1 p. 100) : ou deux Trématodes et un Nématode (*Fasciola*, *Cotylophoron*, *Haemoncus* ou *Bosicola*) ou Trois Trématodes (*Dicrocoelium*, *Fasciola* et *Cotylophoron*).

— Quatre Helminthes (144, soit 29,1 p. 100) : ou deux Trématodes et deux Nématodes (*Fasciola*, *Cotylophoron*, *Haemoncus* et *Bosicola*) ou trois Trématodes et un Nématode (*Dicrocoelium*, *Fasciola*, *Cotylophoron* et *Haemoncus*).

— Cinq Helminthes (32, soit 6,4 p. 100) : trois Trématodes et deux Nématodes (*Dicrocoelium*, *Fasciola*, *Cotylophoron* et *Bosicola*).

### 2.3. — Zoonoses parasitaires.

#### 2.3.1. — La distomatose hépatique à *Fasciola Gigantica*.

Cette affection, peu connue en médecine humaine (34 cas mondiaux), vient d'être récemment signalée à Yaoundé au Cameroun par ROUSSET et coll. (1969) et en Afrique Centrale (Ruanda, Burundi et Uganda) par JANSSENS et coll. (1968).

Les 4 malades d'origine européenne, étaient tous des consommateurs de cresson de rivière, sur lequel les métacercaires infestantes viennent souvent s'enkyster.

L'étiologie est donc semblable à celle de la distomatose à *Fasciola hepatica* en Europe.

Partout où *Fasciola gigantica* existe en abondance, la possibilité du passage chez l'homme de ce *Distome* ne doit donc pas être écartée.

#### 2.3.2. — La dicrocoeliose hépatique à *Dicrocoelium hospes*.

WOLFE (1966), dans les selles de malades de l'hôpital Korle Bu à Accra, a réussi à mettre en évidence des œufs de *Dicrocoelium hospes*. Cependant, un doute subsiste car, le régime de ces patients comportait des foies de bœuf qui, à l'abattoir, hébergeaient des petites douves dans la proportion de 58 p. 100 (ODEI, 1966). On peut donc penser que les œufs de *Dicrocoelium* qui résistent fort bien à la cuisson ont, après absorption, traversé le tube digestif des individus atteints sans subir de modifications.

Néanmoins, compte tenu des quelques cas de *Dicrocoeliose* humaine rapportés en Afrique

par divers auteurs, WOLFE pense qu'en pays de forte endémicité, des infestations vraies sont susceptibles d'exister chez l'homme.

#### 2.3.3. — L'échinococcose.

Elle semble, pour l'instant inconnue dans l'Ouest de la R. C. A. et les 812 zébus autopsiés étaient tous indemmes.

#### 2.3.4. — La cysticerose bovine à *Cysticercus bovis*.

La ladrerie bovine est due à la présence dans les muscles et dans divers organes de *Cysticercus bovis*, forme larvaire d'un taenia humain, *Taenia saginata*.

Les taux d'infestation moyens sont de 19,3 p. 100 chez le bouvillon (150 autopsiés, 1964-1968) et de 30,7 p. 100 chez l'adulte (35.104 autopsiés à Bouar et Berberati, de 1955 à 1968).

A l'abattoir de Bouar, on constate, depuis 1962, une diminution progressive du nombre d'animaux de boucherie porteurs de *Cysticercus* sans qu'il soit possible actuellement d'expliquer ce phénomène :

1962 .....	50,6 p. 100
1963 .....	27,4 p. 100
1964 .....	26,6 p. 100
1966 .....	4,3 p. 100
1967 .....	14,8 p. 100

que ce soit chez le bouvillon ou chez l'adulte, les parasites sont vivants dans 80-82 p. 100 des cas, proportion qui est bien supérieure à celle du Tchad ou du Cameroun (60 à 65 p. 100).

Le nombre de *Cysticercus* mis en évidence lors du découpage des carcasses en menus fragments est sujet à d'amples fluctuations :

Nombre de Parasites	Bouvillons	Adultes
1 .....	34,4 p. 100	53,4 p. 100
2 .....	17,2 p. 100	24,2 p. 100
3 .....	20,6 p. 100	12,7 p. 100
4 .....	7,2 p. 100	4,8 p. 100
5 .....	—	2,9 p. 100
7 .....	—	1 p. 100
Généralisée (plus de 100) .....	20,6 p. 100	1 p. 100

La *Cysticerose* généralisée semble beaucoup plus fréquente chez le bouvillon que chez l'adulte.

Les localisations sont un peu différentes de ce que l'on observe au Tchad et au Cameroun :

Localisation	Bouvillons	Adultes
Langue .....	—	34,6 p. 100
Cœur .....	5,4 p. 100	40,2 p. 100
Muscles de l'épaule .....	18,9 p. 100	10,2 p. 100
Muscles de l'encolure .....	18,9 p. 100	1,8 p. 100
Muscles de la cuisse .....	45,9 p. 100	11,2 p. 100
Psoas .....	8,1 p. 100	1 p. 100
Muscles de la croupe .....	2,8 p. 100	—
Intercostal .....	—	1 p. 100

Selon la classe d'âge, elles varient considérablement.

#### 2.4. — Variations saisonnières des infestations parasitaires chez le zébu adulte.

Elles n'ont pu être appréciées que chez l'adulte, les autopsies de bouvillons n'ayant été effectuées qu'en saison sèche, ainsi qu'il a été dit plus haut.

La technique adoptée est celle décrite par FENWICK (1937) et SWALES (1940) et reprise par THAPAR (1956). Elle consiste :

— Dans un abattoir régional, à déterminer tous les mois (pendant plus d'un an au minimum) le pourcentage d'animaux infestés.

— Pour chaque type de Nématodes et de Trématodes, à rechercher l'intensité parasitaire moyenne, les lots de bovins utilisés devant alors être numériquement semblables.

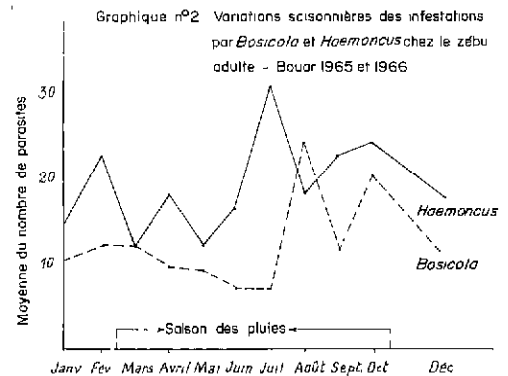
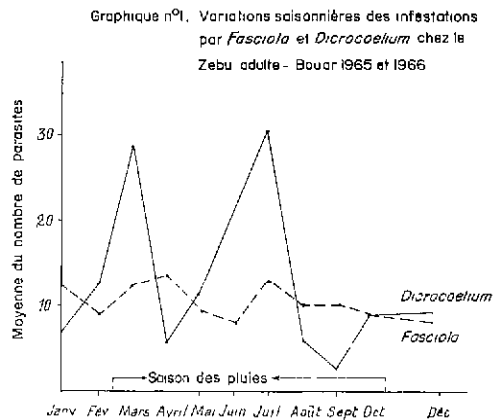
Le premier indice ne présente pas un gros intérêt, car il a tendance à se maintenir constant toute l'année, ce qui ne donne pas, une idée exacte de la « masse » parasitaire réelle.

Le second est beaucoup plus instructif. Cependant, il ne tient pas compte de la longévité de certains parasites (les Trématodes notamment), ce qui risque de fausser les résultats. Chez les bovins, cet inconvénient joue moins et les faits constatés sur le terrain cadrent à peu près avec les renseignements fournis par cet indice.

Les observations ont porté sur l'ensemble des années 1965 et 1966 et la moyenne mensuelle du nombre des parasites a été établie en groupant mois par mois, pour chaque Helminthe en cause, les chiffres obtenus sur une période de deux ans.

Vu l'importance des enquêtes, il n'est pas possible de citer tous les chiffres et les résultats figurent aux graphiques n° 1 (*Dicrocoelium hospes*

et *Fasciola gigantica*) et n° 2 (*Bosicola radiatum* et *Haemoncus contortus*).



A la lecture du premier graphique, la Dicrocoeliose bovine, dans l'Ouest centrafricain, semble sévir au début et au cœur de la saison des pluies (février, mars et juillet). On ignore actuellement le rôle pathogène exact de ce Trématode et son cycle évolutif. Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives.

*Fasciola gigantica* se rencontre toute l'année avec deux poussées d'assez faible ampleur en mars-avril et en juillet, ce qui, correspondrait à des infestations de début et de fin de saison sèche.

*Haemoncus contortus* paraît être un parasite d'hivernage (juin et octobre). Mais il commence à se multiplier dès les premières pluies en février. De mars à juin, sa distribution est irrégulière.

Quant à *Bosicola radiatum*, la distinction entre les deux cycles :

— Un cycle court de primo-infestation en saison des pluies.

— Un cycle long de réinfestation ou de surinfestation (automne et saison sèche) est beaucoup moins nette qu'au Tchad. Elle existe, puisqu'en février, chez le bouvillon, on retrouve des larves L<sub>4</sub> dans les nodules pseudo-tuberculeux du cæcum, et peu d'adultes, ce qui signifie une infestation vieille de plusieurs mois.

Entre juin et octobre, l'haemoncose précède d'un mois l'œsophagostomose.

La prophylaxie à mettre en œuvre est donc beaucoup plus complexe que dans les zones sahéliennes ou soudaniennes plus arides. Les conditions climatiques font que le parasitisme, dans l'Ouest de la R. C. A., existe pratiquement toute l'année, la saison sèche, courte en général, ne provoquant qu'une diminution momentanée des possibilités d'évolution des Helminthes. L'infestation est pratiquement continue. Le bilan parasitaire ne sera donc jamais négatif.

## 2.5. — Incidence sur l'élevage.

L'action de ces Helminthes, associés dans la plupart des cas, se traduit chez le bouvillon.

- par un syndrome anémie,
- par des troubles digestifs,
- par des troubles nerveux que l'on observe dans la Bunostomose bovine.

Les métabolismes sont gravement perturbés. La digestibilité des protides alimentaires baisse, ainsi que le taux plasmatique du fer. L'élimination de phosphore, de calcium, de magnésium est importante (Distomatose).

Sur les animaux dont l'alimentation est déficiente une certaine partie de l'année, l'incidence du parasitisme est donc grave. Il diminue la résistance des jeunes et accentue les conséquences de la malnutrition.

Les plus atteints disparaissent et la mortalité, selon un bilan encore provisoire, semblent devoir être estimé à : 2 à 5 p. 100 pour des bouvillons de 1 à 2 ans.

— 1 à 3 p. 100 pour des bouvillons de 2 à 3 ans.

On observe en outre des retards ou des arrêts de croissance. L'amaigrissement est sensible de l'ordre de 10 à 15 p. 100 chez un bouvillon où coexistent à la fois *Haemoncus*, *Bunostomes*, *Oesophagostomes* et *Cooperia*.

En matière de Distomatose hépatique, à la suite d'essais précis réalisés au laboratoire de

FARCHA\*, les pertes de poids imputables à l'action de *Fasciola gigantica*, atteignent 10 à 13 p. 100 deux mois après une forte infestation expérimentale par des métacercaires.

En définitive, le rendement du troupeau diminue. Pour la seule année 1967, sur les 6.000 zébus de boucherie sacrifiés au abattoirs de Bouar et de Berbérati, le manque à gagner dû à la présence de parasites divers (surtout *Fasciola*) paraît se situer autour de 120 tonnes de viande, sans compter les saisies d'organes (foies distomiens).

L'incidence économique est donc sérieuse et une opération de déparasitage systématique serait certainement rentable à brève échéance.

Il est bon de signaler également que certains Helminthes sont susceptibles de provoquer, lorsqu'ils sont au stade immature dans l'intestin (*Bunostomum*) ou lorsqu'ils traversent le foie avant de se localiser dans les canaux biliaires (*Fasciola*), des morts subites qui sont attribuées généralement à toute autre chose qu'au parasitisme.

Ce problème mériterait une étude plus précise.

## CONCLUSIONS

Le parasitisme interne des zébus jeunes et adultes a, dans l'Ouest centrafricain, une importance considérable. 22 espèces ont pu être mises en évidence dont certaines particulièrement pathogènes (*Fasciola gigantica*, *Bunostomum phlebotomum*, *Haemoncus contortus* et *Oesophagostomum radiatum*).

Généralement ces helminthes agissent en synergie, ce qui complique le problème.

Par ailleurs, des conditions climatiques exceptionnellement favorables, permettent une infestation continue pendant toute l'année, avec pour certains Nématodes, une forte poussée en saison des pluies, surtout de juin à novembre.

Le rendement du troupeau se trouve sérieusement perturbé.

Il importe donc, dès maintenant, d'entreprendre une lutte active contre les parasites internes, en adaptant le plus possible les méthodes modernes de prophylaxie aux possibilités locales et à la mentalité des éleveurs Bororos.

\* Non encore publié.

## SUMMARY

The zebu parasitism in the west of Central African Republic.  
II. Steers and adult zebus parasitism

In the west of Central African Republic, 22 associated species of parasites have been collected by the authors in the steers and adult zebu. The most pathogenic species are : *Fasciola gigantica*, *Oesophagostomum radiatum*, *Bunostomum phlebotomum*, *Haemoncus contortus*, *Cooperia punctata* and *Cooperia pectinata*.

The « Strongylosis » are more frequent and more serious in the steer than in the adult zebu.

A very large number of animals are infested (more than 90 p. 100) and the direct or indirect losses seem important.

Besides the parasitic synergies, the infestations are practically permanent due to the climatic conditions, and so it is very difficult to set up the prophylaxis.

## RESUMEN

El parasitismo del cebú en el Oeste de la República Centroafricana.  
II. Parasitismo de los novillos y de los adultos

En el Oeste de la República Centroafricana, los autores recogieron, en los cebues juvenes y adultos, 22 especies parásitas, asociadas entre ellas, de las cuales las más patógenas son : *Fasciola gigantica*, *Oesophagostomum radiatum*, *Bunostomum phlebotomum*, *Haemoncus contortus*, *Cooperia punctata* y *Cooperia pectinata*. En el novillo, las estrogilosis son más frecuentes y más graves que en el adulto.

El número de animales parasitados es muy elevado (más de 90 p. 100) y las pérdidas directas o indirectas parecen importantes.

Además las sinergias parasitarias, las condiciones climáticas son causa de la casi continuidad de las infestaciones, lo que mucho complica la profilaxia necesitada.

## BIBLIOGRAPHIE

- CLARKSON (M. J.). — The species of onchocerca in cattle in Kenya and Somalia. *Ann. Trop. med. Parasit.*, 1964, **58**, 2, 153-8.
- DINNIK (J. A.). — The snail hosts of certain *Paramphistomatidae* and *Gastrothylacidae* (Trematoda) discovered by the late Dr P. L. Le ROUX in Africa. *J. Helminth.*, 1965, **39**, 2/3, 141-150.
- DOLLFUS (R. P.). — Trématodes récoltés au Congo Belge par le Professeur Paul Brien (Mai-Août 1937). *Annls. Mus. r. Congo Belge. C. Zool. ser 5*, 1950, **1**, 1, 1, 136.
- EUZEBY (J.). — Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. *Maladies dues aux Nématelminthes*, t. 1, Fasc. 2, 1963, 843 p.
- FENWICK (D. W.). — A census of the intestinal parasites of lambs in south Wales. *J. Helminth.*, 1937, **15**, 167-76.
- GRABER (M.). — Etude préliminaire sur le parasitisme des animaux domestiques en République centrafricaine. *Rap. I. E. M. V. T. Farcha*, 1961, 82 p.
- GRABER (M.) et collab. — Les Helminthes des quelques Artiodactyles sauvages appartenant aux familles des bovidés et des suidés. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1964 (a), **17**, 3, 377-420.
- GRABER (M.) et OUMATIE (O.). — Existence en Afrique équatoriale d'un important foyer de Dicrocoeliose ovine et bovine à *Dicro-*

- coelium hospes* (Looss, 1907). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1964 (b), **17**, 3, 523-533.
- GRABER (M.), FERNAGUT (R.) et OUMATIE (O.). — Helminthes des zébus adultes de la région de Maroua (Nord-Cameroun). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1966, **19**, 2, 149-62.
- GRABER (M.). — Etude du Bebou, parasitose sévissant chez les zébus de la Topia. R. C. A.-I. E. M. V. T. Farcha, Ronéo., 1968(a), 41 p.
- GRABER (M.). — Helminthes et Helminthiases. Bilan d'activité. *Rapport Ann. Lab. Farcha*, 1967-1968 (b), t. III, 192 p.
- JANSSENS (P. J.), FAIN (A.), LIMBOS (P.), DEMUYNCK (A.) de, BIERNANS (R.), Van MERVIENNE (N.) et De MULDER (P.). — Trois cas de distomatose hépatique à *Fasciola gigantica* contractés en Afrique centrale. *Ann. Soc. Belge Méd. trop.*, 1968, **48**, 6, 637-50.
- GRETILLAT (S.). — Sur quelques *Paramphistomatoidea* (Trématoda) d'une collection du musée royal de l'Afrique Centrale. *Rev. Zool. Bot. Afri.*, 1964, **69**, 3/4, 351-68.
- ODEI (M. A.). — A note on *Dicrocoeliasis* and *Fasciola gigantica* infection in livestock in Northern Ghana, with a record of spurious and genuine *D. hospes* infections in man. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 1966, **60**, 2, 215-18.
- ROUSSET (J.), PARAF (A.), TRAD (J.), BENCHETRIT (J.). — A propos d'un cas de Distomatose hépatique à *Fasciola gigantica* contractée au Cameroun. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1968, **61**, 2, 223-33.
- SAUGRAIN (J.). — Faune malacologique et Bicharziose en République centrafricaine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1968, **61**, 1, 44-52.
- SWALES (W. E.). — Helminth parasites and parasitic diseases of sheep in Canada. A survey and some preliminary studies on existing problems. *Can. J. Res.*, 1940, **18**, 29-48.
- THAPAR (G. S.). — Systematic survey of Helminth parasites of domesticated animals in India. *Indian. J. Vét. Sci.*, 1956, **26**, 4, 211-76.
- WOLFE (M. S.). — Spurious infection with *Dicrocoelium hospes* in Ghana. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1966, **15**, 2, 180-2,

# Oribates vecteurs de *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810) du mouton dans la région de Fort-Lamy

par GRABER (M.) et GRUVEL (J.)

(avec la collaboration technique de Mesdames BROCK et BRUNET)

## RÉSUMÉ

Les auteurs, après avoir donné quelques renseignements sur l'élevage de certaines espèces d'Oribates au laboratoire, signalent que, dans la région de Fort-Lamy *Unguizetes reticulatus* (WALLWORK, 1965), *Scheloribates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964) et *Scheloribates perforatus* (WALLWORK, 1964) sont susceptibles de transmettre à des moutons préalablement déparasités l'un des Cestodes les plus fréquents en Afrique centrale : *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810).

La Moniezirose ovine est une affection fort répandue de par le monde. Au Tchad, elle touche plus de 17 p. 100 du troupeau (GRABER, 1965 et 1968). Elle est due à la présence dans l'intestin des animaux atteints de deux Cestodes appartenant à la famille des Anoplocephalidae : *Moniezia benedeni* (MONIEZ, 1879) et *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810) dont le cycle évolutif a été découvert en 1937 par STUNKARD aux U. S. A.

Le passage de mouton à mouton se fait par l'intermédiaire d'Acariens Oribates qui vivent normalement dans les sols ou sur les herbes. Des enquêtes effectuées çà et là en Europe, en Amérique et en Asie ont permis de mettre en évidence plus de 40 espèces différentes susceptibles de transmettre le parasite (MOREL, 1953 ; GRABER et GRUVEL, 1964 ; EUZEBY, 1966).

En Afrique, le laboratoire de Farcha a entrepris, dès 1962, des recherches d'Acarologie appliquée concernant plus particulièrement la biologie d'un Thysanosominae du mouton, *Stilesia globipunctata* (GRABER et GRUVEL, 1964 et 1967).

Parallèlement, *Moniezia expansa* n'était pas négligé et des études récentes ont abouti à un

certain nombre de résultats qui font l'objet du présent travail.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 1° Les vecteurs.

Les recherches ont porté sur les espèces suivantes :

- *Oppia* sp.
- *Scheloribates perforatus* (WALLWORK, 1964).
- *Scheloribates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964).
- *Schelaribates parvus* Van Pletzen *conglobatus* (WALLWORK, 1964).
- *Unguizetes reticulatus* (WALLWORK, 1965).
- *Galumna baloghi* (WALLWORK, 1965).

### 1.1. Infestation naturelle.

*Unguizetes*, *Galumna* et *Oppia* sp ont été récoltés en dehors de la concession du laboratoire sur le pourtour d'une mare temporaire de saison des pluies. Située à une dizaine de kilomètres de

Farcha, elle est fréquentée par d'importants troupeaux de moutons porteurs de *Moniezia*.

La terre suspecte de renfermer les Oribates est prélevée à des profondeurs variables. Elle est placée dans des seaux remplis d'eau. Le « surnageant » (débris végétaux — Oribates, etc.) est déposé dans une toile de coton soigneusement formée et exposé durant 24 h à l'action d'un ventilateur de plafond. Après séchage, le contenu du torchon est tamisé et examiné sous la loupe. Les Oribates présents sont triés et classés par espèces.

## 1.2. Infestation expérimentale.

### 1.2.1. Mode d'élevage des Oribates.

*Scheloribates perforatus*, *Scheloribates fimbriatus africanus* et *Scheloribates parvus conglobatus* provenaient d'élevages réalisés au laboratoire.

#### a) En milieu naturel.

Au début, des bacs métalliques enterrés dans le sol ont été utilisés, selon une technique décrite précédemment (GRUVEL et GRABER, 1964). Malheureusement, ils demandent une surveillance constante, car les Acariens ont tendance à s'échapper.

D'autres, au contraire, remontent le long des parois de la cuve, venant de l'extérieur, si bien qu'au bout de quelques mois la population est absolument différente de celle que l'on voulait obtenir à l'origine. Cette méthode a donc été provisoirement abandonnée.

#### b) *In vitro*.

D'autres procédés ont été expérimentés au laboratoire.

— Les Oribates sont mis dans des boîtes de Pétri contenant de la terre, préalablement stérilisée au four Pasteur et une rondelle de pomme de terre. Cette façon d'opérer présente des inconvénients : les boîtes de Pétri ne sont pas hermétiques et il existe souvent entre le rebord et le couvercle un interstice par lequel les Acariens risquent de fuir. Pour pallier cette difficulté, les récipients ont été disposés dans des plateaux remplis d'eau. Les Oribates, libres, sont facilement récupérés, mais ce système est long et immobilise du personnel. En outre, en saison des pluies, des souillures apparaissent : la pomme de terre devient gluante et les Acariens, pris dans une masse gélatineuse, meurent.

— Aussi, les boîtes de Pétri ont-elles été rem-

placées par des boîtes de Roux, plus vastes, remplies de la même manière, et dont l'ouverture est bouchée par du coton cardé, ce qui évite les évasions.

— Avant d'infester les *Scheloribates*, on attend l'éclosion de la deuxième génération, car la première est souvent parasitée, ce qui peut amener des confusions lors de l'infestation expérimentale des moutons.

— Pour des Oribates mis en élevage durant l'hivernage, la deuxième génération apparaît en général vers la mi-décembre. Les individus qui la constituent sont répartis dans de nouvelles boîtes de Roux.

### 1.2.2. Infestation.

Les Cestodes servant à l'infestation sont prélevés dans l'intestin d'ovins sacrifiés à l'abattoir. Seuls les derniers anneaux de la chaîne où se trouvent les œufs mûrs sont récoltés. Un fragment est mis de côté pour détermination, après coloration au carmin chlorhydrique.

Le reste est broyé dans un mortier avec un peu de terre sèche et le produit ainsi obtenu est passé, à l'aide d'un fin pinceau, à la surface de la rondelle de pomme de terre où les *Scheloribates* sont toujours nombreux.

Pour réussir une bonne infestation, il faut renouveler l'opération au moins 6 fois.

Cette méthode, dans le cas des *Scheloribates*, a donné d'excellents résultats.

Cependant elle n'est pas parfaite car la rondelle de pomme de terre ainsi traitée est capable de pourrir rapidement et il est recommandé de la remplacer au bout de 48 h.

## 2<sup>o</sup> Les animaux d'expérience.

39 moutons, originaires des environs de Fort-Lamy ont été soumis à des infestations expérimentales. Compte tenu de l'incidence élevée du Téniasis dans la région, les ovins ont subi un traitement préalable à la Niclosamide Bayer\*.

La dose utilisée est de 150 mg/kg, ce qui assure l'expulsion des *Moniezia*, des *Avitellina* et d'un grand nombre de *Stilesia globipunctata* (GRABER, 1969).

Comme lors des essais précédents (GRABER et GRUVEL 1964 et 1967), les animaux ainsi

\* Yomesan ou Mansonil.

TABLEAU N° I  
 Les vecteurs de *Montezia expansa*.  
 Infestation au laboratoire et sur le terrain de juillet à novembre.

Oribates		Distribution au mouton		Temps de présence chez l'oribate	R é s u l t a t s	
		D a t e	Nombre d'oribates par mouton			
Terrain	U.R.	21 au 31.10.1967	130 à 486		1 mouton positif sur 5 (1 cestode)	
	S.P.	15.09.1962	1.500		1 mouton positif sur 1 (3 cestodes)	
Laboratoire	<i>Oppia</i> sp	17.07.- 24.08.1968	550	60 à 100 jours	1 mouton négatif sur 1	
	G.B.	17.07.- 28.08.1968	50	60 à 100 jours	1 mouton négatif sur 1	
	G.B.	Mars 1967	150	150 jours	1 mouton négatif sur 1	
	S.F.	17.07.- 24.08.1968	130	65 à 104 jours	1 mouton positif sur 1 (1 cestode)	
	S.P.	6.03.- 20.03.1968	800	122 jours	2 moutons positifs sur 5 (1 et 3 cestodes)	
	S.P.	Mars-Août 1967	36 à 157	90 à 210 jours	2 moutons négatifs sur 2	
	S.P.	14.07.- 22.07.1967	420 à 832	100 jours	3 moutons positifs sur 4 (4,1 et 1 cestodes)	
	S.P.	15.07.- 22.07.1967	252 à 470	108 à 110 jours	3 moutons négatifs sur 3	
			8 au 18.07.1968			
			20.11.1968			
		23 au 31.10.1967				
		3 au 6.11.1967				

U.R. = *Unquétetes reticulatus* ; G.B. = *Gaiuma baloghi* ; S.F. = *ScheLorribates fimbriatus africanus* ; S.P. = *ScheLorribates perforatus*.



préparés ont été mis dans des stalles cimentées et nourris, dès leur arrivée, avec du fourrage vert coupé sur les bords du fleuve Charï dans des zones où il n'y a pas d'Artiodactyles domestiques ou sauvages susceptibles d'héberger *Moniezia expansa*. Les herbes ont été rigoureusement contrôlées tous les jours. Des branches d'arbres ont également été ajoutées à la ration.

Les Acariens déterminés et comptés sont administrés au mouton dans de l'eau, « à la bouteille ».

## RÉSULTATS

Le tableau n°1 fait le bilan des résultats obtenus depuis 1962.

Quelques points méritent de retenir plus particulièrement l'attention.

1° *Moniezia expansa*, au Tchad, a pu être transmis au mouton 6 fois à partir de *Scheloribates perforatus*, une fois à partir de *Scheloribates fimbriatus africanus* et une fois à partir d'*Unguizetes reticulatus*.

Il n'y a donc pas à proprement parler, de spécificité de vecteurs. Plusieurs espèces peuvent jouer également le rôle. Le même phénomène a été constaté dans d'autres pays, en Bulgarie (BANKOV, 1965) et en Hongrie où des Cysticercoïdes de *Moniezia* ont été retrouvés chez 6 acariens différents (KASSAI et MAHUNKA, 1965). Ces auteurs pensent que tout Oribate dont la taille est supérieure à 300-400  $\mu$  doit être

considéré comme un hôte possible, ce qui paraît vraisemblable, dans la région de Fort-Lamy, quand on considère les dimensions des Acariens les plus fréquemment rencontrés (tableau n° 2).

2° Le pourcentage d'Oribates infestés est en général peu élevé, tant dans les conditions naturelles que dans les conditions expérimentales :

— 0,16 p. 1.000 avec *Scheloribates fimbriatus africanus*.

— 0,93 p. 1.000 avec *Scheloribates perforatus*.

— 0,88 p. 1.000 avec *Unguizetes reticulatus*.

Aussi la mise en évidence des Cysticercoïdes, après dissection des vecteurs, est-elle difficile, voire impossible.

Les taux d'infestation semblent nettement inférieurs à ce qu'ils sont dans d'autres pays, notamment en Amérique et en Europe où, si l'on s'en tient aux chiffres de MOREL (1953), ils dépassent en moyenne 15 p. 1.000. On observe d'ailleurs d'importantes variations qui dépendent de l'implantation des élevages ovins, des Oribates en cause et du climat.

3° Le nombre de *Moniezia* recueillis à l'autopsie des moutons d'expérience est faible : un par animal, au maximum trois.

Les premiers œufs apparaissent dans les selles entre 45 et 55 jours, ce qui confirme des observations précédentes (GRABER et SERVICE, 1964).

Quand le Cestode est unique, le rythme de croissance est le suivant :

TABLEAU N° II

Les vecteurs de *Moniezia expansa* - Infestation au laboratoire de décembre à juin.

Oribates		Distribution au mouton		Temps de présence chez l'oribate	R é s u l t a t s
Espèces	Infestation	Date	Nombre d'oribates par mouton		
S.P.C.	27.07 - 20.08.1968	30 et 31.12.1968	75	100 à 125 jours	1 mouton négatif sur 1
S.F.	11 au 17.11.1966	3 au 8.05.1967	1.000	175 jours	3 moutons négatifs sur 3
S.F.	21.10 - 21.11.1966	30.05 - 3.06.1967	1.500	165 à 220 jours	2 moutons négatifs sur 2
Oribates divers	21.10 - 21.11.1966	5.06.1967	1.500	195 à 225 jours	2 moutons négatifs sur 2
S.P.	29.07 - 18.09.1967	4 et 5.01.1968	95 et 290	110 à 185 jours	2 moutons négatifs sur 2
S.P.	18 au 25.02.1967	27.06.1967	350	120 à 130 jours	1 mouton négatif sur 1
S.P.	25.07 - 27.08.1968	23 au 27.12.1968	710	120 à 150 jours	4 moutons négatifs sur 4

S.P.C. = *Scheloribates parvus conglobatus* ; S.F. = *Scheloribates fimbriatus africanus* ;  
S.P. = *Scheloribates perforatus*.

- 20 jours : 8,5 cm,
- 34 à 39 jours : 70 à 80 cm,
- 45 jours : 1,50 m,
- 50 jours : 1,91 m,
- 56 jours : 2,30 à 3,49 m.

Parfois elle est retardée et, à 34-36 jours, la longueur du parasite est moindre (30 à 60 cm).

Lorsqu'il existe plusieurs *Moniezia*, ils sont toujours, à âge égal, de plus petite taille (de 25 à 30 cm à 35 jours pour 3 Cestodes et de 15 à 60 cm à 40 jours pour 4 Cestodes).

4° Il faut tenir compte également de la saison : l'infestation des moutons à partir d'Oribates porteurs de *Cysticercoides* est, dans 44 p. 100 des cas, positive de juillet à novembre. Cette époque correspond à la saison des pluies et au début de la saison sèche.

Par contre, de décembre à juin, aucun passage n'a pu être réalisé.

Les observations faites tant au laboratoire que

sur le terrain coïncident étroitement : le Téniasis ovin, dans la région de Fort-Lamy, est essentiellement une affection d'hivernage qui débute en juillet pour se terminer en janvier de l'année suivante (GRABER et SERVICE, 1964).

Les trois vecteurs actuellement connus dont la biologie est différente (GRUVEL et GRABER, 1967) se relaient pour assurer, à la période la plus favorable, la transmission de la maladie.

5° Après infestation expérimentale, le nombre de moutons hébergeant *Moniezia expansa* est de 20,5 p. 100, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne nationale (tableau n° 3), mais inférieur de 5 p. 100 au pourcentage obtenu dans la région de Fort-Lamy. L'écart ne paraît donc pas très sensible.

### CONCLUSIONS

Plusieurs espèces d'Oribates sont capables, tant dans les conditions naturelles qu'expéri-

TABLEAU N° III

Dimensions des espèces dominantes dans la région de Fort-Lamy  
(d'après Wallwork 1964 et 1965)

	Maximum - Minimum (en µ)	Moyenne (en µ)
<i>Scheloribates perforatus</i> (V)+	104 - 576,8	543,2
<i>Scheloribates fimbriatus africanus</i> (V)	392 - 448	419,9
<i>Scheloribates parvus conglobatus</i>	429 - 492,8	463,2
<i>Unguizetes reticulatus</i> (V)	770,4 - 812,2	799,5
<i>Galumna baloghi</i>	364 - 380,8	370,7
<i>Allogalumna pellucida</i>	mâle 296,8 - 324,8	310,8
	femelle 324,8 - 336	330,4

+ (V) = vecteurs de *Moniezia expansa*.

TABLEAU N° IV

Nombre de moutons porteurs de *Moniezia expansa*

	Nombre d'animaux examinés	Nombre d'animaux porteurs de <i>Moniezia expansa</i>	Pourcentage d'infestation
Totalité du Tchad (1954 - 1969)	5.567	980	17,6 p.100
Fort-Lamy	3.062	783	25,5 p.100
Infestations expérimentales	39	8	20,5 p.100

mentales, de transmettre au mouton *Moniezia expansa*. Dans la région de Fort-Lamy, ce sont *Unguizetes reticulatus* (WALLWORK, 1965), *Schelorbates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964) et *Schelorbates perforatus* (WALLWORK, 1964).

Le nombre d'Acariens porteurs de Cysticercoïdes est peu élevé et ne semble pas dépasser

1 p. 1.000. Il en est de même pour les Cestodes recueillis dans l'intestin à l'autopsie.

Au laboratoire, l'époque la plus favorable à l'infestation des animaux d'expérience va de juillet à novembre ; le Téniasis ovin est donc une affection de saison des pluies et de début de saison sèche, ce qui confirme les résultats des enquêtes helminthologiques préliminaires.

### SUMMARY

#### Oribates as vectors of *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810) of sheep in the Fort-Lamy area

At once, the authors give some informations about the breeding of some Oribates species in the laboratory. Then, they indicate that in the Fort-Lamy area, *Unguizete reticulatus* (WALLWORK, 1965), *Schelorbates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964) and *Schelorbatus perforatus* (WALLWORK, 1964) can propagate to previously treated sheep one of the more frequent cestode of Central Africa *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810).

### RESUMEN

#### Oribatos vectores de *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810) de la oveja en la region de Fort-Lamy

Los autores dan algunas informaciones sobre la crianza de ciertas especies de Oribatos en el Laboratorio. Luego, señalan que, en la región de Fort-Lamy, *Unguizetes reticulatus* (WALLWORK, 1965), *Schelorbates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964) y *Schelorbates perforatus* (WALLWORK, 1964) pueden transmitir a las ovejas previamente deparasitadas uno de los cestodos más frecuentes en Africa central : *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810).

### BIBLIOGRAPHIE

- EUZEBY (J.). — Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. T. II. Maladies dues aux Plathelminthes. Fasc. I. Cestodoses. Vigot Frères, Paris, 1966, 663 p.
- GRABER (M.) et GRUVEL (J.). — Note préliminaire concernant la transmission de *Stilesia globipunctata* (RIVOLTA, 1874) du mouton par divers Acariens Oribates. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1964, 17, 3, 467-76.
- GRABER (M.) et SERVICE (J.). — Le Téniasis des bovins et des ovins de la République du Tchad. Quelques données épidémiologiques concernant les zones sahéliennes. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1964, 17, 3, 491-521.
- GRABER (M.). — Helminthes et Helminthiases faisant obstacle à l'amélioration de la production ovine en République du Tchad. Monographie 1965, 158 p.
- GRABER (M.) et GRUVEL (J.). — Les vecteurs de *Stilesia globipunctata* (RIVOLTA, 1874) du mouton. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1967, 20, 2, 261-71.
- GRABER (M.). — Helminthes et Helminthiases. Bilan d'activité. *Rap. Ann.*, 1967. Laboratoire de Farcha, t. III, 1968, 192 p.

- GRABER (M.). — A propos du pouvoir anthelminthique du N-(2'-Chloro-4' nitrophenyl)-5 Chlorosalicylamide. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1969 (à paraître).
- GRUVEL (J.) et GRABER (M.). — Récolte et mise en élevage d'Acariens oribates dans les conditions tchadiennes. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1964, 17, 3, 575-81.
- GRUVEL (J.) et GRABER (M.). — Premières remarques écologiques concernant quelques espèces d'Oribates au Tchad. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1967, 20, 3, 457-73.
- KASSAI (T.) et MAHUNKA (S.). — Studies on tapeworms in ruminants II. Oribatides as intermediate hosts of *Moniezia* species. *Acta Vet. Hung.*, 1965, 15, 2, 227-49.
- MOREL (P.). — Les Cestodes du mouton. Thèse vétérinaire, Paris, 1953, 93 p.
- SPASSKI (A. A.). — Essentials of Cestodology. Vol. I. Anoplocephalate tapeworms of domestic and wild animals. Moscou, 1951.
- STUNKARD (H. IU). — The life-cycle of *Moniezia expansa*. *Science*, 1937, 86, 312.
- WALLWORK (Y. A.). — Some oribatei (*Acari* : *Cryptostigmata*) from Tchad (1st. Series). *Rev. zool. Bot. Afr.*, 1964, 70, 3/4, 353-85.
- WALLWORK (J. A.). — Some Oribatei (*Acari* : *Cryptostigmata*) from Tchad (2nd Series). *Rev. zool. Bot. Afr.*, 1965, 72, 1/2, 83-108.

# L'engraissement des zébus dans la région de Tananarive selon la technique du « bœuf de fosse »

par H. SERRES

## RÉSUMÉ

Aux environs de Tananarive, on engraisse des zébus maigres en les plaçant dans des « fosses » creusées à flanc de pente autour des villages. De décembre à mars les animaux sont nourris d'herbe, ensuite de mars à juillet de repousses de riz, feuilles de patates et manioc. Les animaux deviennent très gras avec un rendement en carcasses atteignant 65 p. 100. Cette activité associée à la riziculture devrait être multipliée, mais il semble que l'exiguïté des propriétés soit, dans la région considérée, un facteur limitant.

Les abattoirs de Tananarive utilisent des bovins qui proviennent pour la plupart des régions de l'Ouest de l'île. Ces animaux arrivent à pied à la capitale dans un état médiocre d'embonpoint. Comme il existe une clientèle pour de la viande grasse et même très grasse, une activité s'est développée de façon traditionnelle dans les villages qui entourent la ville de Tananarive, à plusieurs dizaines de kilomètres à la ronde. Les paysans engraisent des bœufs achetés maigres selon une technique qui est dite du « bœuf de fosse ». La plupart de ceux qui ont écrit sur l'élevage bovin à Madagascar en ont fait mention, mais il n'existe à notre connaissance aucun document précis sur ce mode d'élevage. Devant l'importance économique de la question, nous avons essayé de donner quelques chiffres et de lever un tant soit peu le mystère qui entoure le bœuf de fosse. A vrai dire ce ne fut pas chose facile car les paysans se livrent peu. Pendant une année entière nous avons localisé notre enquête sur le village d'Ampahimanga, situé à l'Est de Tananarive et voisin du marché d'Ambatomanga où se vendent chaque année de beaux spécimens.

Progressivement nous avons pu gagner suffisamment la confiance des éleveurs pour obtenir des précisions que nous allons décrire ci-après et nous verrons que la pratique procède d'une expérience solidement fondée.

## L'ACHAT DES ANIMAUX

Les animaux sont achetés de façon générale à la fin de la saison sèche, en octobre. Le choix n'en est nullement indifférent. Des marchands de bétail spécialisés vont acheter des bêtes au grand marché d'Ambalavao situé à la limite Sud des hauts plateaux et les amènent dans la région de Tananarive où les paysans les rachètent. Les animaux les plus estimés proviennent des régions Sud de Madagascar et notamment de l'Androy.

On recherche des animaux âgés, ayant terminé leur croissance et parfois même très âgés : entre 8 et 12 ans en règle générale. Les grandes carcasses sont les plus prisées. De même, on recherche les animaux ayant au plus haut degré des caractères de finesse : tête légère avec un mufle petit et des lèvres fines formant un museau

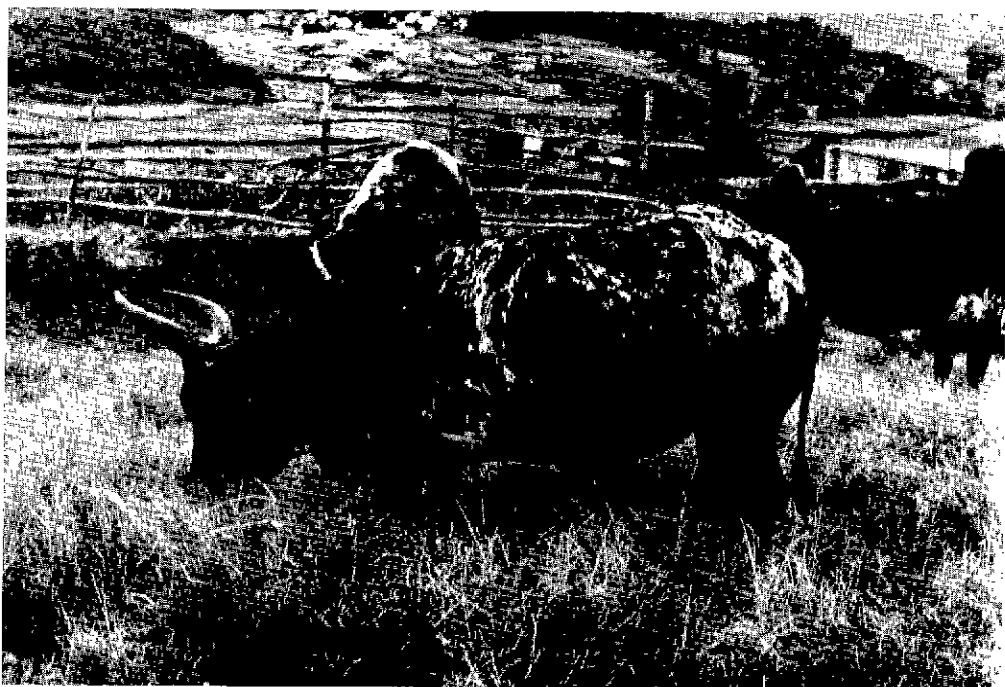


Photo n° 1. — Bœuf de fosse de petit format — Taille au garrot 123 cm. Poids 430 kg.

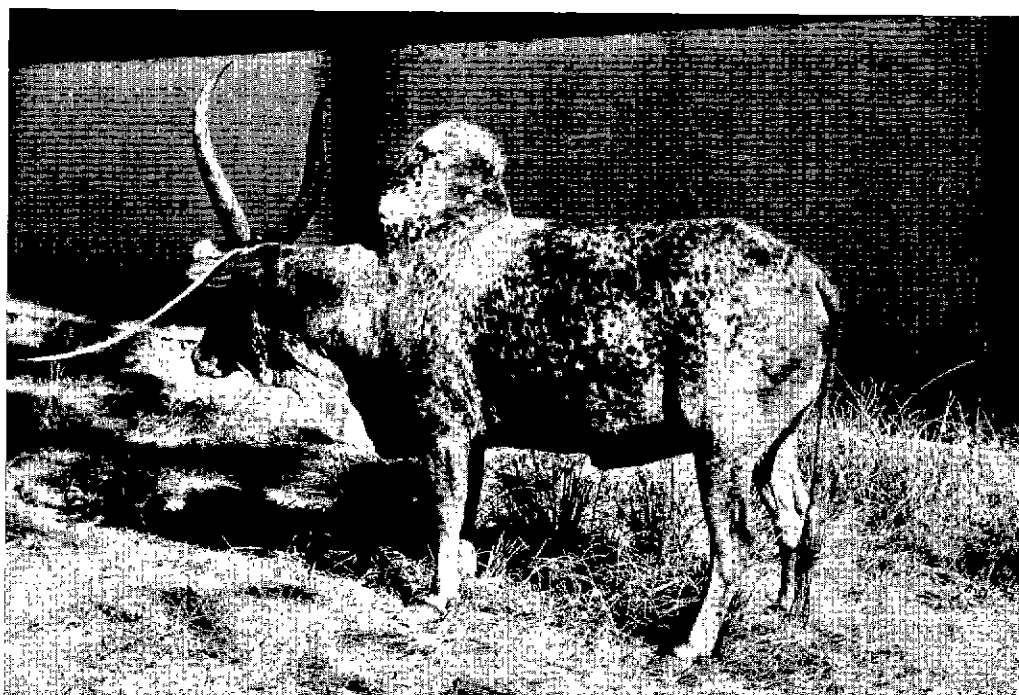


Photo n° 2. — Bœuf de fosse de format moyen — Taille au garrot 127 cm. Poids 450 kg —  
Noter la finesse générale du squelette.



Photo n° 3. — Bœuf de fosse de grand format — Taille au garrot 133 cm  
Animal très long et profond. Poids 500 kg.

pointu ; cornes longues et effilées, membres fins, queue longue et fine.

L'état de bonne santé des animaux est jugé en les faisant courir le long d'une côte. Au sommet, ceux qui toussent ou qui soufflent anormalement sont éliminés. Nous avons pu avoir la certitude que ce procédé était efficace.

Au sujet du choix du bétail on peut déjà faire quelques commentaires : les animaux âgés ont un squelette déjà élaboré et leurs besoins phosphocalciques sont limités, ce qui favorisera l'opération dans un milieu très pauvre en calcium.

On sait, zootechniquement parlant, que les animaux fins ont corrélativement plus d'aptitude à faire de la graisse que les autres : le choix traditionnel se trouve donc en accord avec nos connaissances techniques pour le but recherché.

L'origine des animaux est aussi à commenter.

L'extrême Sud de Madagascar est la région où la pluviométrie est la moins abondante et où la saison sèche est la plus longue. Les animaux s'y sont donc adaptés par sélection naturelle à profiter au maximum de la courte saison favorable pour mettre rapidement en réserve le

maximum d'énergie pour passer la longue période défavorable. Cette aptitude est mise à profit pour obtenir un bon engraissement.

### TECHNIQUE DE L'ENGRASSEMENT DU BŒUF DE FOSSE

*Période préliminaire* : les bœufs récemment achetés sont d'abord utilisés au mois de novembre pour le piétinement des rizières qui remplace le hersage. Les animaux effectuent ce travail sans autre alimentation que le pâturage naturel. Ils maigrissent et se fatiguent. Les paysans y voient un double intérêt : d'abord l'utilisation pour un travail qui se fait seulement une fois l'an pendant une quinzaine de jours, ensuite la fatigue des animaux qui rend leur adaptation plus facile à la claustration et va accroître leur appétit dans les jours suivants.

#### Période d'engraissement

Le bœuf est mis dans une fosse où il séjournera pendant toute la durée de son engraissement.

Photo n° 4 — Rœuf dans sa fosse.



Photo n° 5. — Carcasse de bœuf de fosse : couverture très épaisse.





### A) Description d'une fosse.

Elle est creusée au flanc d'une pente, ce qui, du côté inférieur, permet un accès plus ou moins facile pour l'entrée et la sortie du bœuf. Les fosses, distribuées autour du village, sont généralement situées sur une pente orientée à l'Ouest afin que les animaux soient à l'abri de l'alizé qui souffle du Sud-Est et bien ensoleillés depuis le milieu de la matinée jusqu'au soir, alors que le soleil est chaud. A cause de cet ensoleillement, jugé nécessaire, les fosses ne sont jamais couvertes malgré les pluies diluviennes.

Leurs dimensions sont variables, mais souvent le bœuf dispose d'une vingtaine de mètres carrés selon un rectangle plus ou moins régulier. Il arrive que des fosses plus grandes soient divisées par une barrière et reçoivent deux bœufs. Chaque bœuf est toujours isolé pour éviter que l'un n'empêche l'autre de manger.

Le sol de la fosse a une pente assez accusée de manière à ce que l'eau de pluie puisse s'écouler après avoir lavé la litière du bœuf. Elle est d'ailleurs utilisée en dessous de la fosse pour la fertilisation du champ de patates douces que nous retrouverons plus loin.

Les fosses sont plus ou moins complètement équipées. Les plus raffinées disposent d'un « bloc d'alimentation » très étudié. Il est essentiellement constitué par une mangeoire en pierre, toujours située en hauteur et à laquelle l'animal ne peut accéder qu'en plaçant les antérieurs sur une marche. Un cornadis fait de deux pierres plates placées verticalement isole la tête du bœuf lorsqu'il mange. Au-dessus de la mangeoire se trouve une plate-forme accessible au paysan par le bord supérieur de la fosse, où sont placés les aliments que l'on va distribuer par fractions au bœuf.

Après de la marche donnant accès à la mangeoire est placé un abreuvoir monolithique rond, dans lequel l'eau est renouvelée depuis le haut.

L'ensemble « bloc d'alimentation » est couvert en chaume de manière à ce que les aliments ne soient pas endommagés par les intempéries.

Dans toutes les fosses, la mangeoire est en position élevée pour obliger le bœuf à se nourrir tête haute. Les raisons données par les paysans sont diverses et peu convaincantes : entre autres faciliter la déglutition. Il faut remarquer que le

système, surtout lorsqu'il est pourvu d'un cornadis, est parfaitement adapté à la lutte contre le gaspillage. Le bœuf ne peut faire de grands mouvements de tête qui projettent toujours des aliments hors de la mangeoire. On peut penser ensuite que le fait de répéter l'ascension vers la mangeoire favorise une musculature de l'arrière-train. On remarque, en effet, que les bœufs de fosse ont tous une fesse très rebondie que le zébu d'herbe ne présente jamais.

A la partie postérieure de la fosse se trouve la porte qui permet à l'animal de sortir en empruntant une sorte de couloir ou d'escalier. Cette issue est toujours soigneusement barricadée avec des branchages entremêlés. Une fois en fosse, le bœuf n'en sort plus que pour la vente : il est donc inutile que la porte soit mobile, et le propriétaire souhaite même le contraire pour éviter un vol.

### B) Alimentation du bœuf de fosse.

Le bœuf qui vient d'être enfermé n'est pas habitué à recevoir une nourriture intensive non pâturée. Il y a une période d'adaptation qui dure environ un mois. On donne d'abord de la paille de riz au bœuf, puis de l'herbe coupée qu'il consomme de plus en plus volontiers. Lorsqu'il y est habitué on ne lui donne plus que de l'herbe. Cette herbe de début de saison des pluies est coupée sur les talus, les bas de pentes, les diguettes de rizières. Elle est mise en bottes et transportée au village, sur la tête, en ballots d'environ 20 kg chacun.

Les plantes qui composent cette herbe fine sont dominées par :

*Cynodon dactylon*  
*Setaria pallidifusca*  
*Digitaria horizontalis*

S'y mêlent un peu de petit riz poussant sur les diguettes et quelques autres graminées sans importance pondérale.

A cette herbe très humide (85 p. 100 d'eau), on ne peut attribuer plus de 0,12 Unité fourragère au kg. Par contre, sa teneur en matière azotée est élevée, l'analyse donne 2,4 p. 100 sur produit frais soit 16 p. 100 sur la matière sèche.

On arrive à faire manger au bœuf 60 kg de cette herbe chaque jour, ce qui donne le bilan suivant :

7 Unités fourragères  
 9 kg de matière sèche  
 1.440 g de matière azotée brute  
 MAB/U. F. 200 g.

On se trouve donc en présence d'une ration abondante sur le plan énergétique et riche en matières azotées brutes ainsi qu'en carotènes.

Les animaux qui n'arrivent pas à développer leur appétit pour consommer une ration de cet ordre sont éliminés et revendus.

Ce type d'alimentation se poursuit pendant les mois de janvier, février et mars qui sont pluvieux.

Pendant cette période, les animaux prennent des formes, un poil brillant, se musclent, mais on ne distingue pas d'hypertrophie des tissus graisseux.

Le premier tournant se situe en fin mars. Les premiers riz ont été récoltés en février et l'on va disposer des repousses de riz qui vont participer de plus en plus à l'alimentation du bœuf. Vers la même époque se prépare la récolte des arachides. Quelques jours avant celle-ci, les fanes encore très vertes sont coupées pour être distribuées au bœuf qui reçoit encore de l'herbe fine. Pendant un certain temps on va trouver une ration d'environ 60 kg qui est composée par tiers d'herbe fine qui n'est plus aussi riche en matières azotées que précédemment car elle a mûri, et où l'on rencontre, en plus des plantes précitées, quelques cypéracées fines et quelques composées ; par tiers de fanes d'arachides et par tiers de jeunes repousses de riz qui sont à ce moment-là riches en matières azotées. De sorte que le bilan nutritionnel est peu modifié par rapport au précédent. Mais cela ne dure pas : les fanes d'arachides s'épuisent et les repousses de riz évoluent en perdant de leur valeur azotée.

Au mois d'avril, commence la période d'engraisement avec l'apparition du manioc dans la ration. Les herbes fines sont épuisées. On rencontre des rations du type suivant :

Repousses de riz .....	30 kg
Feuilles et lianes de patates .....	10 kg
Manioc vert .....	5 kg

Ce qui donne une ration d'environ 7 U. F. mais avec un peu moins de matière sèche (8 kg environ) et surtout beaucoup moins de matière

azotée, le rapport MAB/U. F. passant aux environs de 100 g.

Les feuilles de patates sont coupées dans les champs qui se trouvent en dessous des fosses et qui ont bénéficié de l'apport des purins. De façon générale, les feuilles et lianes de patates sont distribuées fraîches, mais il arrive parfois que les bœufs les apprécient mieux après un préfanage. De toute manière, la quantité distribuée reste la même, à l'humidité près.

Des feuilles de manioc sont mélangées aux lianes de patates en quantité variable mais en général faible. Ces feuilles sont riches en azote.

Le manioc est arraché chaque jour et distribué frais aux animaux, de préférence le soir, la verdure étant donnée dans la journée en plusieurs fois.

En mai, juin, juillet, se développe l'engraisement proprement dit, caractérisé par l'augmentation des distributions journalières de manioc frais.

Nous avons relevé les distributions journalières suivantes :

Manioc .....	10 kg
Repousses de riz .....	15 kg
Feuilles et lianes de patates.....	15 kg

Les repousses de riz sont alors jaunissantes et celluloses à cause du froid, leur teneur azotée est diminuée fortement. Les feuilles de patates, par contre, conservent un aspect et une composition assez constants.

Parfois les paysans arrivent à trouver et distribuent une petite quantité d'herbe grossière où l'on note *Hyparrhenia rufa* et *Panicum maximum* coupés sur les pentes autour des villages.

On note alors des refus dans les aliments distribués au bœuf, et ce sont surtout les repousses de riz qui sont délaissées.

Les rations sont d'environ 8 U. F. par jour avec 9 kg de matière sèche mais la matière azotée devient de plus en plus basse et se situe en dessous de 50 g de matières azotées brutes par Unité fourragère.

Au cours de cette période, où l'alimentation est surtout énergétique, les tissus gras de l'animal s'hypertrophient. La bosse prend un volume considérable mais demeure néanmoins dressée. Elle déborde sur les épaules et sur l'encolure. A la marche, elle dodeline au rythme des pas. Le tronc devient cylindrique et empâté, la fesse

prend un profil très convexe et une masse grasseuse s'accumule au périnée sur les animaux extra gras. Les caractères de finesse de la tête, de l'encolure et des membres n'en deviennent que plus accusés.

En fin juillet, les animaux sont au maximum d'engraissement. A ce moment-là il n'y a plus d'herbe, plus de feuilles de patates, les repousses de riz sont pailleuses et il ne reste que du manioc, insuffisant pour assurer l'équilibre de la ration.

### Commentaires sur l'alimentation

L'alimentation qui est distribuée aux bœufs dès qu'ils sont habitués contient une quantité élevée d'énergie : 7 U. F. Pour un animal de 350 kg, bientôt 400 kg, elle laisse pour l'engraissement un disponible voisin de 4 U. F. par jour qui doivent pouvoir procurer 700 g de gain, si compte tenu de l'âge avancé des animaux, on estime à 5,5 U. F. le kg de gain (Sauf en fin d'engraissement où le dépôt de graisse est plus onéreux).

Au cours de l'engraissement terminal, ce niveau énergétique tend à s'élever (8 U. F.) par apport de manioc, ce qui est rationnel.

L'apport de manioc dans les derniers mois abaisse l'encombrement de la ration et les réservoirs digestifs diminuent d'importance. Cela contribue à l'obtention d'excellents rendements en carcasses.

Les rations ont, au cours du début de l'engraissement, une teneur en matière azotée élevée qui permet un accroissement musculaire ; cette matière azotée diminue progressivement et cela est également rationnel.

La seule ombre au tableau est l'insuffisance en minéraux qui sans doute est l'un des facteurs imposant l'emploi d'animaux adultes.

### PERFORMANCES D'ENGRASSEMENT

Nous avons eu davantage de difficultés pour peser des animaux que pour contrôler la nourriture qui leur est distribuée. Les propriétaires refusent d'amener les animaux à la bascule.

Nous avons réussi à peser 8 animaux au moment où, après le piétinage des rizières, ils allaient être mis dans les fosses à leur poids le plus bas. Nous donnerons ci-après leur poids et leur taille au garrot.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Poids (kg) ..	317	339	309	287	319	285	328	299
Taille (cm) .	127	129	119	123	129	127	132	127

De ces quelques chiffres on peut tirer que les animaux les plus grands sont les plus lourds (Nos 2, 5, 7). Si on considère que la taille moyenne au garrot du zébu malgache est de 125 cm, on remarque que six sur huit animaux sont au-dessus. Ces chiffres, insuffisants, matérialisent quand même l'attrait des engraisseurs pour les animaux de grand format quand ils ont les moyens de les acheter.

Nous avons pu examiner les bœufs en fin d'engraissement au marché d'Ambatomanga qui se tient au début de juillet et où 150 bœufs gras étaient présentés. Il nous a été impossible de passer à la bascule les animaux autres que ceux que nous avons achetés. Deux animaux choisis au-dessus de la moyenne pesaient 465 et 450 kg.

Ces deux animaux nous ont servi de terme de comparaison pour l'appréciation de l'ensemble du bétail. On doit d'ailleurs distinguer selon deux critères : l'état d'engraissement et le poids.

Il semble que le quart environ des animaux puisse être qualifié d'« extra gras » : bosse énorme et débordant en bourrelet à l'avant et sur les côtés, peau du tronc tendue par une graisse de couverture épaisse qui cache toutes les formes musculaires dorsales, accumulation de graisse périnéale.

Plus de la moitié des animaux sont « très gras » : bosse très volumineuse mais peu ou pas débordante, peau dorsale moins tendue, graisse périnéale peu abondante.

Quelques animaux sont simplement « gras », en très bon état, avec une belle bosse mais sans véritable hypertrophie des tissus graisseux.

Quant au poids, il est fonction de l'état d'engraissement mais plus encore de la taille des individus.

Les animaux « extra gras » se situent entre 430 et 480 kg. Quelques bœufs exceptionnels atteignent ou dépassent 500 kg. Ils sont rares et ce sont des animaux remarquables par leur stature avec une taille au garrot approchant 135 cm et un corps long et profond.

Les animaux « très gras » sont un peu plus légers mais assez peu : de 420 à 470 kg. Enfin,

les animaux seulement « gras » pèsent de 380 à 430 kg.

Il semble que la plupart des bœufs de fosse soient capables de prendre entre 100 et 120 kg en 200 jours, soit de 500 à 600 g par jour. Quelques animaux exceptionnels peuvent avoir des performances légèrement supérieures. A l'inverse nous devons signaler un certain déchet : après quelques semaines en fosse, si un animal ne développe pas l'appétit lui permettant de consommer près des 7 U. F. requises chaque jour, il est éliminé et revendu. Cela peut se produire pour un animal sur dix, voire plus.

L'indice de consommation moyen en U. F. par kg de gain se situe entre 13 et 14.

## ÉTUDE DES CARCASSES

Au marché d'Ambatomanga nous avons acheté deux bœufs que nous avons abattus et dont la découpe a été faite avec la collaboration de J. GILIBERT et TARDIF J.

Le bœuf n° 1 représentait la catégorie « très gras » le bœuf n° 2 la catégorie « extra gras » :

Le bœuf n° 1 avait 129 cm au garrot ;

Le bœuf n° 2 avait 127 cm au garrot.

Les résultats de la découpe sont rassemblés au tableau I.

Les deux animaux étaient très couverts de graisse, de façon un peu plus épaisse pour le

TABEAU N° I

	Boeuf N° 1	Boeuf N° 2
Poids vif la veille	463 Kg	445 Kg
Poids vif avant abattage (jeune de 24 h)	436,8 "	432,6 "
Poids vif vide	404,3 "	402,1 "
Carcasse chaude	272,7 "	275,5 "
Rendement sur poids vif la veille	58,8 p.100	61,6 p.100
Rendement sur poids vif avant abattage	62,4 "	65,0 "
Rendement sur poids vif vide	67,4 "	68,5 "
Longueur	127	123
Épaisseur cuisse	28,5	27,5
Gras rognon	5,890 Kg	6,520 Kg
Indice compacité (Poids carcasse/ longueur)	2,14	2,24
Indice de gras (Poids gras rognon/ carcasse pourcentage)	2,1	2,3
Bosse	16,5 Kg	17,5 Kg
	Découpe	
Avant (avec bosse) (5 côtes)	113,7 Kg 41,6p.100	111,0 Kg 40,6p.100
Arrière (avec queue)	159,0 " 58,4 "	164,5 " 59,4 "
2 filets	4,7 "	4,6 "
2 alcyaux (à 2 côtes)	14,5 "	14,8 "
2 trains de côtes	12,3 "	11,3 "
2 rumsteaks	18,0 "	20,1 "
2 cuisses complètes	58,8 "	57,8 "
	Annexe	
Sang	14,0 Kg	12,0 Kg
Peau	24,1 "	22,5 "
Tête	18 "	20,5 "
		(très grandes cornes)

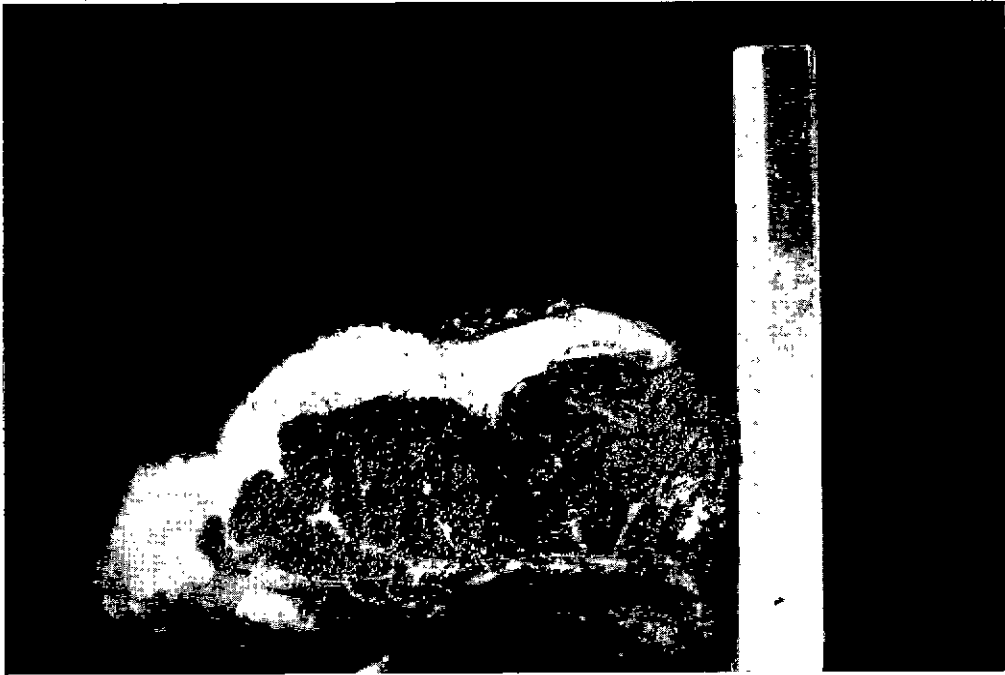


Photo n° 6. — Coupe du long dorsal — Graisse d'infiltration intramusculaire importante et couverture très épaisse.

n° 2. Pour le consommateur et le boucher européens elle est en excès. L'infiltration grasseuse intramusculaire est importante.

Si l'on compare les deux carcasses, on remarque que l'extra gras a une bosse et un gras de rognons plus lourds, un rendement en carcasse plus élevé. A souligner qu'il atteint 65 p. 100 sur poids vif avant abattage. La proportion de l'arrière par rapport à l'avant est plus favorable.

Nous devons dire ici un mot des prix : le bœuf n° 1 a été payé 29.000 Fmg, et le n° 2 36.000 Fmg (après marchandage serré).

Ce qui donne sur pied :

80 Fmg le kg pour l'extra gras.

63,5 Fmg le kg pour le très gras.

Si l'on compare ces prix avec les résultats de l'abattage, on ne peut s'empêcher de remarquer que la différence de l'état de gras est payée bien cher ; elle ne peut s'expliquer que par un attrait traditionnel très fort pour la viande grasse au maximum.

#### APERÇU ÉCONOMIQUE

Le bœuf coûte à l'achat entre 15.000 et 20.000 Fmg suivant son format. Quelques animaux

très grands et très prometteurs peuvent coûter jusqu'à 24.000 F mais de façon très exceptionnelle.

On peut tabler sur un prix d'achat moyen de 18.000 Fmg, prix élevé pour des animaux maigres et qui ne se justifie que par leur origine lointaine et une succession d'intermédiaires.

La moyenne des prix de vente ne dépasse pas beaucoup 30.000 Fmg. Le bénéfice réalisé se situe aux environs de 12.000 Fmg avec une variation en plus ou en moins selon que l'animal aura été bon ou médiocre (Nous avons vu le cas d'un animal acheté 20.000 et revendu 40.000).

Pour ce gain, il faut considérer que l'entretien d'un bœuf demande au moins deux heures de travail par jour pour couper l'herbe, les repousses de riz, cultiver le manioc et le récolter, etc. Cela fait qu'un foyer engraisse en général un bœuf. Si le foyer a de grands enfants qui peuvent aider on engraisse alors deux bœufs. A souligner que ce travail est fait par les hommes.

A raison de 500 h de travail par bœuf la rémunération horaire se situe aux environs de 25 Fmg avec toujours une variation en plus ou en moins.

On peut comparer ce chiffre avec celui du SMIG agricole de la région qui est de 16 Fmg/h.

Au bénéfice réalisé par la revente du bœuf engraisé il ne faut pas omettre d'ajouter la valeur du fumier qui s'est accumulé dans la fosse sur une épaisseur pouvant atteindre 80 cm voire 1 m à la partie postérieure de la fosse. La quantité de ce fumier peut être de 3 à 5 t ; il sera épandu sur les champs de manioc pour partie, mais également dans la rizière.

Le fumier apporte dans ces derniers cas une recette supplémentaire difficile à chiffrer. On peut néanmoins signaler qu'en banlieue de Tananarive le fumier se vend de 1 Fmg à 1,5 Fmg le kg.

Le purin des fosses engraisse les champs de patates dont les feuilles vont au bœuf mais les tubercules au paysan.

Une étude plus serrée des temps de travaux et de l'importance du fumier permettrait de préciser les termes économiques de l'engraissement des bœufs de fosse.

## DISCUSSION

L'engraissement traditionnel des bœufs en fosse procède d'une expérience très affinée qui, par beaucoup de points, est parfaitement logique dans le cadre où elle se déroule. Il ne faut pas oublier que l'activité fondamentale du paysan est la riziculture à laquelle sont réservées toutes les terres pouvant être mises en eau.

Les bœufs servent au piétinage de la rizière et à la fumure. La rizière rend au bœuf les repousses de riz (d'ailleurs très peu denses : 1,5 t à l'ha). Le paysan utilise les herbes de colluvions et de diguettes que la nature fait pousser pendant les pluies, puis les fanes d'arachides et les feuilles et lianes de patates cultivées pour la consommation. La seule culture vraiment faite pour le bœuf est le manioc. Il n'y a aucun mystère dans l'alimentation des bœufs de fosse : les paysans donnent à l'animal ce dont ils disposent

au fur et à mesure que la saison avance. Cela implique que des variations soient possibles avec les régions si les disponibles eux-mêmes varient.

L'anomalie réside en ce que cette activité est interrompue une partie de l'année, faute d'aliments pour le bétail, alors même que le paysan n'est pas occupé par la riziculture. Des solutions se présentent à l'esprit telles que les fourrages à contre-saison, la création de réserves fourragères entre autres, pour permettre au paysan d'engraisser un deuxième bœuf dans l'année.

Avant d'être totalement affirmatif sur une méthode, il convient d'examiner toutes ses conséquences sur les autres activités du paysan et notamment la riziculture, secteur prioritaire dans la tradition.

Il ne faudra pas omettre d'examiner également les surfaces disponibles pour la culture du manioc. A première vue il semble que nombreux sont les propriétaires dans cette région qui ne disposeraient pas d'assez de terres aptes à la culture du manioc pour permettre l'engraissement de deux bœufs.

La finition de deux bœufs serait facilitée si l'engraissement était poussé moins loin et visait à faire des animaux bien finis mais non hyper-gras.

Malheureusement, les prix du marché très élevés, comme nous l'avons vu, pour les animaux très gras, sont un facteur défavorable pour cette évolution.

Si l'accroissement du nombre de bœufs engraisés est vivement souhaitable pour l'approvisionnement de Tananarive dont la population augmente très vite, dans le cadre des exploitations du type de celles d'Ampahimanga, il faut craindre que cela ne soit possible que par une modification profonde des traditions, voire une modification des structures des exploitations.

Il n'en est peut-être pas de même partout ailleurs.

## SUMMARY

### The zebu cattle fattening in the area of Tananarive by the « ox of pit » method

Near Tananarive, lean zebu cattle are fattened being permed in « pits » excavated in the hillsides round the villages. From december to march, the animals are fattened with herb, from march to july with growing again of rice, leaves of sweet potatoes and manioc. The animals become very fats with a carcase yield reaching 65 p. 100. This activity associated with the rice culture

should be intensified, but the small dimensions of the holdings seem to be a limiting factor in this area.

### **RESUMEN**

#### **El engorde de los cebues en la región de Tananarive mediante la técnica del « buey de foso »**

En las cercanías de Tananarive, se engordan los cebues flacos instalándolos en « fosos » excavados en el costado de cuesta alrededor de los pueblos. De diciembre a marzo, se alimentan los animales con hierba, luego, de marzo a julio con rebrotas de arroz, hojas de patatas y mandioca. Los animales se hacen muy gruesos con un rendimiento a la canal llegando a 65 p. 100. Se necesitaría multiplicar dicha ganadería asociada con el cultivo de arroz, pero la exiguidad de las propiedades parece ser un factor limitando en la región considerada.

# Végétaux ligneux et pâturages des savanes de l'Adamaoua au Cameroun

par J. PIOT

## RÉSUMÉ

De graves problèmes d'invasions ligneux sur les pâturages de l'Adamaoua en général rendent d'actualité cette étude des savanes arbustives et arborées qui couvrent le plateau.

L'auteur étudie trois aspects essentiels de cette vaste question.

1° action des feux sur la végétation ligneuse ;

2° rôle de l'intensité de la charge en bétail sur cette même végétation ;

3° valeur pastorale des éléments ligneux des terrains de parcours.

Des conclusions sont données visant à définir une politique des feux en matière forestière, et surtout pastorale et également sont proposées des bases d'aménagement sylvo-pastoral dans l'optique de l'inévitable évolution de l'élevage vers des formes moins extensives.

Si les savanes africaines sont revendiquées à la fois par les forestiers et les éleveurs en ce qui concerne la gestion de leur exploitation extensive, c'est bien parce que leur vocation est souvent difficile à définir. Suivant le type de savane considéré et son utilisation, l'équilibre herbe-ligneux peut se déplacer dans un sens ou dans l'autre. La Station Fourragère de Wakwa a eu pour but dès sa création (1956) d'étudier les actions du parcours et des feux sur la savane.

La présente étude décrit essentiellement le comportement du matériel ligneux ; l'évolution de la végétation herbacée fera l'objet de communications ultérieures.

L'arbre et l'arbuste procurent aux animaux, en période difficile surtout, une partie de leur ration ; il était intéressant d'essayer de la préciser qualitativement et quantitativement.

## A) CONDITIONS NATURELLES DE L'ADAMAOUA

L'Adamaoua est un vaste plateau d'une altitude moyenne de 1.000 à 1.200 m, situé entre les 6° et 8° degrés de latitude Nord (6) (8).

Le climat est du type Soudano-Guinéen montagnard avec 1.600 mm de pluies en 8 mois, et 4-5 mois écologiquement secs.

La température moyenne annuelle est de 23° (maximum et minimum absolus respectivement de 35° en mars et 10° en janvier). Les moyennes mensuelles sont de 32° en mars pour les maximums et 13° en décembre et janvier pour les minimums.

L'humidité relative moyenne est de 75 p. 100 en saison des pluies, 40 p. 100 en saison sèche, et passe par des minimums absolus de l'ordre de 10 p. 100 en février, ce qui a de sérieuses conséquences écologiques.

Géologiquement, l'Adamaoua est constitué par un socle granitique et gneissique avec des placages de grès et surtout de roches volcaniques, basaltiques le plus souvent.

Les sols formés sur ces derniers types de roche mère sont en général nettement plus riches que les autres, surtout sur les derniers épanchements basaltiques qui donnent naissance à un sol foncé peu évolué. Très entaillé par les vallées, parsemé de zones d'épandages des cours d'eau ou de marais, l'Adamaoua possède d'assez vastes



surfaces de sols hydromorphes précieux pour le parcours des troupeaux en saison sèche.

La végétation qui recouvre la plus grande partie du plateau est une formation mixte forêt-graminée de type savane arbustive et arborée à *Daniellia* et *Lophira*.

La liste des autres espèces ligneuses qu'on y rencontre et qui comporte une soixantaine d'espèces est donnée en annexe.

Les vallées et les thalwegs sont occupés en grande partie par des galeries forestières dont la flore ligneuse est très riche, les espèces les plus fréquentes étant :

*Neoboutonia velutina*.  
*Parinari kerstingii*.  
*Sterculia tragacantha*.  
*Syzygium guineense* D. C. guineense.  
*Tricalysia okelensis* var *oblanceolata*.  
*Uapaca togoensis*.  
*Vitex doniana*.

Une liste relativement complète des espèces est donnée en annexe.

La végétation herbacée est essentiellement à base d'*Hyparrhenia* spp avec différents faciès liés à la nature du sol (*Hyparrhenia diplandra* et *Paspalum orbiculare* ou *Hyparrhenia filipendula* et *Loudetia kagerensis*, etc...) ou au type d'exploitation (*Panicum phragmitoides*, *Sporobolus pyramidalis*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* avec *Hyparrhenia rufa*, *Hyparrhenia chrysargyrea* par exemple).

C'est dans ce contexte naturel qu'au moment de la création de la Station Fourragère (1956-57) un programme d'étude d'action des feux et du parcours sur la végétation a été établi ; ce programme est largement exécuté.

## B) EXPÉRIMENTATION ET OBSERVATIONS

La Station de Wakwa située à 1.200 m d'altitude, 7° 17 de latitude Nord et 13° 33 de longitude Est est un échantillon représentatif des sols et de la végétation de l'Adamaoua.

On y rencontre des sols : (voir carte)

- Granitiques pauvres et à faible rétention superficielle pour l'eau.

Les arènes granitiques de bas de pente sont toutefois plus riches.

- Basaltiques rouges ; formés sur basaltes anciens donc relativement évolués et lessivés.

- Basaltiques foncés ; formés sur basaltes récents, ils sont peu évolués et riches. Ils forment les meilleurs pâturages de l'Adamaoua.

Les observations sur la végétation ont été faites dans 17 parcs non dessouchés, qui ont été soumis à des traitements différents faisant intervenir les feux et la charge en bétail. Ainsi, avec les sols ce sont les actions de 3 facteurs de variation qui sont analysées.

## MÉTHODOLOGIE

L'inventaire de la végétation ligneuse imposait un échantillonnage tellement large que, compte tenu de la surface limitée des parcs, il devenait aussi rapide et plus efficace de tout inventorier.

Dans les comptages on distingue les rejets et arbustes (0 à 1,50 m) des arbrisseaux (1,50 m à 3 m) et des arbres (plus de 3 m). En fait, des facteurs subjectifs d'appréciation de la part des agents chargés des inventaires imposent quelques corrections aux résultats bruts du comptage. En particulier pour certains, l'arbre est encore arbrisseau et l'arbuste ne l'est plus et il est difficile d'agir sur ces notions rendues de fait fort subjectives par la variété de port des ligneux. Le comptage des rejets est le plus délicat ; les uns recensent absolument tous les brins, alors que les autres opèrent presque par cépées. Mais toutes ces hypothèses peuvent en fait être assez facilement levées. Par contre, en ce qui concerne la désignation spécifique des éléments ligneux, nous considérons les possibilités d'erreur comme très faibles et limitées aux lapsus linguae ou calami, car les plantes sont parfaitement connues des agents.

Les charges de bétail à l'hectare sont chiffrées en kg de poids vif à l'hectare et la productivité des pâturages en unités fourragères.

## CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Les facteurs de variation sont les suivants :

- Ceux dus au milieu lui-même : les sols.

- Ceux dus à l'intervention de l'expérimentation :

13°33'

I.E.M.V.T.

# Station fourragère de WAKWA

## Carte pédologique

### (556 ha)

Surfaces planimétrées



Mai 1966 - J. Piot

Echelle: 1/10.000

Nm Ng

7°16'

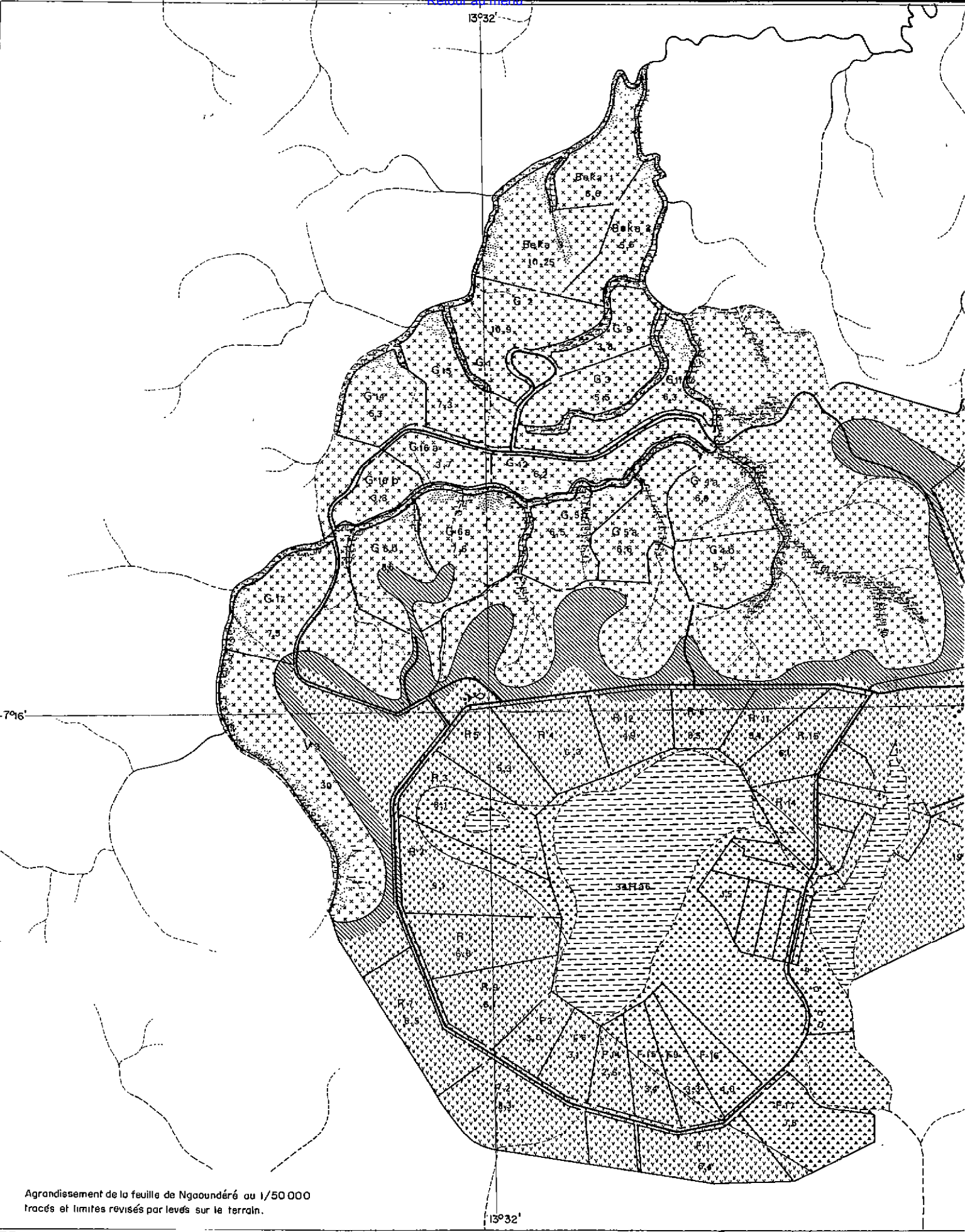
### LEGENDE

-  Zones d'inondation
-  Galeries forestières
-  Sols sur basaltes récents (foncés)
-  Sols sur basaltes anciens (rouges)
-  Sols sur granite
-  Arènes granitiques
-  Latérite de transition
-  R3 8,1 Surface planimétrée

13°33'

13°32'

7°16'



Agrandissement de la feuille de Ngaoundéré au 1/50 000  
tracés et limites révisés par levés sur le terrain.

13°32'

- Charges en bétail.
- Nature des feux soit :
  - absence de feux,
  - feux précoces,
  - feux de pleine saison sèche,
  - feux dits de contre-saison.

## CHARGES

De 1957 à 1962, les charges appliquées aux différents parcs étaient classées en légères, normales, excessives, suivant l'évolution ultérieure des caractéristiques de la végétation et du pâturage.

Les animaux séjournaient en permanence nuit et jour chaque année dans les parcs, de mai à décembre, sauf dans 3 parcs, une saison des pluies sur 3.

De 1962 à 1968 les différents traitements ont été les suivants :

En saison des pluies, le cycle d'utilisation des parcs en rotation par les animaux est de 28 jours environ, la durée de la pâture variant suivant les parcs mais étant si possible au plus égale à 8 jours.

Deux types de charge sont prévus 500 kg/ha et 250 kg/ha.

En saison sèche la charge est amenée à 125 kg/ha sans rotation.

Certains parcs sont utilisés tous les ans, d'autres mis hors pâture pendant 1 an sur 2, 1 an sur 3 ou 4 ans sur 4 ; cette dernière condition étant très semblable à celle des zones de transhumances traditionnelles.

## FEUX

Les types de feux expérimentés sont les suivants :

1° Une absence de feu permanente.

2° Des feux précoces ; ils doivent être définis car les concepts du forestier et de l'éleveur sont quelque peu différents.

Le forestier attend du feu précoce l'élimination, le plus tôt possible, d'un matériel végétal qui serait dangereusement combustible en plein état de siccité pour la végétation ligneuse associée. De là naît une notion de seuil de combustibilité

qui est fondamentale : les seuils étant différents suivant les faciès graminéens et le relief. On peut donc être amené à brûler plusieurs jours de suite dans un même secteur, mais le feu ainsi obtenu est alors aussi peu violent que possible.

Par contre, pour l'éleveur, ce feu doit réduire le couvert arboré et arbustif, mais surtout permettre la repousse et l'exploitation du regain donné par les graminées cespiteuses pérennes. Plus le feu est précoce et plus la repousse sera abondante car elle profite d'une humidité du sol qui ne fera que baisser avec le temps.

3° Des feux de pleine saison sèche :

On attend d'eux un maximum de dommages aux végétaux ligneux et si possible un peu de regain, ce qui pose peu de problèmes jusque fin janvier (sauf en terrain granitique à faible rétention pour l'eau). On veut aussi dans la mesure du possible, éviter de brûler les jeunes feuilles des espèces appelées qui débourent (*Daniellia* par exemple dès mi-janvier).

4° Enfin des feux dits de contre-saison :

Ce sont des feux allumés dès le retour des pluies et essentiellement pour nettoyer les pâturages des refus qui peuvent les encombrer, mais que le bétail aura pu exploiter en partie pendant toute la saison sèche. Expérimentalement, on veut voir si ce feu n'est pas plus efficace contre l'envahissement ligneux que les autres feux, puisqu'il les touche en pleine montée de sève (cette dernière commence 3 ou 4 semaines avant le retour des pluies).

*Utilisation des feux.*

De 1957 à 1962, les parcs étaient brûlés tous les ans à l'un des régimes ci-dessus et cela quelle que soit la densité du couvert herbeux existant laissé par les animaux juste avant la mise à feux.

A partir de 1962 compte tenu des observations déjà faites et l'emploi systématique de la rotation pour exploiter le pâturage, le régime des feux est le suivant :

Dans la série des essais où le cycle d'utilisation est de 4 ans les parcs sont brûlés 3 ans de suite soit précocement, soit en pleine saison sèche, soit en contre-saison ; d'autres sont brûlés 2 années de suite en contre-saison (début de saison des pluies) et la 3<sup>e</sup> année en pleine saison sèche.

Ces parcs sont utilisés comme pâturage la

TABLEAU N° I  
Résultats globaux de comptage.

Parcs	Surface (ha)	P e r i o d e				Nombre de rejets ou arbrisseaux à l'ha			Nombre d'arbustes à l'ha			Nombre d'arbres à l'ha			T o t a l		
		1957 - 1964		1964 - 1968		Après 5 ans	Après 10 ans	Après 5 ans	Après 10 ans	Après 5 ans	Après 10 ans	Après 5 ans	Après 10 ans	Après 5 ans	Après 10 ans	Après 5 ans	Après 10 ans
		Charge de saison des pluies	Feu	Charge de saison des pluies	Feu												
G 1	4,7	légère	précoce	normale, différé 3 ans sur 4	précoce	1 390	1 845	2 060	116	950	1 030	26,3	53	4 776	8 890	9 793	
G 2	6,2	légère	pleine saison sèche	normale, différé 3 ans sur 4	précoce	1 180	1 430	1 562	69	590	618	7,3	20	6 056	9 868	10 587	
G 3	5,5	normale	précoce	légère, différé 1 an sur 2	contre saison	1 100	1 090	2 580	121	730	872	27	48	4 711	7 053	13 113	
G 4	11,7	normale	pleine saison sèche	normale, différé 1 an sur 2 ou 3 ans sur 4	précoce	740	1 400	1 540	71,5	650	386	8,8	0	11 950	30 787	28 029	
G 5	13,1	normale	absence de feu	normale	absence de feu	1 100	2 270	1 960	91,5	587	1 110	12,1	26,5	12 705	30 230	32 667	
G 6	16,2	normale différé 1 an sur 3	précoce	normale, différé 1 an sur 2 ou 3 ans sur 3	précoce et contre saison	1 000	1 680	2 200	94	840	480	19	38	16 901	39 529	41 111	
G 9	3,80	surchargé	pleine saison sèche	légère, différé 1 an sur 2	précoce	1 030	2 310	3 275	194	1 230	1 290	12	49	4 108	11 916	16 883	
R 1	6,6	légère	précoce	normale, différé 3 ans sur 4	pleine saison sèche	885	490	400	44	375	281	3	29,6	6 452	6 197	4 720	

TABLEAU N° I  
Résultats globaux de comptage (suite)

R 2	9,10	légère	pleine saison sèche	normale, différé 3 ans sur 4	pleine saison sèche	570	450	258	14	78	90	7	13,25	6,1	4 837	4 436	2 884
R 3	8,1	normale	précoce	normale, différé 3 ans sur 4	pleine saison sèche	660	197	700	17,2	170	175	10	14,6	8	5 584	3 081	7 137
R 4	6,30	normale	pleine saison sèche	normale, différé 3 ans sur 4	contre saison	1 000	720	450	16,5	555	318	0	1,75	1	6 368	8 037	4 974
R 5	5,3	normale	absence de feu	normale	absence de feu	732	998	1 075	4	15	29,4	0,9	1	1,7	3 484	4 753	5 230
R 6	3,50	normale, différé 1 an sur 3	précoce	normale, différé 1 an sur 3	précoce	855	910	860	62	477	925	4,75	9,25	1,4	3 294	4 979	6 354
R 9	6,10	surchargés	pleine saison sèche	normale, différé 1 an sur 2	pleine saison sèche	1 175	255	400	61,5	276	360	3,7	20,8	4	6 668	2 963	4 094
F 3	3,0	normale	précoce	normale, différé 1 an sur 2	pleine saison sèche	785	202	193	36,2	148	78	3,2	7,8	4	2 318	1 009	775
F 6	3,1	normale, différé 1 an sur 3	précoce	normale, différé 1 an sur 3	pleine saison sèche	600	490	515	34	232	206	0,3	5,7	4	1 776	2 040	2 041
F 9	3,30	surchargé	pleine saison sèche	normale, différé 3 ans sur 4	précoce	690	460	640	29	330	228	2,3	23,2	5,2	2 434	2 724	3 013

La lettre G désigne les parcs sur terrains granitiques ;  
 " R désigne les parcs sur terrains basaltiques rouges ;  
 " F désigne les parcs sur terrains basaltiques foncés.

quatrième année quels que soient les traitements effectués par le feu.

Dans les autres séries où le cycle est de 2 ou 3 ans, les mêmes types de feux sont appliqués comme précédemment après la ou les saisons des pluies qui suivent celle pendant laquelle le parc a été pâturé.

Le protocole d'emploi des feux a été modifié en 1963 en raison du fait que la qualité du pâturage allait en diminuant alors que ces recherches visaient à définir un mode d'exploitation rationnel du pâturage.

### C) RÉSULTATS

L'expérimentation a commencé en 1957-58 par un comptage général des ligneux dans les 17 parcs. Un second comptage a été effectué en 1962-63 dont les résultats ont été en partie analysés (6). Enfin un troisième a eu lieu en 1967-68.

Le tableau n° 1 résume l'ensemble des traitements et les résultats globaux des comptages.

\* \* \*

#### a) Analyse en fonction des sols.

Les inventaires montrent que d'une manière générale, les traitements imposés mènent à un accroissement du matériel ligneux beaucoup plus important en terrains granitiques qu'en terrains basaltiques rouges, et en ces derniers, plus qu'en terrains basaltiques foncés.

L'emboisement paraît donc d'autant plus fort que le terrain est pauvre. Pour les 2 types basaltiques, situés dans un site tout à fait comparable, l'explication peut tenir au fait que les charges supportables sont effectivement plus élevées et, qu'en outre, lorsque les feux passent, ils sont plus violents dans les parcs riches parce qu'alimentés par un matériel combustible plus important.

#### b) Analyse en fonction des traitements.

1° Action du pâturage intensif sans feu :

● En terrain granitique — Etude du Parc G5.

Dans les 5 premières années, il est constaté un développement extraordinaire des rejets et arbustes.

Les 5 années suivantes on constate une régression logique à ce niveau d'encombrement des rejets et jeunes plants, alors que le changement de classe d'une bonne partie d'entre eux vient presque doubler l'effectif des arbustes.

Le phénomène est le même pour les arbres et l'ensemble contribue, en fermant le couvert, à donner, plus que le comptage, une impression puissante d'envahissement.

● En terrain basaltique — Etude du Parc R5.

On est parti en général pour les parcs basaltiques d'une couverture arbustive plus modeste. Ces sols plus riches ont été plus ou moins cultivés dans le passé, donc défrichés, et l'ambiance de départ y était déjà beaucoup moins forestière.

On constate donc après 10 ans une poursuite de l'évolution qui n'a guère duré que 5 ans en granitique.

2° Action d'une charge excessive avec feu de pleine saison sèche.

Le comportement de ces parcs est très important à considérer car il correspond aux conditions quasi générales d'exploitation actuelle des terrains de parcours de l'Adamaoua : charge annuelle maximale, feu annuel (plus ou moins tardif, mais cela est de peu d'importance, car ces feux alimentés par une herbe courte causent très peu de dommages aux arbres).

● En terrain granitique — Etude du parc G9.

L'évolution est très comparable à celle du parc non brûlé homologue (G5) avec une poursuite de la progression des rejets (*Harungana madagascariensis* surtout). On tend là aussi vers une fermeture complète du couvert avec disparition de l'herbe. Alors que nous avons toujours 500 kg/ha en G5, G9 est presque surchargé avec 250 kg/ha.

Donc, avec peu de bétail et des feux peu importants, on constate une évolution comparable à celle des séries non brûlées, ce qui est normal.

● En terrain basaltique rouge — Etude du parc R9.

L'inventaire de ce parc nous semblait aberrant en 1963, et nous avons pensé à l'époque que des exploitations délictueuses avaient pu être pratiquées. Les 5 dernières années montrent une évolution comparable à celle de G9 avec beaucoup moins d'ampleur.

● En terrain basaltique foncé — Etude du parc F9.

L'augmentation du couvert ligneux total est, là aussi, assez importante malgré, en 1963, un inventaire douteux des rejets et des arbustes. Nous sommes en tout cas dans les conditions d'invasion ligneux presque aussi importantes que dans les parcs non brûlés et chargés tous les ans. A plus ou moins longue échéance, cela conduira à un étouffement grave du tapis herbacé en ce qui concerne la productivité en saison des pluies des pâturages. C'est d'ailleurs, hélas, le phénomène que l'on constate en de nombreux secteurs de l'Adamaoua.

3° Action des feux de pleine saison sèche :

Etude comparative des parcs granitiques G2-G4 et basaltiques rouges R2-R4.

Ils montrent typiquement un moindre développement, voire une régression du couvert ligneux.

Il est assez difficile de faire intervenir la notion de charge dans la dernière période quinquennale, car tous ces parcs ont été depuis 1965, soit différés, soit chargés à 500 kg/ha.

Pourtant, bien qu'une charge faible puisse avoir comme conséquence un feu mieux alimenté par plus de refus, il semble bien que c'est à une charge supérieure qu'est due la régression constatée de G2 à G4 d'une part et de R2 à R4 d'autre part.

Le parc G2 a subi des feux précoces en 1965 et 1966 après mise en différé, ce qui explique peut-être la faible augmentation du matériel ligneux.

4° Action des feux précoces sans mise en différé.

Etude comparative des parcs granitiques : G1-G2-basaltiques rouges R1-R3 et basaltiques foncés F3.

L'augmentation de l'emboisement pour G3 et R3 est très nette (bien que l'on puisse, pour ce dernier parc, douter de la valeur des chiffres de 1963). G1 se maintient à 10 p. 100 près.

Par contre, R1 et F3 s'éclaircissent. R1 (comme R2 et R4) a été sous-chargé en 63 et 64, et a subi après mise en différé un feu de pleine saison sèche en 1966. F3 sous-chargé également en 63 et 64 a eu un feu de contre-saison en avril 66.

Ces deux derniers parcs ont donc en fait été parcourus 3 ans de suite par des feux qui ont dû être assez violents et responsables des diminutions constatées.

5° Action des feux précoces avec mise en différé des parcs : Etude comparative des 3 types de parcs G6, R6 et F6.

G6 et F6 maintiennent à peu près leur taux d'emboisement alors que R6 accroît son total de ligneux de près de 30 p. 100. Une année de mise en différé sur trois est sûrement suffisante, associée à un feu précoce (et probablement aussi à un feu de pleine saison sèche) pour faire régresser l'emboisement ou en tout cas le contenir.

Quel est des deux facteurs, charge et feu, celui qui a le plus d'importance ? Nous ne pouvons encore y répondre très sûrement, mais inclinons vers une prépondérance de l'influence de la charge. Dans les parcs où l'emboisement a diminué, ce ne sont pas les espèces appâtées qui ont plus particulièrement régressé ; donc, l'influence de la charge est certainement plus liée aux piétinements et aux passages du bétail qu'à la pâture elle-même. Par contre, les *Harungana madagascariensis*, non appâtés, sensibles au feu se sont installés même dans ces parcs sous forme de rejets, ce qui ne se serait pas produit avec des feux assez importants.

Quant aux terrains granitiques, ils sont pauvres (productivité de l'ordre de 1,250 U. F./ha) et ne supportent donc qu'une charge assez faible. La végétation herbacée y est en grande partie constituée de *Loudetia* (type *kagerensis*) et d'autres graminées annuelles fines, aliments pour un feu très fugace. Le relief y est particulièrement accentué, ce qui permet aux feux de passer très rapidement des bas-fonds où on les allume jusqu'aux sommets. Or, les feux trop rapides (qui montent les pentes ou qui sont poussés par un vent trop fort) brûlent très mal les grosses pailles et abîment peu les arbres. D'autre part, ces sols granitiques sont sillonnés de galeries qui hébergent des espèces plus ou moins forestières toutes prêtes à « sauter dans la savane », et à la repeupler dès que les conditions le permettent. On trouve en terrain granitique une variété beaucoup plus grande d'espèces que dans les autres, et en particulier d'espèces apparues dans les 10 dernières années. Enfin, les



soils granitiques sont en eux-mêmes sûrement plus favorables à l'installation des systèmes racinaires des arbres que les sols plus ou moins compacts et vite secs des basaltes. L'allure assez chaotique et crevassée des zones granitiques crée constamment des sites favorables à l'accrochage de la végétation arbustive.

Toutes ces raisons sont susceptibles d'étayer une explication de ces différences de comportement en terrains granitiques et basaltiques qui apparaissent incontestablement. Mais il nous

manque encore quelques années d'expérimentation pour pouvoir hiérarchiser ces différents facteurs.

### c) Evolution spécifique.

Les observations faites sur les principales espèces dans les différents parcs classés en fonction de la nature du terrain ont été rassemblées dans les tableaux II et II bis en vue de comparer les résultats obtenus dans les domaines

TABLEAU N° II

Rang de classement relatif des espèces ligneuses

E s p è c e s	Basaltiques rouges			Basaltiques foncés		
	1958	1963	1968	1958	1963	1968
<i>Annona arenaria</i>	1	2	1	1	1	1
<i>Ptilostigma thonningii</i>	2	1	2	2	3	3
<i>Hymenocardia acida</i>	3	3	3	3	2	2
<i>Psorospermum glaberrimum</i>	4	4	4	4	8	8
<i>Syzygium guineense macroptera</i>	5	5	7	9	10	10
<i>Psorospermum febrifugum</i>	6	6	8	6	4	4
<i>Bridelia ferruginea</i>	7	7	12	7	7	5
<i>Trichilia roka</i>	8	14	11			
<i>Protea elliotii</i>	9	13	17			
<i>Entada abyssinica</i>	10	8	10	5	5	7
<i>Combretum nigricans</i>	11	9				
<i>Stereospermum kunthianum</i>	12	10	15	8	12	16
<i>Vitex madriensis</i>	13	12	20	9	11	15
<i>Gardenia ternifolia</i>	14	15	16	15	15	23bis
<i>Erythrina senegalensis</i>				10	13	18
<i>Daniellia oliveri</i>	15	11			18	23
<i>Lannea schimperii</i>	16	17	19			25
<i>Securidaca longepedunculata</i>				12	19	
<i>Terminalia spp.</i>	17	18		11	6	19
<i>Albizzia coriaria</i>				13	19	21
<i>Harungana madagascariensis</i>		16	6			9
<i>Albizzia zygia</i>				14	21	22
<i>Cussonia barteri</i>			5			20
<i>Allophylus africanus</i>			9		16	11
<i>Croton macrostachyus</i>			13		17bis	12
<i>Ficus spp.</i>			10bis	12bis	14	14
<i>Steganotaenia araliacea</i>			14			
<i>Maesa lanceolata</i>			18			13
<i>Vernonia amygdalina</i>					9	6
<i>Craterispermum laurinum</i>						17

basaltiques rouges, basaltiques foncés et granitiques.

Ces deux tableaux indiquent les principales espèces présentes dans 3 types de terrains par ordre d'importance numérique décroissante au début de l'expérience.

Les classements indiqués ensuite pour 1963 et 1968 permettent de se faire une idée du développement de certaines espèces, compte tenu du fait que, pratiquement, les effectifs de chacune se sont au moins maintenus.

Ces tableaux permettent d'emblée une différenciation botanique des différentes sortes de terrains. La dominance des espèces reste à peu près celle qui fut signalée en 1964 (6).

Parmi les espèces de première grandeur, les *Terminalia* sont les seuls à manifester un comportement édaphique certain :

— *Terminalia macroptera* (et *Terminalia dewevrei*) caractérise les sols granitiques et latéritiques par sa présence et son abondance.

— *Terminalia glaucescens* (et *Ormocarpum*

TABLEAU N° Iibis

Rang de classement relatif des espèces ligneuses en terrains granitiques

Espèces	1958	1963	1968
<i>Terminalia macroptera</i>	1	1	4
<i>Harungana madagascariensis</i>	-	10	1
<i>Daniellia oliveri</i>	2	2	2
<i>Protea elliotii</i>	3	5	6
<i>Hymenocardia acida</i>	4	4	5
<i>Annona arenaria</i>	5	3	3
<i>Piliostigma thonningii</i>	6	6	7
<i>Lophira lanceolata</i>	7	9	10
<i>Lannea schimperii</i>	8	12	11
<i>Psorospermum glaberrimum</i>	9	7	8
<i>Syzygium guineense macrocarpum</i>	10	8	13
<i>Bridelia ferruginea</i>	11	14	16
<i>Securidaca longepedunculata</i>	12	11	22
<i>Combretum nigricans</i>	13	13	14
<i>Vitex madiensis</i>	14	20	15
<i>Psorospermum febrifugum</i>	15	16	18
<i>Nauolea latifolia</i>	16	15	9
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	17	18	24
<i>Cussonia barteri</i>	18	24	29
<i>Ximenia americana</i>	19	22	21
<i>Erythrina sigmoidea</i>	20	27	33
<i>Maytenus senegalensis</i>	21	25	26
<i>Vitex doniana</i>	22	36	34
<i>Ficus capensis</i>	23	26	27
<i>Trichilia roka</i>	24	29	35
<i>Entada abyssinica</i>	25	30	40
<i>Stereospermum kunthianum</i>	26	35	39
<i>Strychnos spinosa</i>	26	21	32
<i>Ochna afzelii</i>	27	19	19
<i>Gardenia ternifolia</i>	28	28	28
<i>Ochna schweinfurthiana</i>	29	39	42
<i>Bridelia micronatha</i>	30	34	36
<i>Syzygium guineense guineense</i>	31	23	23
<i>Phyllanthus muellerianus</i>	32	33	29
<i>Ekebergia senegalensis</i>	33	37	38
<i>Albisia zygia</i>	34	40	-
<i>Allophylus africanus</i>	-	17	25
<i>Maesa lanceolata</i>	-	32	12
<i>Fagara tessmannii</i>	-	38	37
<i>Uapaca togoensis</i>	-	41	41
<i>Ficus glumosa</i>	-	42	35
<i>Mussaenda arcuata</i>	-	43	20
<i>Psychotria venosa</i>	-	44	17
<i>Craterispermum laurinum</i>	-	-	43
<i>Tricalystia okelensis</i>	-	-	31

*bibracteatum*) caractérise les sols basaltiques foncés et se développe de préférence dans les zones à blocs rocheux superficiels.

Toutes les autres espèces dominantes semblent pouvoir se développer aussi bien en sols granitiques que basaltiques.

Par contre, au niveau des espèces secondaires ou rares et simplement présentes, on pourrait trouver en comparant les relevés de nombreuses différences ; mais alors l'échantillonnage devient insuffisant en particulier pour les sols basaltiques.

On ne retiendrait donc guère comme semblant propres aux terrains granitiques que le *Faurea speciosa* peu fréquent et, moins exclusivement, *Lophira lanceolata* et *Butyrospermum paradoxum*.

Dans ces savanes, et sans aucun doute, ce sont essentiellement les facteurs feux et eau (galeries, nappes phréatiques, etc...) qui déterminent la répartition des espèces ligneuses, la nature du sol n'intervenant que secondairement. Quant au couvert herbacé, nous avons déjà indiqué (8) que sa composition et sa nature sont déterminées plus par les traitements qu'il subit (feux, intensité du pacage, culture, etc...) que par les conditions édaphiques.

C'est pourquoi dans les conditions d'exploitation de l'élevage extensif africain, il faut attacher beaucoup plus d'importance à la notion de formation qu'à celle d'association trop susceptible de variation, sauf dans des cas limites (sols inondés, dalles latéritiques, etc...).

### 1° Evolution des espèces des pâturages non brûlés :

La série charge correcte sans feux des parcs 5 nous permet de considérer une évolution dans les conditions d'embuissonnement les plus favorables et de loin les plus sûres expérimentalement.

#### — Terrains granitiques (G5).

L'élément le plus important d'apport est incontestablement l'*Harungana madagascariensis* qui se maintenait jusque-là en bordure de galeries et se multiplie maintenant partout en fourrés denses où l'herbe n'a plus de place, mais où vont par contre venir s'abriter des espèces de forêts (*Fagara tessmanii*, *Psychotria venosa*, *Syzygium guineense*, *Mussaenda* spp, *Hymenodictyon floribundum*, *Tricalysia okelensis*,

*Craterispermum laurinum*, etc...) ou de savane à plantules fragiles (*Ochna* spp, *Croton macrostachyus*, *Uapaca togoensis*, *Bridelia micronatha*, *Carissa edulis*, *Cussonia barteri*, *Nauclea latifolia*, *Ximenia americana*, *Vitex* spp, *Vernonia amygdalina*, etc...).

Quant à l'ordre de fréquence des espèces, il était et est devenu :

	1958	1963	1968
<i>Daniellia oliveri</i> .....	1	1	2
<i>Terminalia macroptera</i> .....	2	3	3
<i>Protea elliptica</i> .....	3	5	8
<i>Hymenocardia acida</i> .....	4	2	4
<i>Annona arenaria</i> .....	5	4	5
<i>Piliostigma thonningii</i> .....	6	6	14
<i>Lophira lanceolata</i> .....	7	9	16
<i>Lannea schimperi</i> .....	8	13	13
<i>Harungana madagascariensis</i>	—	10	1
<i>Maesa lanceolata</i> .....	—	—	6
<i>Nauclea latifolia</i> .....	—	—	7

Cette évolution a été complétée bien entendu pendant ce laps de temps par un passage d'une partie des sujets dans la classe supérieure, ce qui ne fait qu'ajouter à l'épaisseur du couvert créé en 10 ans.

#### — Terrains basaltiques (R5).

L'ordre de fréquence des espèces est précisé dans le tableau ci-dessous pour les 3 inventaires effectués.

	1958	1963	1968
<i>Annona arenaria</i> .....	1	1	1
<i>Piliostigma thonningii</i> .....	2	2	2
<i>Hymenocardia acida</i> .....	3	3	8
<i>Syzygium guineense</i> .....	4	4	7
<i>Psorospermum glaberrimum</i> ..	5	5	5
<i>Trichilia roka</i> .....	6	7	10
<i>Protea elliptica</i> .....	7	6	12
<i>Bridelia ferruginea</i> .....	8	9	14
<i>Vitex madiensis</i> .....	9	10	—
<i>Stereospermum kunthianum</i> ..	10	—	—
<i>Harungana madagascariensis</i>	—	8	3
<i>Allophylus africanus</i> .....	—	—	4
<i>Steganoaenia araliacea</i> .....	—	—	6
<i>Ficus capensis</i> .....	—	—	11
<i>Maesa lanceolata</i> .....	—	—	16

Ici encore, on constate un accroissement global du nombre des individus et un passage de classe pour une partie d'entre eux, mais le phénomène est devenu incontestablement plus lent qu'en terrains granitiques. En fait, partant d'un couvert arboré plus important en terrain granitique, il était normal que le phénomène de reprise par la forêt y soit plus rapide d'autant que la présence constante de galeries contribue à.

accroître l'ambiance forestière nécessaire au départ de l'évolution.

Dans les terrains basaltiques, cette ambiance s'est créée plus lentement, là encore autour d'*Harungana madagascariensis* et d'*Allophylus africanus* formant ici aussi des fourrés épais renforcés d'espèces plus ou moins sarmenteuses (*Cissus quadrangularis*, *Phyllanthus muellerianus*, etc...) et protégeant des espèces d'installation relativement délicate (*Steganotaenia araliacea*, *Ficus capensis*, *Fagara tessmanii*, *Sapium ellipticum*, *Vernonia amygdalina*, etc...). Et maintenant le *Maesa lanceolata* vient renforcer l'ambiance. Dans 5 ans, il est probable que nous serons, à des nuances spécifiques près, au stade actuel des terrains granitiques.

## 2<sup>o</sup> Evolution sur l'ensemble des Parcs :

L'évolution étudiée précédemment nous permet en considérant les tableaux II et II bis de constater qu'en moyenne tous les parcs évoluent à peu près dans le même sens d'un réemboisement avec à peu de choses près la même fluctuation de l'ordre des espèces et les mêmes apparitions.

Tous les parcs granitiques évoluent et atteignent un fort degré de multiplication des sujets qui, de 1.000 à l'ha en 1958, sont devenus 2.360 dix ans après. Sauf en G1 et G6, l'*Harungana madagascariensis* a pris partout la première place. Pour les autres parcs ce n'est plus qu'une question de temps.

Pour la série basaltique rouge, l'emboisement s'est pratiquement maintenu passant de 815 sujets à l'ha à 790 entre 1958 et 1968.

Enfin, la série basaltique foncée montre une régression de 700 à 620.

Il semble à priori que pour ces deux séries on retrouve encore l'influence des possibilités effectives de charge ; mais surtout il faut considérer que malgré l'évolution numérique globale, le couvert arboré s'est considérablement épaissi partout par suite de l'accession générale à l'état d'arbrisseaux d'une bonne partie des jeunes sujets.

L'analyse spécifique montre aussi la même générale apparition des espèces colonisatrices.

Partis d'un niveau général plus bas d'emboisement les parcs basaltiques voient leur ambiance boisée s'installer plus lentement que pour les terrains granitiques mais inéluctablement.

## D) CONSÉQUENCES PRATIQUES

### a) Débroussaillage :

Nous avons en 1964 (8) exposé comment dans la méthode traditionnelle d'élevage foubé, des mises en défens répétées et successives avec feux de pleine saison sèche pouvaient maintenir à un niveau convenable l'emboisement des pâturages. Cette méthode comparable à la longue jachère agricole n'était cependant possible qu'à une époque où les terrains de parcours étaient surabondants. Pour différentes raisons, ce temps est révolu mais hélas, l'élevage demeure au stade élémentaire de la cueillette dont on veut tirer le maximum sans contrepartie. C'est dans cet esprit que les essais sur les feux ont été entrepris, mais là encore le travail « au minimum » ne permettra rien de bon. Notre première conclusion est que dès l'instant où l'on prétend exploiter un pâturage chaque saison des pluies (et c'est le cas actuel de tout l'Adamaoua, sauf dans les zones de transhumance), aucun régime de feux ne parviendra à contenir la végétation ligneuse. A vrai dire, et le chapitre suivant le montrera, la régression aveugle de l'élément arboré n'est pas souhaitable tellement la pâture des espèces appréciées peut avoir d'importance en saison sèche.

C'est donc l'homme encore qui, mécaniquement, maintiendra l'équilibre (le berger, s'il le veut, peut avoir tout au long de l'année un énorme pouvoir d'élimination des espèces indésirables). Aux moyens mécaniques ou manuels pourront s'ajouter l'empoisonnement des couches aux débroussaillants chimiques.

Nous rappelons que de même qu'il est nécessaire d'effectuer plusieurs coupes à la machette pour nettoyer un pâturage, plusieurs traitements hormonaux sont indispensables pour avoir des résultats durables (9).

La seconde conclusion est que les interventions mécaniques ne seront pas éternellement efficaces, car il existe un stade d'irréversibilité : c'est celui où l'emboisement a atteint une telle intensité qu'il a réussi à éliminer les grandes espèces graminéennes qui constituent habituellement la base du pâturage. Sans porte-graines, ces espèces mettront très longtemps à recoloniser le terrain. A ce stade d'évolution, l'élimination des arbres n'entraînera pas aussitôt une recons-

## ANNEXE

Noms scientifiques et vernaculaires (Baya) des espèces ligneuses de la station fourragère de Wakwa

(Savane et partie Galerie)

S : Savane  
G : GalerieA : Appeté  
TA : Très appété  
PA : Peu appété  
NA : Non appétéF : Fréquent  
TF : Très fréquent  
PF : Peu fréquent  
R : Rare

Noms scientifiques	Famille	Noms vernaculaires	Station	Appetab.	Fréq.
<i>Acacia sieberiana</i> var. <i>villosa</i> A. Chev. ....	Mimosacées	Ngah	S	PA	PF
<i>Albizia coriaria</i> Welw. ex Oliv. ....	Mimosacées	Tolla	S	PA	PF
<i>Albizia zygia</i> J. F. Macbr. ....	Mimosacées	Ndoya	S	PA	PF
<i>Allophylus</i> cf. <i>grandifolius</i> Rad. ....	Sapindacées	Wi Norzer	G		R
<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv. form. <i>africanus</i>	Sapindacées	Lossa	S		PF
<i>Annona arenaria</i> Thonn. ....	Annonacées	Soré	S	NA	TF
<i>Anthocleista nobilis</i> G. Don. ....	Loganiacées	Zereforo	G	NA	PF
<i>Antidesma venosum</i> Tul. ....	Euphorbiacées	Boufibané	SG		PF
<i>Aubrevillea kerstingii</i> Pellegr. ....	Mimosacées	Soumbou	G		PF
<i>Bauhinia</i> = <i>Piliostigma</i> ....	Caesalpiniciacées	Domo	S	TA	TF
<i>Beilschmiedia</i> spp. ....	Lauracées	Ngala	G		R
<i>Bombax buonoporensis</i> P. Beauv. ....	Bombacacées	Guerra	S		R
<i>Borassus (flabellifer) aethiopicum</i> Mart. ....	Arecacées	Koh	S		PF
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth. ....	Euphorbiacées	Sopo ou Nor	SG	A	F
<i>Bridelia ndelensis</i> Beille ....	Euphorbiacées	Norzer	G	A	PF
<i>Bridelia</i> cf. <i>speciosa</i> Müll. Arg. ....	Euphorbiacées	Sopoli	G	A	PF
<i>Burkea africana</i> Hook. ....	Caesalpiniciacées	Nbékéré	S		R
<i>Butyrospermum paradoxum</i> Hepper var. <i>Parkii</i>	Sapotacées	Kol	S		PF
<i>Canthium venosum</i> Hiern, ....	Rubiacées	Ngazidila	G S	A	PF
<i>Carissa edulis</i> Vahl, ....	Apocynacées	Pinsela	S	A	PF
<i>Cassia petersiana</i> Boll. ....	Caesalpiniciacées		S G		R
<i>Clausena anisata</i> Hook. f. ex Benth. ....	Rutacées	Tefoia	G		F
<i>Combretum nigricans</i> et <i>Comb.</i> sp. ....	Combretacées	Bathé	S		F
<i>Commiphora kerstingii</i> Engl. ....	Burseracées		introduit		
<i>Craterispermum laurinum</i> Benth. ....	Rubiacées	Pinsela	G		PF
<i>Croton macrostachyus</i> Hochst. ....	Euphorbiacées	Foufouifou	S		PF
<i>Cussonia barteri</i> Seemann. ....	Araliacées	Bogna	S	TA	F
<i>Daniellia oliveri</i> Hutch. & Dalz. ....	Caesalpiniciacées	Kela ou Keha	S	TA	TF
<i>Deinbollia</i> sp. ....	Sapindacées	Saikabo	S		R
<i>Dombeya</i> cf. <i>multiflora</i> ....	Sterculiacées	Soyi ou Sori	G		R
<i>Ekebergia senegalensis</i> A. Juss. ....	Meliacées	Henga	S		R
<i>Entada abyssinica</i> Steud. ....	Mimosacées	Nde-Nde	S	NA	TF
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr. ....	Mimosacées	Nde-Nde	S		PF
<i>Eriocoelum kerstingii</i> Gilg, ....	Sapindacées	Ngekéré	G		R
<i>Erythrina senegalensis</i> D, C. ....	Papilionacées	Wi Borondong	S		R
<i>Erythrina sigmoidea</i> Hua. ....	Papilionacées	Borondong	S	A	F
<i>Eugenia</i> sp. ....	Myrtacées	Wi-Zomo	G	NA	R
<i>Fadogia erythrophloea</i> Hutch. & Dalz. ....	Rubiacées	Wi Kobo	S		R
<i>Fagara tessmanii</i> Eng. ....	Rutacées	Sototo ou Ngamnu	S G		F
<i>Faurea speciosa</i> Welw. ....	Proteacées	Tekoua	S		PF
<i>Ficus capensis</i> Thunb. ....	Moracées	Mbora I	S		PF
<i>Ficus congensis</i> Engl. ....	Moracées	Tourou ou Batoui	G		PF
<i>Ficus glumosa</i> var. <i>glaberrima</i> Mart. ....	Moracées	Kolo	S	A	PF
<i>Ficus glumosa</i> var. <i>glumosa</i> ....	Moracées	Kolo	S	A	PF
<i>Ficus gnaphalocarpa</i> Steud. ....	Moracées	Mbora	S		F
<i>Ficus ovata</i> Vahl. ....	Moracées	Balioko	S	PA	PF
<i>Ficus thonningii</i> Blume. ....	Moracées	Tui	S	TA	F
<i>Ficus umbellata</i> Vahl. ....	Moracées	Tourou	G		PF
<i>Ficus vallis choudae</i> Del. ....	Moracées	Mboro I	G S		F
<i>Ficus vogeliana</i> Miq. ....	Moracées	Gauka	G		PF
<i>Flacourtia vogelii</i> Hook. ....	Flacourtiacées	Bouigatha	S		R
<i>Gardenia ternstroemia</i> Schum. & Thonn. ....	Rubiacées	Kiri	S	TA	F
<i>(Gymnosporia) Maytenus senegalensis</i> Exell.	Celastracées	Babang	S		F

Noms scientifiques	Famille	Noms vernaculaires	Station	Appetab.	Freq.
<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir...	Hypericacées	Totop	G S	NA	TF
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.....	Euphorbiacées	Dere	S	A	TF
<i>Hymenodictyon floribundum</i> B. L. Robinson...	Rubiacées	Ndia	G		PF
<i>Jatropha curcas</i> Linn. ....	Euphorbiacées	Gbazinga	S		PF
<i>Lannea schimperii</i> Engl. ....	Anacardiacées	Guethé	S	A	F
<i>Lannea acida</i> A. Rich. ....	Anacardiacées	Henga	S		PF
<i>Leea guineensis</i> G. Don. ....	Ampelidacées	Mbaradoua	G		R
<i>Lophira lanceolata</i> Van. Tieg. ....	Ochnacées	Kofia	S	A	F
<i>Maesa lanceolata</i> Forsk. ....	Myrsinacées	Nahéwé	S G	NA	F
<i>Mangifera indica</i> Linn. ....	Anacardiacées	Mangoro	S	TA	F
<i>Maprounea africana</i> Mull. Arg. ....	Euphorbiacées	Yekélé	S		R
<i>Maytenus senegalensis</i> Exell. ....	Celastracées	Babang	S		F
<i>Mitragyna ciliata</i> Aubr. & Pellegr. ....	Rubiacées	Po ou Zaowaiya	G		PF
<i>Mussaenda arcuata</i> Lam. ex Poir. ....	Rubiacées	Ngazidila	S	A	PF
<i>Mussaenda erythrophylla</i> Schum. & Thonn...	Rubiacées	Ngazidila	G	PA	PF
<i>Naucllea latifolia</i> Sm. ....	Rubiacées	Doumba	S		F
<i>Neoboutonia velutina</i> Prain. ....	Euphorbiacées	Popom	G	NA	PF
<i>Ochna afzelii</i> R. Br. ex Oliv. ....	Ochnacées	Tezali	S		PF
<i>Ochna schweinfurthiana</i> F. Hoffm. ....	Ochnacées	Tessankaya	G S		PF
<i>Olax subscorpioidea</i> Oliv. ....	Olacacées	Tessingo ou Mataguigno	G		F
<i>Ormocarpum bibracteatum</i> Bak. ....	Papilionacées	Zahi	S		PF
<i>Oricia suaveolens</i> Verdorn.....	Rutacées		G		R
<i>Parinari kerstingii</i> Engl. ....	Rosacées	Kanga	G		PF
<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ....	Rosacées		S		
<i>Parkia filicoidea</i> Welw. ....	Mimosacées	Zien	S G		PF
<i>Pavetta lasioclada</i> Mildbr. ....	Rubiacées		G		PF
<i>Phyllanthus muellerianus</i> Exell. ....	Euphorbiacées	Sassambara ou Tidui	S	TA	PF
<i>Pilostigma thonningii</i> Milde Redhae ....	Césalpiniacées	Domo	S	TA	TF
<i>Pittosporum viridiflorum</i> Sims. ....	Pittosporacées	Tesso	G	A	PF
<i>Pithecellobium eriorachis</i> Harms. ....	Mimosacées	Gueneso	S		R
<i>Polyscias fulva</i> Harms. ....	Araliacées	Velebongo	G		R
<i>Protea elliotti</i> var. <i>elliottii</i> Wright. ....	Proteacées	Bobo	S	NA	TF
<i>Psidium guajava</i> Raddi. ....	Myrtacées	Goyavier	Subspontané		PF
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach, var. <i>ferrugineum</i> ....	Hypericacées	Bouré I	S	PA	F
<i>Psorospermum glaberrimum</i> Hochr. ....	Hypericacées	Bouré II	S	PA	F
<i>Psychotria venosa</i> Petit. ....	Rubiacées	Tepo	G		F
<i>Randia malleifera</i> Hook. f. = <i>Rothmannia</i> ..	Rubiacées		G		PF
<i>Ricinus communis</i> Linn. ....	Euphorbiacées	Zinga	Subspontané		R
<i>Santaloides afzelii</i> Schellenb. ....	Connaracées	Ndarkora	G		F
<i>Sapium ellipticum</i> Pax. ....	Euphorbiacées		S		R
<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres. ....	Polygalacées	Homo	S	NA	PF
<i>Spodanthus preussii</i> var. <i>glaber</i> , Engl. ....	Euphorbiacées	Ngathoyo	G	A (Toxique)	R
<i>Steganotaenia araliacea</i> , Hochst. ....	Ombellifères	Wi Bogna ou Djouga-Faourou	S		PF
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl. ....	Sterculiacées	Pomboli	G		PF
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham. ....	Bignonacées	Saguene	S		PF
<i>Strychnos spinosa</i> Lam. ....	Loganiacées	Kobo	S		F
<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv. ....	Caesalpiniacées	Nakiri	S		R
<i>Syzygium guineense</i> D. C. <i>guineense</i> .....	Myrtacées	Zomoli	G	NA	PF
<i>Syzygium guineense</i> D. C. <i>macrocarpum</i> .....	Myrtacées	Kelou	S	NA	TF
<i>Terminalia dewevrei</i> Wild. ....	Combretacées	Bakoua	S	NA	F
<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ....	Combretacées	Bakoua	S	NA	PF
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr. ....	Combretacées	Bakoua	S	PA	TF
<i>Trichilia roka</i> Chiov. ....	Meliacées	Pouyanga	S		PF
<i>Tricalysia okelensis</i> var. <i>oblanceolata</i> .....	Rubiacées	Balatana	G	A	F
<i>Upaca togensis</i> Pax. ....	Euphorbiacées	Dobo	G		F
<i>Uvaria anonoides</i> Bak. F. ....	Annonacées	Cor	G		PF
<i>Vernonia amygdalina</i> Del. ....	Composées	Kassaka Bakassaka ou Ndolé	S	PA	F
<i>Vitex doniana</i> Sweet. ....	Verbenacées	Bi ou Bili	G	A	PF
<i>Vitex madiensis</i> Oliv. ....	Verbenacées	Bilibetana	S	A	PF
<i>Ximenia americana</i> Linn. ....	Olacacées	Mi ou Mili	S		F

titution du tapis herbacé cependant qu'elle livrera le sol aux brutalités de l'érosion.

Des résultats obtenus, il semble bien qu'il soit souhaitable de laisser aux terrains granitiques à fort relief la *vocation forestière* qu'ils possèdent, cependant que sous cette forme, ils pourront tout de même fournir une pâture arborée si précieuse en saison sèche.

#### b) Régime des Feux :

Nous avons eu l'occasion (9) de traiter du problème des feux de brousse et de montrer combien souvent on entamait un « dialogue de sourd » à ce sujet en ne distinguant pas d'entre les feux, ceux qui sont à usage de l'agriculteur, du pasteur, du forestier (lui-même différent suivant qu'il agit en protecteur de la forêt ou en aménagiste de zones cynégétiques).

Tous ces feux ont une justification commune : l'élimination à bon compte (d'efforts et d'argent) d'un matériel végétal devenu indésirable. Tous ces feux ont un regrettable caractère : ils sont incontrôlés ou insuffisamment contrôlés ce qui accroît le côté nuisible de leur action puisqu'ils détruisent plus que nécessaire.

En matière pastorale, l'énoncé d'une doctrine devient simple dès que l'on a constaté le peu d'action qu'il y avait à attendre du feu sur les

ligneux lorsque le pâturage a été correctement exploité en saison des pluies. Cette règle est alors la suivante : « *Un terrain de parcours qui a été pâturé en saison des pluies ne doit pas brûler pendant la saison sèche suivante.* »

Sans doute, certains pâturages mal nettoyés devront être débarrassés de leurs encombrants refus. Pour ceux là, un feu dès le retour des pluies résoudra le problème et l'on sacrifiera à l'érosion hydrique une partie du sol bien que certaines saisons s'installent par des pluies suffisamment modérées pour ne pas déclencher un ruissellement trop grave et la perte des cendres.

Reste le cas des zones de mise en différé qui correspondent pratiquement ici aux zones de transhumance. Il est nécessaire de brûler ces pâturages si l'on veut en tirer quelque partie en saison sèche. Là, un bon feu précoce assez fort pour détruire les chaumes conviendra parfaitement en permettant un regain correct, et en étant cependant assez offensif pour le matériel ligneux.

Tous ces feux ne seront néanmoins qu'un pis-aller, et ils seront remplacés par d'autres techniques (Girobroyeur, faucheuse, etc...) dès que l'on en aura les moyens matériels et dès que ce ne sera plus économiquement aberrant.

## SUMMARY

### Woody plants and savanna pastures of the Adamaoua in Cameroun

This study of shrubby and arboreous savannas of the plateau is actual on account of important problems of woody invasion on the pastures in the whole of Adamaoua.

The author studies the three important points of this question :

- 1<sup>o</sup> fire action on the woody vegetation ;
- 2<sup>o</sup> part of the stocking rate on the same vegetation ;
- 3<sup>o</sup> pastoral value of woody elements in the pasture grounds.

Conclusions are given in order to define a fire organization for the forests and the pastures. Basis of a silvo-pastoral planing are also proposed with a view to the breeding evolution to less extensive forms.

## RESUMEN

### Vegetales leñosos y pastos de las sabanas del Adamaoua en Camerún

Este estudio de las sabanas arbustivas y arborescentes que cubren la meseta es actual si se considera los importantes problemas causados por las invasiones leñosas en los pastos de Adamaoua en general.



Fig. 1. — Les *Gardenia* sont ébourgeonnés au ras des rameaux.



Fig. 2. — Rejet de *Prinosigma*.





Fig. 3. — Ce jeune *Fagara* malgré ses épines est effeuillé et même écorcé, l'absence ou la faiblesse du feu lui permettra cependant de survivre.



Fig. 4. — Ce jeune *Cussonia* ne fera pas une feuille intacte de toute la saison sèche l'*Annona* voisin restera intouché.



Fig. 5. — Les feuilles de *Lophira* deviennent vite coriaces et seules les extrémités sont arrachées.



Fig. 6. — On se tordra le cou plus encore, mais tout ce que ce *Lourea* peut offrir sera prélevé.



Fig. 7. — Sur cette savane assez riche en espèces ligneuses, le bétail n'a rien d'autre à exploiter. — Le tapis herbacé très ras en fin de saison des pluies a brûlé et le regain très modeste a disparu depuis longtemps.



Fig. 8. — Peu de feuilles du *Daniellia* seront épargnées mais l'*Annona* derrière ne sera pas même effleuré.

El autor estudia tres aspectos esenciales de esta vasta cuestión :

- 1º acción de los fuegos sobre la vegetación leñosa.
- 2º papel de la intensidad de la densidad de peso de ganado sobre dicha vegetación ;
- 3º valor pastoral de los elementos leñosos de los terrenos de recorrido.

Se dan conclusiones teniendo por objeto la definición de una política de los fuegos en lo concerniente a las selvas y sobretodo los pastos. Se proponen también bases de instalación selva-pastoral con el fin de la evolución inevitable de la crianza hacia formas menos extensivas.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AUBREVILLE (A.). — *Flore Forestière Soudano-Guinéenne*. Paris, Soc. Ed. Géogr. Mar. et Col., 1950.
2. AUBREVILLE (A.). — *Flore Forestière de Côte-d'Ivoire* (Publication n° 15 du CTFT 1959).
- 2 bis. BILLE. — *Expérimentation Agrostologique en République Centrafricaine*. IEMVT *Étude agrostologique* N° 21.
3. BOUDET. — *Étude du Ranch de Sipilou*. *Étude Agrostologique* n° 14 IEMVT, septembre 1966.
4. BOUDET et RIVIÈRE. — *Emploi pratique des Analyses Fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux*. IEMVT *Étude agrostologique* n° 8 juin 1967.
5. HUTCHINSON et DALZIEL. — *Flora of West Tropical Afrika*. Millbank ; London, Crown agents for oversea governments and administrations, 1954-1963.
6. MONNIER et PIOT. — *Problèmes de Pâturages dans l'Adamaoua*. *Bois Forêts Trop.*, 1964 (97) : 3.15 (98) : 13-25.
7. PICCIONI (M.). — *Dictionnaire des Aliments pour les Animaux*. Bologna, Edagricole, 1965.
8. PIOT. — *Études Pastorales en Adamaoua Camerounais*. *Rev. Elev. Med. Vét. Pays trop.* 1966, XIX (1) : 45-61.
9. PIOT. — *Rapports Annuels Station Fourragère de WAKWA, 1965-66 et 1966-67*.
10. SCHNEIDER. — *Feeds of the World. Their digestibility and composition*. Morgantown W. Virginia Agric. exper. Station, 1947.

## EXTRAITS-ANALYSES

### Maladies à virus

- 69-192 **POIRIER (A.), GERMAIN (M.), RICKENBACH (A.) et Collab. — Recherches sur le réservoir animal d'arbovirus dans une région forestière du Cameroun.** *Bull. Soc. Path. exot.*, 1969, **62** (1) : 63-72.

Des recherches portant sur le réservoir animal d'arbovirus sont actuellement en cours dans la région de Yaoundé, au Cameroun. Les auteurs en commentent avec prudence les premiers résultats.

L'enquête sérologique (I. H.) entreprise sur les mammifères et oiseaux sauvages montre que :

— Certaines populations animales semblent plus particulièrement intéressées (oiseaux de la canopée, écureuils).

— Le groupe B occupe la place la plus importante dans les résultats sérologiques. L'incidence des virus du groupe A et de Bunyamwera semble plus discrète.

Par ailleurs, les déterminations de repas sanguins de moustiques capturés en forêt montrent que ceux-ci se nourrissent essentiellement sur animaux et mettent en évidence des spécificités relativement étroites dans le choix de l'hôte.

- 69-193 **ROBIN (Y.), CORNET (M.), BRES (P.) et Collab. — Isolement d'une souche de virus Middelburg à partir d'un lot d'*Aedes (A.) cumminsi* récoltés à Bandia (Sénégal).** *Bull. Soc. Path. exot.*, 1969, **62** (1) : 112-118.

Le virus Middelburg a été isolé d'un lot d'*Aedes (A.) cumminsi* capturés en octobre 1967 dans la forêt de Bandia (Sénégal). Les moutons semblent intervenir dans le cycle d'entretien ou de diffusion du virus car on trouve chez eux 10 p. 100 de réactions sérologiques positives.

- 69-194 **HORZINEK (M.). — Une méthode simple pour concentrer les arbovirus cultivés sur cellules** (A simple method for concentration of arboviruses propagated in tissue culture). *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1969, **18** (4) : 588-591.

L'auteur étudie l'effet précipitant du polyéthylène-glycol 6000 (P. E. G.) sur les arbovirus récoltés sur cellules Vero.

L'efficacité de la précipitation dépend du polymère, des ions hydrogènes et du chlorure de sodium.

Pour le virus de l'encéphalite équine du Venezuela, les conditions optimales sont une concentration de P. E. G. à 10 p. 100, un pH de 7,6 et une concentration en ClNa de 0,25 M ; le mélange doit être placé une heure à 4 °C.

Pour quatre arbovirus différents, sans communauté sérologique, le degré de concentration obtenu par cette méthode s'est montré identique à celui qu'on obtient par ultracentrifugation.

L'emploi du P. E. G. est simple, rapide, peu onéreux ; il constitue le premier stade de la concentration des arbovirus récoltés en culture cellulaire.

- 69-195 **ARDOIN (P.), CLARKE (D. H.) et HANNOUN (C.). — La préparation des hémagglutinines des arbovirus par le traitement aux ultrasons et à la trypsine** (The preparation of arbovirus hemagglutinins by sonication and trypsin treatment). *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1969, **18** (4) : 592-598.

Pour 28 des 31 arbovirus étudiés (34 souches), des hémagglutinines satisfaisantes ont été obtenues en traitant par les ultra-sons seuls ou par les ultra-sons plus la trypsine, des extraits de cerveau et de foie préparés par la méthode saccharose-acétone.

Les auteurs décrivent leurs méthodes et la révélation d'une « hémagglutinine cellulaire » dans des conditions particulières de traitement à la trypsine.

Ces méthodes de préparation des hémagglutinines semblent valables pour n'importe quel virus, mais des variations s'observent d'un virus à un autre.

Les ultra-sons semblent augmenter la sensibilité des épreuves d'inhibition de l'hémagglutination pratiquées avec des antigènes ainsi préparés ; par contre, l'action de la trypsine est des plus variables en ce domaine.

## Peste bovine

- 69-196 **PROVOST (A.), BORREDON (C.) et MAURICE (Y.). — Essai de vaccination antibovipestique de veaux passivement immuns par anticorps d'origine colostrale avec un vaccin inactivé adjuvé, préparé en cultures cellulaires.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 473-79.

L'inoculation d'un vaccin de culture cellulaire du virus bovipestique inactivé par la  $\beta$ -propiolactone et adjuvé par l'adjuvant A 65 n'apporte aucune protection dans les mois suivants aux veaux qui le reçoivent alors qu'ils hébergent encore des anticorps anti-pestiques d'origine maternelle. Le problème de la vaccination antibovipestique des veaux reste posé dans les campagnes de vaccination.

- 69-197 **RIOCHE (M.). — Adaptation en microtest de la technique de séro-neutralisation par la méthode cinétique pour la recherche et le titrage des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 465-71.

L'auteur décrit une adaptation en microtest de la technique de séroneutralisation du virus de la peste bovine par la méthode cinétique mise au point par BOURDIN et BERNARD (1967). L'analyse statistique des résultats obtenus sur 453 sérums de ruminants testés qualitativement à la fois par la méthode classique et par le microtest ne permet pas de mettre en évidence une différence entre les deux méthodes qui sont donc superposables et peuvent être utilisées indifféremment dans la recherche qualitative des anticorps. La microméthode a l'avantage d'économiser temps et réactifs. L'étude statistique des résultats obtenus dans le titrage des anticorps de 116 sérums montre une différence très significative entre les deux méthodes mais aussi qu'il existe une liaison très forte entre elles. Lorsque le titrage des anticorps porte sur de grands effectifs, le microtest peut aussi être utilisé car les avantages qu'il présente compensent son manque éventuel de sensibilité par rapport à la méthode classique.

- 69-198 **PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Comportement clinique et immunologique lors de contamination bovipestique de bovins vaccinés depuis plusieurs années contre la peste bovine avec des vaccins de cultures cellulaires.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 453-64.

Dans les conditions de l'expérience (zébus de 2 ans, vaccinés contre la peste bovine à dose recommandée dans la pratique avec deux vaccins de cultures cellulaires différents, puis entretenus à l'abri de toute contamination pestique), on constate que 33 p. 100 des bovins vaccinés ont perdu leurs anticorps sériques anti-pestiques post-vaccinaux au bout de 2 ans.

De tels bovins vaccinés, à sérologie anti-pestique positive, soumis 25 mois après la vaccination à une épreuve virulente par contact ne font pas de peste clinique mais peuvent véhiculer le virus dans leur mucus nasal et contaminer un bovin réceptif placé à leur contact. A l'épreuve virulente faite la 3<sup>e</sup> année, 7 bovins sur 17 contractent la peste, 3 ont une montée de leurs anticorps.

On est conduit à penser que lorsque les bovins vaccinés ne sont pas soumis à des recontaminations, l'immunité anti-pestique engendrée par les vaccins de cultures cellulaires ne dure pas toute la vie du bovin vacciné et, par ailleurs, que des bovins immuns peuvent constituer des véhicules méconnus du contagement pestique.

- 69-199 **PLOWRIGHT (W.), HERNIMAN (K. A. J.), RAMPTON (C. S.). — Etudes sur le vaccin de cultures cellulaires contre la peste bovine. I. Facteurs influant sur la production de virus** (Studies on Rinderpest Culture Vaccine. I. Some Factors Affecting Virus Production). *Res. vet. Sci.*, 1969, **10** (4) : 373-81.

Les auteurs étudient les facteurs influant sur la production du virus atténué de la peste bovine en cultures monocellulaires de rein de bovin (première explantation) ; la température optimale d'incubation est de 35 ou 37 °C, une température plus haute n'ayant

qu'un mince avantage. Le fait de rouler les cultures ne provoque qu'un maigre accroissement de la production de virus, soit 0,82 log 10 par ml (mesure effectuée au 7<sup>e</sup> jour d'incubation ou après). Une rapide libération de virus des cellules infectées est produite par un changement complet de milieu, le titre du virus libre étant en général restauré après 1 h ; la libération du virus est particulièrement rapide durant les 10 à 15 premières minutes.

Le taux optimal de matière virulente pour la production de virus à partir des cultures de cellules de rein de bovins, les cellules étant infectées dans la suspension au moment de leur ensemencement, est de 10<sup>2</sup> à 10<sup>3</sup> TCD<sub>50</sub> par ml. Le taux maximal de virus produit au 8<sup>e</sup> ou au 9<sup>e</sup> jour varie ensuite entre 10<sup>8,5</sup> et 10<sup>9,5</sup> TCD<sub>50</sub> par ml.

## Maladies bactériennes

- 69-200 **GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LEFEVRE (M.) et Collab. — Les mycobactéries d'origine animale isolées au Centre Muraz de 1965 à 1968. Techniques d'isolement et d'identification — Résultats.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 495-508.

Les auteurs soulignent tout d'abord l'importance des saisies pour tuberculose aux abattoirs de Bobo-Dioulasso. La fréquence de ces saisies a été de 9,61 p. 100 pour les bovins (82.961 animaux inspectés) et de 2,15 p. 100 pour les porcins (16.992 animaux contrôlés) au cours des années 1965 à 1968 incluses. Ils indiquent ensuite les techniques qu'ils ont utilisées pour les prélèvements, l'isolement et l'identification des mycobactéries. Enfin, ils exposent les résultats obtenus concernant les examens directs, les cultures et l'identification des mycobactéries isolées.

Parmi les 639 prélèvements reçus au Laboratoire, 298 cultures furent positives et 250 souches purent être identifiées.

*Mycobacterium bovis* est l'agent le plus fréquemment rencontré : 89,6 p. 100 des cas. *Mycobacterium tuberculosis* a cependant été isolé dans 5,2 p. 100 des cas et des mycobactéries atypiques dans 5,2 p. 100 des cas également. Aucune souche de *Nocardia farcinica* n'a été isolée. Ces résultats montrent la rareté du farcin et l'importance de la tuberculose bovine dans les régions dont les animaux étaient originaires.

Les auteurs concluent en faisant part de leur intention d'entreprendre une étude bactériologique dans les régions sahéliennes d'élevage où des enquêtes tuberculiques récentes ont montré que des liens devaient exister entre tuberculoses humaine et bovine. Ces recherches permettront de préciser les types de mycobactéries en cause et de mieux connaître l'épidémiologie de la maladie dans ces régions.

- 69-201 **MAILLOUX (M.). — Les leptospiroses ovines et caprines.** *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1969, **62** (3) : 508-16 (Résumé de l'auteur).

Les leptospiroses ovines et caprines existent au Maroc. Une enquête effectuée parmi des troupeaux apparemment sains a donné les résultats suivants :

Sur 616 moutons, 27,95 p. 100 ont un séro-diagnostic positif. Parmi les 388 chèvres étudiées, 27,27 p. 100 ont également un séro-diagnostic positif.

Les deux chiffres sont pratiquement identiques.

Parmi les sérotypes incriminés, *L. icterohaemorrhagiae*, de loin le premier, *L. canicola*, *L. ballum* et *L. pyrogenes* infectent le mouton.

Chez la chèvre, n'ont été rencontrés que *L. icterohaemorrhagiae* et *L. ballum*.

- 69-202 **BLANCOU (J. M.). — Traitement de la streptothricose bovine par une injection unique d'antibiotiques à haute dose.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (1) : 33-40.

Une injection intramusculaire unique de Pénicilline (75.000 U. l./kg de poids vif) associée à la Streptomycine (75 mg/kg de poids vif) guérit en 15 jours des bovins atteints de Streptothricose grave, dans 70 p. 100 des cas.

## Mycoplasmoses

- 69-203 **PERREAU (P.), GAYT (P.) et MONNIER (J.). — La méthode d'immunofluorescence et l'identification des mycoplasmes. Application au diagnostic de la péripneumonie.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 481-93.

L'application de la méthode d'immunofluorescence à l'identification des mycoplasmes et, en particulier à la recherche de *M. mycoides*, dans les cultures comme dans les

exsudats pathologiques et les lésions, est effectuée par les procédés classiques en utilisant soit des sérums expérimentaux anti-*mycoïdes*, soit des sérums de bovins malades naturels. Les résultats montrent que ce procédé est spécifique et que des réactions croisées ne sont pas à craindre avec les autres espèces de mycoplasmes rencontrées chez les ruminants si l'on s'entoure d'un minimum de précautions. Les conditions techniques de ces examens font l'objet d'une description détaillée.

- 69-204 **DAVIES (G.), STONE (S. S.), READ (W. C. S.). — Particularités comparatives de diverses souches de *M. mycoïdes*** (Comparative characteristics of various strains of *Mycoplasma mycoïdes*). *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1969, **1** (1) : 13-18.

Trois souches vaccinales de *M. mycoïdes* var. *mycoïdes* ont été injectées à des bovins sensibles. Deux d'entre elles ont produit d'importantes lésions pulmonaires après 3 à 5 passages.

Ces souches ainsi que d'autres reconnues virulentes ont été cultivées en bouillon tryptosé et divers paramètres étudiés en cours de culture.

Le résultat en est que le pouvoir pathogène d'une souche ne paraît pas constituer un caractère immuable propre et qu'il n'existait aucun autre caractère de croissance susceptible de permettre l'identification certaine d'une souche donnée.

- 69-205 **DAVIES (G.). — Particularités de croissance de la souche T<sub>1</sub> de *M. mycoïdes*** (Growth characteristics of the T<sub>1</sub> strain of *Mycoplasma mycoïdes*). *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1969, **1** (1) : 7-12.

En utilisant la technique de Miles et Misra pour compter les germes dans un milieu de culture, l'auteur a étudié le taux de croissance de la souche T<sub>1</sub> de *M. mycoïdes* dans divers milieux.

Une population maximale de  $5 \times 10^9$  C. F. U./ml fut constamment obtenue dans le bouillon de culture tryptosé et une de  $5 \times 10^8$  C. F. U./ml pendant au moins 3 à 4 jours. Le remplacement dans le milieu de culture du sérum porcin par du sérum bovin ne provoque aucune différence dans la croissance du germe.

Plusieurs milieux parurent maintenir de  $10^6$  à  $10^8$  C. F. U./ml pendant une période d'incubation de 8 semaines.

## Parasitologie

- 69-206 **GRABER (M.), BOUCHET (A.), FINELLE (P.), DESROTOUR (J.) et GRENGDABO (A.). — Le parasitisme du zébu dans l'Ouest de la République Centrafricaine. II. Parasitisme des bouillons et des adultes.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 509-19.

Dans l'Ouest de la R. C. A., les auteurs ont recueilli chez les zébus jeunes et adultes, 22 espèces parasites, associées entre elles, dont les plus pathogènes sont : *Fasciola gigantica*, *Oesophagostomum radiatum*, *Bunostomum phlebotomum*, *Haemoncus contortus*, *Cooperia punctata* et *Cooperia pectinata*.

Les « Strongyloses » sont chez le bouillon plus fréquentes et plus graves que chez l'adulte.

Le nombre d'animaux atteints est très élevé (plus de 90 p. 100) et les pertes directes ou indirectes paraissent importantes.

Outre les synergies parasitaires, les conditions climatiques font que les infestations sont pratiquement continues, ce qui complique sérieusement la prophylaxie à mettre en œuvre.

- 69-207 **GRABER (M.) et GRUYEL (J.). — Oribates vecteurs de *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810) du mouton dans la région de Fort-Lamy.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 521-27.

Les auteurs, après avoir donné quelques renseignements sur l'élevage de certaines espèces d'Oribates au laboratoire, signalent que, dans la région de Fort-Lamy *Unguizetes reticulatus* (WALLWORK, 1965), *Scheloribates fimbriatus* Thor *africanus* (WALLWORK, 1964), et *Scheloribates perforatus* (WALLWORK, 1964), sont susceptibles de transmettre à des moutons préalablement déparasités l'un des Cestodes les plus fréquents en Afrique centrale : *Moniezia expansa* (RUDOLPHI, 1810).



- 69-208 **BOUCHET (A.), GRABER (M.). — Etude de l'action anthelminthique du Tétramisole vis-à-vis des principaux Nématodes du veau de lait. Essais réalisés en milieu tropical humide.** *Cah. Méd. vét.*, 1969, **38** (5) : 156-64 (Résumé des auteurs).

Les essais d'anthelminthiques réalisés en République Centrafricaine permettent d'affirmer l'intérêt indiscutable du Tétramisole vis-à-vis des Nématodes du veau de lait.

A la dose de 5 mg/kg le médicament est actif vis-à-vis de *Neoscaris vitulorum* et des divers Strongles gastro-intestinaux.

Néanmoins en milieu tropical humide fortement infecté, cette posologie pourra être doublée.

Cette activité s'exerce également, mais dans une moindre mesure, vis-à-vis de *Strongyloides papillosus*. Le Tétramisole est bien toléré par voie buccale (Némicide buvable; Vadephen) et la marge de sécurité est importante puisque les premiers accidents mortels apparaissent vers 90 mg/kg.

Le traitement se traduit par une amélioration très nette de l'état général avec augmentation du nombre de globules rouges et du taux d'hémoglobine.

A la dose de 10 mg/kg, le gain de poids des animaux traités est très significatif, de l'ordre de 18 à 19 p. 100 supérieur au témoin.

Le Tétramisole, comme le Thiabendazole, constitue donc un anthelminthique de choix vis-à-vis des Nématodes du veau de lait et est susceptible d'être employé avec succès dans des campagnes de déparasitage systématique.

- 69-209 **GRABER (M.). — Essais de traitement en Afrique centrale du parasitisme gastro-intestinal du poulet au moyen du Tétramisole.** *Cah. Méd. vét.*, 1969, **38** (4) : 99-107.

L'auteur étudie en Afrique centrale le pouvoir anthelminthique du Tétramisole chez des poulets atteints d'infestation mixtes par Cestodes et Nématodes. Le médicament est inefficace dans les cas de téniasis. Par contre à 50 mg/kg, il est capable de détruire *Ascaridia styphlocerca*, *Subulura brumpti* et *Capillaria* sp. Pour *Strongyloides avium*, il faut donner au moins 110 mg/kg.

L'anthelminthique, dissout dans l'eau de boisson de préférence, est peu toxique et doit être recommandé en toute sécurité dans le traitement des hétérakidoses et des capillarioses aviaires (à l'exclusion de l'acuarirose).

- 69-210 **CORBA (J.), SCALES (B.), FROYD (G.). — L'effet du DI-tetramisole contre l'infestation des yeux par *Thelazia rhodesii* chez les bovins (The effect of DI-tetramisole on *Thelazia rhodesii* (Eye-Worm) in cattle).** *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1969, **1** (1) : 19-22.

Le produit administré *per os* à la dose de 15 mg/kg à des bovins naturellement infestés par *T. rhodesii*, avec kératoconjonctivite très étendue provoque une rapide guérison clinique.

Le dosage de la concentration du produit dans les larmes effectué 30-60-120 et 240 mn après son administration a montré qu'elle était supérieure à celle nécessaire pour provoquer, *in vitro*, un effet mortel tant sur la larve que sur le ver adulte.

## Trypanosomoses

- 69-211 **JADIN (J.), LE RAY (D.). — Acquisitions récentes dans les techniques de culture des trypanosomes africains.** *Ann. Soc. Belge Méd. trop*, 1969, **49** (4) : 331-40.

Les auteurs décrivent un milieu liquide monophasique permettant des récoltes massives des antigènes des *Trypanosomidae*, en particulier ceux du groupe de *Salivaria* et une méthode d'entretien de routine de cultures stables et abondantes. Ce milieu monophasique, dit milieu GLSH, contient en solution physiologique de Hanks, de l'hydrolysate de lactalbumine (5 p. 1.000) du sérum (10 p. 100) et de l'hémoglobine (4,5 p. 1.000).

- 69-212 **CLARKE (J. E.). — Taux d'infestation trypanosomienne de l'appareil buccal des mouches tsé-tsé de Zambie (Trypanosome infection rates in the mouthparts of zambian tsetse flies).** *Ann. Trop. Med. Parasit*, 1969, **63** (1) 15-34 (Traduction du résumé de l'auteur).

Dans le but d'évaluer le niveau d'infestation trypanosomienne des mouches tsé-tsé (*Glossina spp.*) en Zambie, les labres d'environ 20.000 spécimens, récoltés dans 11 loca-

lités très éloignées les unes des autres, ont été colorés et examinés. Les quatre espèces existant en Zambie étaient représentées.

On a trouvé qu'en général les mâles étaient plus fréquemment infestés que les femelles, mais il est probable que ce résultat a été biaisé par l'âge des échantillons de population. Les infestations causées par le groupe *Trypanosoma vivax* étaient plus fréquentes que celles causées par le groupe *T. congolense*.

Il n'y a pas de corrélation entre les variations du taux d'infestation dans les différentes localités et la température moyenne annuelle. Il existe par contre une corrélation positive entre ces taux d'infestation et la proportion de population de glossines qui se nourrissent sur les ruminants. Sauf dans une région, il n'a pas été observé de variations saisonnières dans le taux d'infestation. Dans un seul cas, ce taux dépendait nettement de la moyenne d'âge des mouches.

On estime que le niveau général d'infection des vertébrés par *G. morsitans* de Zambie est de l'ordre de 4 à 14 p. 100.

69-213 **WIESENHUTTER (E.). — Evaluation de la technique indirecte des anticorps fluorescents dans la trypanosomiase après chimioprophylaxie** (An evaluation of the indirect fluorescent antibody technique in bovine trypanosomiasis after chemoprophylaxis). *Z. Tropenmed. Parasit.*, 1969, **20** (2) 131-36.

Les titres des anticorps des sérums provenant de 4 zébus infestés par *Trypanosoma congolense* et de 4 zébus traités ont été étudiés en utilisant la technique indirecte des anticorps fluorescents.

Des échantillons de sang prélevé sur 81 bovins, 14 semaines après un traitement prophylactique, ont été séchés sur papier filtre, examinés suivant la même technique et les résultats ont été comparés avec les examens microscopiques d'étalement de sang provenant des mêmes animaux.

La technique indirecte des anticorps fluorescents s'est révélée plus précise que l'examen microscopique et utile comme méthode de diagnostic rapide dans la trypanosomiase bovine après chimioprophylaxie.

69-214 **FORD (J.). — Lutte contre les trypanosomiasis africaines : utilisation des terres** (Control of the African Trypanosomiasis with special reference to land use). *Bull. Org. mond. Santé*, 1969, **40** (6) : 879-92 (Résumé de l'auteur).

Les principes qui régissaient la lutte contre la trypanosomiase avant 1960 ne correspondent guère à la situation telle qu'elle se présente aujourd'hui. Cela s'explique en partie par la perte d'illusions concernant l'efficacité de panacées telles que la chimiothérapie de masse et la lutte intensive contre les vecteurs. Il faut désormais utiliser une nouvelle voie d'approche fondée sur le dépistage et la destruction de tous les foyers naturels d'infection ; cette conception inclut l'étude des réponses immunitaires des hôtes tant naturels qu'accidentels.

L'ancienne théorie selon laquelle on peut lutter contre la mouche tsé-tsé en planifiant l'utilisation des terres était erronée. Cette utilisation relève avant tout des habitants des territoires considérés, aidés par différentes catégories d'experts. Ce n'est qu'après que l'on a établi le programme optimal de développement économique que l'on devrait faire intervenir les spécialistes de la trypanosomiase.

Plutôt que de l'intensifier, il faudrait chercher à rendre la lutte contre la mouche tsé-tsé plus efficace. A cet effet, les mesures appliquées devraient avoir pour but a) d'empêcher la maladie de dépasser certaines limites tolérables, compte tenu de la compétence des services d'endiguement, sans toutefois entraver le développement économique et b) d'assurer que la trypanosomiase continue à exercer une influence bénéfique sur l'écologie en maintenant un équilibre entre les ressources naturelles du continent africain et la dépense d'énergie de ses habitants, en attendant la mise en œuvre de nouvelles mesures économiques et sociales intégrées dans l'évolution culturelle des populations locales.

L'auteur passe en revue les aspects de la trypanosomiase dont il faudrait tenir compte (ce qui n'est pas le cas) lors de tout essai de planification. A l'époque précoloniale, l'adaptation à l'infection se faisait à la fois sur le plan écologique et physiologique, c'est-à-dire que l'utilisation des terres se modelait sur la « carte » de la maladie et que, dans les endroits où la mise en valeur du sol impliquait un étroit contact avec le vecteur, on voyait se développer des immunités partielles ou complètes. Ces deux formes d'adaptation ont disparu entre 1885 et 1920. En dehors de la zone de dispersion des glossines du groupe *palpalis*, les principales populations humaines et bovines n'ont que peu de contact avec le vecteur et échappent généralement à l'infection. La régulation du nombre des bovins s'effectue donc plus par la famine que par la maladie ; c'est ce que démontre la comparaison entre les courbes de croissance des populations de bétail en Tanzanie et en Rhodésie. En Afrique occidentale, où sévit le groupe *palpalis*, les humains

et le bétail sont constamment infectés. Ce dernier est contraint à des migrations périodiques et la trypanosomiase intervient directement pour limiter l'importance des troupeaux. Les animaux s'adaptent beaucoup mieux à l'infection et sont beaucoup moins exposés aux hécatombes périodiques catastrophiques dues à la famine.

Le rôle possible du bétail dans le déclenchement d'épidémies dans certaines régions mérite d'être envisagé. On s'est très peu intéressé jusqu'à présent à l'étude de la coïncidence entre les épidémies et les épizooties. L'auteur cite un exemple pris à Busoga-Bukedi en Ouganda. Les infections humaines sporadiques constatées dans la vallée du Zambèze peuvent être dues à des foyers naturels très limités qui se créent lorsque des humains occupent provisoirement une région qui est l'habitat de céphalophes.

Le problème de la trypanosomiase a pour origine un conflit entre plusieurs systèmes écologiques. La flore et la faune naturelles entrent en compétition pour l'occupation des terres avec les systèmes écologiques artificiels créés par des collectivités humaines se trouvant à des stades différents de développement culturel. Ce qu'il faudrait, c'est permettre que cette confrontation se poursuive en provoquant chez l'homme et le bétail domestique un minimum de morbidité et de mortalité, et que soient préservés en même temps les avantages que peuvent présenter les réservoirs de trypanosomiase animale. Pour y parvenir, trois conditions essentielles sont à remplir. La première est de connaître de façon approfondie les foyers naturels d'infection de la trypanosomiase ; ce qui implique de nouvelles recherches sur le terrain utilisant le plus possible les techniques d'enquête récemment mises au point et encore peu employées. La seconde est de connaître les possibilités d'utilisation des terres des zones à glossines et l'ordre des priorités en matière de développement. On pourrait, dans un premier stade, mettre en regard la gamme des possibilités de mise en valeur du sol et les cartes de répartition des mouches tsé-tsé. La troisième et la plus importante de ces conditions est de trouver un moyen d'intégrer toutes les données nécessaires en vue de mettre sur pied des programmes équilibrés de lutte contre la trypanosomiase. Le moment semble venu de recourir aux services d'épidémiologistes-mathématiciens pour étudier la trypanosomiase sur un plan général et local.

Ce n'est que lorsque ces conditions seront remplies qu'il sera possible de formuler des directives fondées sur des données scientifiques et applicables à n'importe quelle situation nouvelle qui pourrait surgir au cours du développement politique et économique du continent africain.

## Entomologie

69-215 **FORD (J.). — Le comportement des mouches tsé-tsé envers l'homme et le bœuf et sa signification épidémiologique** (Feeding and other responses of tsetse flies to man and ox and their epidemiological significance). *Acta Tropica*, 1969, **26** (3), 249-64 (Résumé de l'auteur).

Le présent travail part de l'idée qu'une étude du comportement de la mouche tsé-tsé vis-à-vis de deux hôtes différents, l'homme et le bœuf, rencontrés simultanément dans des alentours différents, peut mener à une meilleure compréhension des attitudes divergentes d'une même espèce de tsé-tsé confrontée à l'homme dans deux régions différentes. Sur le territoire de Yankari, dans le nord du Nigeria, *Glossina morsitans submorsitans* s'attaque aussi souvent à l'homme qu'au bœuf, à moins que les deux ne soient en présence l'un de l'autre. Dans la région d'Ilorin, au sud du Niger, l'homme est rarement piqué, bien que *G. m. submorsitans* soit très abondante dans les parages de la route de bétail. Il en résulte que le risque d'infection y est extrêmement faible, d'autant plus que bon nombre de mouches qui se nourrissent de sang humain sont des mâles nouvellement éclos et par conséquent non vecteurs de trypanosomes.

L'observation minutieuse du comportement de chaque mouche capturée, l'évaluation de sa teneur en lipides et le test de l'usure des ailes mènent à la conclusion que là où *G. m. submorsitans* s'est habituée au sang des animaux domestiques, elle a perdu en même temps la tendance à s'attaquer à l'homme. Font exception les mâles jeunes qui prennent leur premier repas sanguin et les mâles plus âgés qui sont près de mourir par inanition.

Des expériences avec *G. tachinoides* et avec *G. palpalis* tendent à appuyer les conclusions tirées pour *G. m. submorsitans*.

Nous voyons donc la possibilité d'une nouvelle précision du rôle épidémiologique de la mouche tsé-tsé, d'un côté par une observation méticuleuse du comportement individuel et de l'autre par une simple analyse du stade de nutrition.

- 69-216 **NASH (T. A. M.). — Création et entretien en circuit fermé d'un important élevage de mouches tsé-tsé (*Glossina spp.*)** (The establishment and value of large, self-maintaining colonies of tsetse flies (*Glossina spp.*). *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1969, **1** (1) : 1-6.

Après avoir brièvement signalé les difficultés rencontrées par les premiers expérimentateurs désireux de créer des élevages importants de glossines, l'auteur décrit les méthodes qui lui ont permis de réussir cet élevage à Langford (Angleterre) pour *Glossina austeni* et *morsitans*, et les résultats (très positifs) obtenus. Il insiste sur la valeur pratique de tels élevages dans la recherche sur les trypanosomiasés, sur les glossines elles-mêmes (biologie, attractifs, répulsifs, insecticides, travaux pratiques d'enseignement, etc...) sans oublier l'éventuelle possibilité de lutter contre les tsé-tsé à l'aide de mâles stériles.

## Chimiothérapie — Thérapeutique

- 69-217 **MARSBOOM (R.). — Pharmacologie de l'Azapérone, neuroleptique utilisé pour la contention des animaux sauvages** (On the pharmacology of azaperone, a neuroleptic used for the restraint of wild animals). *Acta Zool. Path.*, Anvers, 1979 (48) : 155-61 (Résumé de l'auteur).

L'utilisation de flèches contenant un neuroleptique, l'Azapérone et un analgésique, le Fentanyl, permet la capture et l'immobilisation d'animaux sauvages. Les propriétés pharmacologiques du neuroleptique sont décrites. L'Azapérone est un sédatif puissant à action constante. Les effets secondaires et la toxicité sont négligeables aux doses thérapeutiques.

## Physiologie

- 69-218 **SIEBERT (B. D.), MACFARLANE (W. V.). — Teneur en liquide corporel et consommation d'eau des bovins tropicaux : *Bos taurus*, *Bos indicus*, *Bibos banteng* et *Bos bubalus bubalis*** (Body water content and water turnover of tropical *Bos taurus*, *Bos indicus*, *Bibos banteng* and *Bos bubalus bubalis*). *Aust. J. Agric. Res.*, 1969, **20** (3) : 613-22.

La consommation d'eau, évaluée chez cinq types de bovins, a été moins importante chez le Banteng durant l'hiver.

On a trouvé les plus grandes consommations d'eau (848 ml/10<sup>0,82</sup>/24 h) chez des vaches Shorthorn pendant l'été aride, lorsque la nourriture était abondante.

Dans les régions tropicales humides, cependant, le buffle a utilisé plus d'eau que le Shorthorn *Bos taurus*, tandis que les souches de *B. indicus* ont consommé significativement moins d'eau sur le même pâturage.

Il y avait un accroissement dans la teneur en liquide corporel et une réduction des éléments solides, en été par rapport à l'hiver chez tous les bovins, tandis que la consommation d'eau s'élevait avec l'augmentation de la température, l'humidité et l'apport de nourriture.

Après la sécheresse, les Shorthorn ont pris 40 p. 100 de poids vif, tandis que l'eau du corps augmentait seulement de 4,5 p. 100 comme ils engraisaient.

Des bouvillons Shorthorn sur pâturage amélioré de luzerne Townsville pendant la saison humide contenaient 48 p. 100 d'éléments solides en plus mais pesaient seulement 11 p. 100 de plus que les bovins entretenus sur végétation naturelle, consommant de plus grandes quantités d'eau.

## Alimentation — Carences — Intoxications

- 69-219 **GONÇALVES (A. C. B.), MENDES (A. M.). — Mycotoxines dans les aliments destinés aux animaux** (Micoloxinas em alimentos destinados a animais). *Revta Cienc. vet. Lourenço Marques*, 1968, **1** (1) série A : 71-79.

Les premiers résultats de recherche d'aflatoxine dans les moutures de graines de coton et d'arachide sont décrits.

Treize échantillons sur quarante-cinq se sont révélés positifs. Les analyses de laboratoire se poursuivent mais ces résultats préliminaires doivent être pris en considération pour lutter contre les aflatoxicoses au Mozambique.

69-220 **LAWS (L.). — Toxicité de *Crotalaria mucronata* pour les moutons** (Toxicity of *Crotalaria mucronata* to sheep). *Aust. vet. J.*, 1968, **44** (10) : 453-55 (Traduction du résumé de l'auteur).

Les feuilles de *Crotalaria mucronata* sont toxiques pour les moutons. Une seule dose d'environ 1 livre de feuilles fraîches introduite dans le rumen est mortelle pour des moutons mérinos adultes d'un poids vif d'environ 80 livres.

Après l'administration, l'état des moutons reste normal durant plusieurs heures puis survient une dyspnée aiguë et de l'épuisement et l'animal meurt quelques minutes après l'apparition des symptômes. Les lésions les plus marquantes consistent en œdème et congestion avec hémorragie pulmonaire, hydrothorax et hydropéricarde.

Le principe toxique des feuilles ne paraît pas être affecté par le séchage à 65 °F ( $\approx 30$  °C) durant 13 h.

69-221 **DEMARQUILLY (C.). — Valeur alimentaire du maïs fourrage. I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied.** *Ann. Zootech.*, 1969, **18** (1) : 17-32 (Résumé de l'auteur).

Au cours de trois essais effectués en 1964 et 1966, nous avons mesuré l'évolution de la composition, de la digestibilité et de l'acceptabilité de la plante de maïs et de ses constituants (tiges + feuilles et épi + spathes) depuis le tout début du stade laitieux jusqu'au stade virieux.

La part de l'épi (avec ses spathes) dans la plante augmente de façon importante : elle passe de 45 à 65 p. 100 environ alors que la proportion de tiges + gaines diminue de 40 à 25 p. 100 et que la proportion de limbes passe de 15 à 10 p. 100. Dans le même temps, la teneur en matière sèche de la plante augmente régulièrement passant de 22 à 30 p. 100 environ.

Le coefficient de digestibilité de la matière organique de la plante entière a été très constant dans chaque essai : respectivement en moyenne de 75,0-79,1 et 72,3 dans les essais 1, 2 et 3. Avec l'avancement du stade de maturité, l'augmentation, dans la plante entière, de la part de l'épi dont la digestibilité est élevée et constante (84 p. 100) compense donc la diminution du coefficient de digestibilité de la matière organique du reste de la plante qui passe de 70 à 60 p. 100 environ.

La digestibilité de la matière organique de la plante de maïs et, par là, sa valeur énergétique (0,80-0,95 UF/kg MS), ne peut être estimée de façon satisfaisante qu'à partir de la teneur en épi dans la plante entière après le stade pâteux.

La quantité de matière sèche ingérée par les moutons est très constante et semble indépendante du stade de maturité et de la teneur en matière sèche du maïs offert : elle est de l'ordre de 55 g/kg P<sup>0,75</sup> pour la plante entière et les tiges + feuilles ; elle est beaucoup plus faible (21,7 g) pour l'épi.

Le fait de distribuer une petite quantité (200 g) de foin de luzerne aux moutons entraîne une légère diminution (10 p. 100) de la quantité de plante entière ou de tiges + feuilles ingérée, mais une augmentation importante (21,7 à 37,1 g/kg P<sup>0,75</sup>) de la quantité d'épis ingérée.

69-222 **GALT (H. D.) et Collab. — Composition botanique de la ration de bouvillons alimentés sur pâturage désertique** (Botanical composition of diet of steers grazing a desert grassland range). *J. range mgmt.*, 1969, **22** (1) : 14-19.

Des bouvillons avec fistule du rumen élevés sur pâturage désertique en Arizona ont été utilisés pour étudier la composition botanique de leur ration.

Pour la plupart des espèces végétales du régime, cette composition a été déterminée qualitativement et quantitativement au moyen d'une technique microscopique.

Elle a varié de façon qualitative et quantitative durant les quatre mois de la période d'observation.

Non seulement la quantité de certaines espèces fourragères a été modifiée avec le temps mais à la fin de l'automne et au début de l'hiver on trouve certains arbustes et cactus. La composition des espèces prélevées dans le rumen diffère nettement en quantité par rapport au fourrage disponible.

Les bouvillons choisissaient non seulement les espèces de plantes disponibles mais aussi la partie de la plante qu'ils pâturaient. La teneur en protéine brute des prélèvements du rumen a été nettement plus importante que celle qui était estimée en se basant sur une moyenne des proportions des espèces de plantes prédominantes dans la ration et les valeurs en protéines de ces espèces coupées à la main.

La teneur en protéine plus importante dans les prélèvements du rumen semble due au choix des animaux pour des parties spécifiques de la plante.

Ces résultats reflètent la difficulté d'estimation de la teneur en protéine brute de la ration de bouvillons alimentés moitié sur pâturage, moitié avec des plantes coupées à la main.

De plus, les estimations obtenues par l'observation des bouvillons au pâturage donnaient une information qualitative générale sur le choix des espèces, mais de telles estimations n'ont pas été sûres au point de vue quantitatif.

69-223 **LEROY (A. M.). — Influence de la quantité d'énergie métabolisable apportée par la ration par gramme de matière sèche sur le rendement en énergie nette de l'énergie métabolisable.** *Wid. Rev. Anim. Prod.*, 1969, 5 (21) : 87-94 (Résumé de l'auteur).

Dans un précédent article de la *World Review of Animal Production* (Vol. 15, 1967), nous avons montré avec preuves à l'appui, que le rapport de l'énergie nette à l'énergie métabolisable d'une ration était en relation directe avec la quantité d'énergie métabolisable apportée par gramme de matière sèche ingérée.

Si l'on fait subir aux rapports  $\frac{\text{Energie nette}}{\text{Energie métabolisable}}$ , mesurés expérimentalement, une correction positive ou négative, selon que le coefficient  $k$  correspondant à chaque expérience s'éloigne plus ou moins de la valeur moyenne de ce coefficient pour l'ensemble des essais, les points représentant les couples des données

$\frac{\text{Energie nette}}{\text{Energie métabolisable}} \times 100$  et Energie métabolisable par g de matière sèche s'alignent sur une courbe régulière, dont la concavité est tournée vers l'axe des abscisses.

Dans une première partie, nous avons vérifié qu'il en est de même pour tous les résultats d'expériences de métabolisme que nous avons pu recueillir, entreprises sur des bovins et des ovins en période de croissance ou d'engraissement. Le graphique 1 montre le parfait alignement des points représentant les couples de données. Aucune différence ne permet de séparer les résultats obtenus pour les vaches en lactation de ceux des autres animaux.

Dans une deuxième partie, nous avons cherché à établir la portée générale de cette loi. Pour cela, nous avons comparé les résultats d'expériences du métabolisme énergétique, effectuées sur des porcs, des lapins, des rats et des volailles, et nous avons calculé dans chaque cas le rapport  $\frac{\text{Energie nette} \times 100}{\text{Energie métabolisable}}$  après avoir fait subir une correction pour ramener les résultats à un même coefficient  $k$  de 0,90.

Cela nous a permis de construire le graphique 2, qui montre avec évidence que toutes les espèces animales obéissent sur ce point à la même règle.

C'est donc bien la concentration en énergie métabolisable par gramme de matière sèche dans la ration qui détermine la grandeur du rapport de l'énergie nette à l'énergie métabolisable.

Dans la troisième partie nous avons montré qu'il était possible de se servir de ces observations pour obtenir une nouvelle méthode de calcul de rationnement permettant de fournir à un animal placé dans des conditions déterminées d'entretien et de production, la quantité d'énergie dont il a besoin. 3 exemples concernant des calculs de rationnement pour vaches laitières, pour porcs à l'engrais et pour poules pondeuses, montrent à la fois la simplicité et la souplesse d'adaptation de cette méthode qui a le mérite de pouvoir s'appliquer à tous les animaux, sans distinction d'espèce ni d'âge.

69-224 **FERRANDO (R.), RAYNAUD (J. P.). — Un nouveau produit de la famille quinoxaline-di-N-oxydes, facteur de croissance chez le veau de boucherie.** *Rec. Méd. vét. Alfort*, 1969, 145 (7) : 725-45 (Résumé des auteurs).

On a examiné sur 104 veaux de boucherie, mâles FFPN, 11 ou 12 par régime, l'efficacité d'un composé de la famille des quinoxaline-di-N-oxydes, GS-6244 ou Carbadox, aux doses de 5 à 50 ppm dans l'aliment.

Par rapport à un régime non supplémenté, le produit, à la dose de 20 ppm, améliore le gain de poids de 5 kg par veau au moment où cesse l'alimentation.

Par rapport à un régime de référence : Terramycine 50 ppm + Furoxone (100 ppm pendant 2 semaines et plus rien ensuite) le produit utilisé à 50 puis à 25 ppm améliore le gain de poids de 9,6 kg par veau au même moment.

En ce qui concerne l'indice de consommation, les améliorations sont équivalentes et encore plus importantes si l'on tient compte de l'aliment distribué et non simplement absorbé, car la diminution des refus est notable.

Les diarrhées sont réduites dans les régimes supplémentés avec le GS-6244. Les résultats justifient une supplémentation à taux élevé pendant la première période

(50 ppm) suivie d'un taux moindre (25 ppm) jusqu'avant l'abattage. Les rendements et les qualités de la viande sont égaux ou améliorés.

Le bilan financier, synthèse de toutes les valeurs précédentes, fait apparaître un bénéfice brut qui montre la supériorité de la supplémentation de l'aliment par le produit au taux 50 ppm pendant 2 semaines puis de 25 ppm par la suite.

69-225 **BARTHA (R.). — Influence de l'alimentation et du climat sur la croissance des veaux zébu-Azaouak** (Einfluss von Ernährung und klima auf das Wachstum des Zebu-Azaouak-kalbes). *Sonderdr. Mitt. Tierhaltung*, 1969 (119).

L'auteur, après avoir rapidement précisé les modalités de l'élevage traditionnel des veaux zébu-Azaouak, expose les résultats qu'il a obtenus en alimentant suivant les normes classiques, dix veaux âgés au départ de 40 jours

En 3 mois, le total de l'accroissement pondéral moyen a été, par sujet, de 40 kg avec, pour l'animal le mieux adapté, un gain moyen journalier de 582 g.

L'influence de la température ambiante, dès qu'elle atteint 40° se manifeste par le ralentissement du développement bien que l'appétit soit resté le même.

La corrélation qui existe entre la température et le gain de poids quotidien est :  $r = 0,77$ .

Enfin les veaux ayant montré les meilleures aptitudes à l'accroissement pondéral ont été ceux qui, par la suite, retournés au pâturage naturel, ont eu le développement le meilleur.

N. D. L. R. — Regrettons toutefois l'absence de toute indication sur le gain pondéral journalier moyen de veaux élevés suivant les coutumes traditionnelles, ce qui empêche de voir l'intérêt économique qu'il peut y avoir à alimenter des veaux zébu-Azaouak suivant les normes européennes.

69-226 **FERRANDO (R.), RAYNAUD (J. P.). — Expérimentation en France d'un produit de la famille quinoxaline di-N-oxydes, facteur de croissance chez le porc charcutier** (1<sup>re</sup> note). *Rec. Méd. vét. Alfort*, 1969, **145** (6) : 575-95 (Résumé des auteurs).

Des essais ont été effectués sur le porc avec un nouveau facteur de croissance non antibiotique de la famille « Quinoxaline-di-N-oxydes », le Carbadox (Pfizer).

Les résultats obtenus, tant aux Etats-Unis, sur 699 porcs, qu'en France, sur 184 porcs, sont comparables et se complètent. L'amélioration du gain moyen quotidien et des indices de consommation sont respectivement de 7-8 à 17 p. 100 et de 2-6 à 15 p. 100.

L'étude du bilan financier, effectuée pour l'une des expériences réalisées en France dans les conditions de la pratique de l'élevage, fait apparaître un résultat favorable au nouveau facteur de croissance.

L'étude de la qualité charcutière effectuée pour l'une des expériences montre qu'elle n'est pas défavorable pour le régime supplémenté.

Si son emploi est autorisé, cette substance serait employée exclusivement en alimentation animale.

## Pâturages — Plantes fourragères

69-227 **PIOT (J.). — Végétaux ligneux et pâturage des savanes de l'Adamaoua au Cameroun**. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 541-59.

De graves problèmes d'envahissements ligneux sur les pâturages de l'Adamaoua en général rendent d'actualité cette étude des savanes arbustives et arborées qui couvrent le plateau.

L'auteur étudie trois aspects essentiels de cette vaste question.

- 1° Action des feux sur la végétation ligneuse.
- 2° Rôle de l'intensité de la charge en bétail sur cette même végétation.
- 3° Valeur pastorale des éléments ligneux des terrains de parcours.

Des conclusions sont données visant à définir une politique des feux en matière forestière, et surtout pastorale et également sont proposées des bases d'aménagement sylvo-pastoral dans l'optique de l'inévitable évolution de l'élevage vers des formes moins extensives.

69-228 **BRYAN (W. W.). — *Desmodium intortum* et *Desmodium uncinatum*** (*Desmodium intortum* and *Desmodium uncinatum*). *Herb. Abstr.*, 1969, **39** (3) : 183-91.

L'auteur passe en revue les différentes études faites sur deux légumineuses tropicales, *D. intortum* et *D. uncinatum* : description de l'espèce, distribution naturelle, climat, sols, reproduction, semis, compatibilité avec les herbes, nutrition, symbiose avec les *Rhizobium*, production azotée, valeur nutritive, toxicité, rendement, données concernant la pâture, maladies.

De réels progrès ont été réalisés dans la connaissance des réactions de *D. intortum* et *D. uncinatum* vis-à-vis des *Rhizobium* et relatives à leur nutrition, leur système de reproduction et leurs besoins.

Ces plantes fixent des quantités appréciables d'azote et leur valeur nutritive est bonne. Leur association avec d'autres herbes et leur rendement sont satisfaisants.

Il est nécessaire d'effectuer d'autres études sur l'aménagement de ces espèces en pâturage et d'obtenir une meilleure évaluation de leur contribution à la production animale.

Cependant, la valeur de ces espèces en pâturage est démontrée par leur utilisation accrue, particulièrement en Australie.

Dans ce pays, elles couvrent déjà des milliers d'acres et une industrie établie fournit actuellement environ 15.000 livres de graines par an.

Il est à remarquer qu'elles n'ont pas été génétiquement améliorées.

Cependant une plus grande résistance aux maladies, à la sécheresse et au froid serait souhaitable.

69-229 **PORTUGAL (A. VAZ), COSTA (E. RAMOS da). — L'herbage dans la production ovine des pays méditerranéens** (Grassland in the sheep production in the mediterranean countries). *Wld Rev. Anim. Prod.*, 1968, **4** (19-20) : 110-14.

La production fourragère, conditionnée techniquement et économiquement par un milieu défavorable étant insuffisante, les moutons doivent tirer le meilleur profit de ce que le milieu peut leur offrir. Il sera donc nécessaire de faire coïncider les périodes de production maximale et de valeur nutritive élevée de l'herbage avec celles où les besoins alimentaires des animaux sont les plus importants (gestation, lactation, croissance, etc...) La conjonction de ces deux conditions contribuera à la réussite de l'exploitation par l'accroissement du rendement économique. La conduite des troupeaux est un art. Elle doit devenir une véritable science.

Les facteurs dont il faut tenir compte sont :

— L'amélioration des pâturages en essayant les espèces végétales, les graminées et les légumineuses et les associations les plus adaptées au milieu et en cultivant de préférence les meilleurs écotypes de façon à accroître la production de MS/ha dans les zones où cette production se justifie économiquement ;

— Une politique d'aménagement du pâturage pouvant réaliser ou s'approcher d'un rapport équilibré plante/animal, malgré les conditions climatiques défavorables ;

— L'amélioration de la nutrition pour faciliter la conversion des aliments en produits animaux (viande, lait, laine) soit par une réduction de la quantité de matière sèche ingérée par unité de temps, soit par un meilleur équilibre entre les divers composants de l'aliment ;

— Une politique permettant d'utiliser l'herbage excédant les besoins immédiats des animaux ;

— La protection des animaux contre les conditions climatiques défavorables.

Ce sont les lignes générales de la situation concernant l'utilisation du pâturage pour les ovins des régions méditerranéennes.

69-230 **MUSANGI (R. S.). — Utilisation de pâturages améliorés en Ouganda.** I. Bouvillons (The utilization of improved pastures in Uganda. I. Beef steers). *E. afr. agric. for J.*, 1969, **34** (3) : 306-11.

- L'étude de l'utilisation de l'herbage par 12 bouvillons Frisons et 12 Nganda entretenus sur pâturages tropicaux dans le centre de l'Ouganda est décrite.

Il en résulte que la ration d'herbage dépend largement de sa digestibilité et du format des animaux en cause.



- 69-231 **WALKER (B.)**. — **Action de l'engrais azoté sur les pâturages naturels dans l'ouest de la Tanzanie** (Effects of nitrogen fertilizer on natural pastures in Western Tanzania). *Expl. Agric.*, 1969, **5** (3) : 215-22 (Traduction du résumé de l'auteur).

A Ukiriguru, dans l'ouest de la Tanzanie, l'effet de trois doses différentes de sulfate d'ammonium a été comparé sur pâturages naturels de sols hardpan.

L'engrais azoté a augmenté de façon notable les rendements en matière sèche, et à charge élevée, la croissance des bovins entretenus sur pâturages traités différemment a varié suivant la quantité de matière sèche disponible.

- 69-232 **EL BARADI (T. A.)**, — ***Ricinus communis* L.** (Castor bean (*Ricinus communis* L.)). *Trop. Abstr.*, 1969, **24** (9) : 567-72.

L'auteur passe en revue les caractéristiques de *Ricinus communis* L. : origine, description botanique, variétés, répartition.

Les conditions de culture nécessaires : climat, sols, espaces, engrais, irrigation sont notées ainsi que les parasites et les maladies de la plante. La production varie considérablement suivant les pays. Des rendements de 2 t de graines par hectare ont été obtenus au Brésil, en Colombie et aux Etats-Unis alors qu'en Inde la moyenne n'atteint que 250 kg/ha.

Les nombreuses utilisations de l'huile extraite des graines dans la fabrication de produits industriels sont énumérées.

Les tourteaux obtenus contiennent environ 73 p. 100 de protéines mais aussi 5 à 6,6 p. 100 de ricin, substance très toxique. Cependant un procédé a été mis au point au Brésil pour supprimer le principe toxique des tourteaux et les rendre utilisables dans l'alimentation du bétail comme complément de protéines.

L'article fait référence à 43 études réalisées sur *Ricinus*.

- 69-233 **ANDREASI (F.) et Collab.** — **Etude des éléments minéraux dans les plantes fourragères de régions délimitées de l'Etat de São Paulo. I. — Calcium, phosphore et magnésium** (Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de áreas delimitadas do estado de São Paulo. I. calcio, fosforo e magnésio). *Revta Fac. Med. vet. S. Paulo*, 1966-67, **7** (3) : 583-604.

Une étude a été faite sur la teneur en calcium, phosphore et magnésium de trois des herbes les plus répandues :

*Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf et *Melinis minutiflora* récoltées dans des régions délimitées de l'Etat de São Paulo (Brésil).

Les échantillons ont été récoltés sur les différents types de sols et pendant les saisons sèche et humide.

Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi :

a) *Calcium*.

*Hyparrhenia rufa* qui a montré la teneur en calcium la plus élevée, 0,45 p. 100, en saison sèche, ne diffère de façon significative, que de *Melinis minutiflora* qui s'est révélée la plus pauvre en calcium, 0,27 p. 100, en saison des pluies.

Cependant, en saison humide, les taux de calcium des trois graminées étudiées étaient uniformément et significativement faibles par rapport à ceux observés durant la saison sèche.

b) *Phosphore*.

La répartition de cet élément dans les graminées n'était pas semblable. Il y avait une différence significative entre *Panicum maximum* et *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf mais non entre le premier et *Melinis minutiflora*.

Des différences significatives ont été vérifiées selon les saisons — valeurs plus élevées en saison des pluies — ainsi que des interactions.

En saison sèche, les teneurs en phosphore étaient les plus basses dans les trois plantes fourragères. Mais, durant la saison des pluies, ces teneurs se sont élevées jusqu'à atteindre rapidement les valeurs normales.

c) *Magnésium*.

La valeur la plus élevée a été obtenue pour la concentration en magnésium de *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf dont les taux — 0,36 p. 100 et 0,26 p. 100 — au cours des saisons sèches et humides respectivement, ne différaient significativement que de ceux de *Melinis minutiflora*.

Les taux les plus élevés de magnésium ont été obtenus en saison sèche comme pour le calcium et contrairement au phosphore.

En analysant les résultats obtenus, il semble que les teneurs en calcium et en magnésium des herbes récoltées dans la région délimitée présentaient une concentration optimale pour les besoins nutritifs des animaux maintenus sur pâturages où un minimum de calcium — 0,15 p. 100 à 0,20 p. 100 — et de magnésium — 0,2 p. 100 — est fourni.

Cependant, des taux déficitaires en phosphore trouvés dans ces plantes fourragères, en saison sèche, ont confirmé des études précédentes. Des compléments en sel et en phosphore doivent être apportés.

- 69-234 **ANDREASI (F.) et Collab. — Etude des éléments minéraux dans les plantes fourragères de régions délimitées de l'Etat de São Paulo. II. Sodium et potassium** (Levantamento dos elementos minerais em plantas forrageiras de areas delimitadas do estado de São Paulo. II. Sodio e potassio). *Revta Fac., Med. vet. S. Paulo*, 1966-67, **7** (3) : 605-14.

Des déterminations de cations — sodium et potassium — de trois graminées : *Panicum maximum*, *Hypparrhenia rufa* (Nees) Stapf et *Melinis minutiflora* ont été effectuées. Les échantillons ont été prélevés durant la saison sèche et la saison des pluies sur différents types de sols de régions délimitées de l'Etat de São Paulo.

D'après l'analyse des résultats, les teneurs en sodium étaient semblables pour les trois herbes étudiées.

Cependant, l'analyse statistique a montré qu'il existait des différences de teneurs en sodium — valeurs les plus élevées en saison sèche — pour les trois plantes fourragères. Les faibles concentrations de cet élément font penser à une présence insuffisante dans le sol pour permettre son transfert dans la plante.

D'autre part, la répartition du potassium dans les trois échantillons d'herbages était différente et de même il y avait des différences entre les saisons sèches.

Alors que la concentration en sodium diminuait en saison des pluies, les teneurs en potassium augmentaient durant cette même saison.

## Zootechnie

- 69-235 **SERRES (H.). — L'engraissement des zébus dans la région de Tananarive selon la technique du « bœuf de fosse ».** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (4) : 529-39.

Aux environs de Tananarive on engraisse des zébus maigres en les plaçant dans des « fosses » creusées à flanc de pente autour des villages. De décembre à mars les animaux sont nourris d'herbe, ensuite de mars à juillet de repousses de riz, feuilles de patates et manioc. Les animaux deviennent très gras avec un rendement en carcasses atteignant 65 p. 100. Cette activité associée à la riziculture devrait être multipliée, mais il semble que l'exiguïté des propriétés soit, dans la région considérée, un facteur limitant.

- 69-236 **FAHMY (M. H.) et Collab. — Croisement de moutons en milieu semi-aride** (Crossbreeding of sheep under semi-arid conditions). *Anim. Prod.*, 1969, **11** (3) : 351-60 (Traduction du résumé des auteurs).

Des observations ont été effectuées sur 3.028 agneaux nés au cours de cinq années consécutives de 1961 à 1966 à la station de recherches sur le désert de Ras-El-Hekma dans le désert égyptien de la côte ouest. Les races étudiées sont les Mérinos hongrois, Awassi syrien, le mouton originaire de Barki, et neuf de leurs croisements. Les caractéristiques étudiées sont les poids à la naissance, au sevrage et à un an, le gain moyen journalier avant et après le sevrage et le poids à un an de la toison en suint.

L'influence de la race, de l'année de naissance, du sexe, de l'âge de la mère et du type de mise bas sur ces caractéristiques est recherchée.

Les résultats obtenus montrent que les agneaux Barki surpassent les Mérinos dans toutes les caractéristiques se rapportant à la croissance corporelle.

Par contre, les agneaux Mérinos sont supérieurs aux Barki pour le poids de la toison. Les agneaux Barki surpassent les Awassi en tout sauf en ce qui concerne les poids à la naissance et au sevrage.

Pour toutes les caractéristiques, sauf pour le gain de poids avant sevrage, le premier croisement 1/2 Mérinos 1/2 Barki est nettement supérieur à tous les autres croisements et aux races pures.

Les deux produits de troisième croisement 3/8 Mérinos × 5/8 Barki et 5/8 Mérinos × 3/8 Barki, se ressemblent quant aux caractères de production et sont légèrement inférieurs au premier croisement.

Les deux derniers croisements, 1/4 Mérinos  $\times$  3/4 Barki et 3/4 Mérinos  $\times$  1/4 Barki, sont nettement différents l'un de l'autre, le premier étant meilleur que le dernier. Le groupe 3/8 Mérinos est proposé pour le développement d'une nouvelle race de moutons pour les régions semi-arides.

L'influence des facteurs du milieu sur les six caractéristiques étudiées est très significative sauf pour l'effet du sexe sur le poids de la toison et l'influence de l'âge de la mère et du type de mise bas sur la croissance, du sevrage à l'âge de 1 an. Le facteur le plus important affectant les différentes caractéristiques est l'année de naissance.

Le type de mise bas et l'âge de la mère sont des sources importantes de variation seulement pour les caractéristiques étudiées jusqu'à l'âge du sevrage, mais ont peu d'importance ensuite. L'influence du sexe est nette seulement sur le poids à un an.

69-237 **FAHMY (M. H.) et Coliab. — Paramètres génétiques de moutons Barki élevés en milieu semi-aride** (Genetic parameters of Barki sheep raised under semi-arid conditions). *Anim. Prod.*, 1969, **11** (3) : 361-67 (*Traduction du résumé des auteurs*).

Des observations ont été recueillies sur 695 agneaux durant cinq ans de 1961-62 à 1965-66, à la station de recherches de Ras-El-Hekma, à 230 km à l'ouest d'Alexandrie. Les caractéristiques étudiées sont les poids à la naissance, au sevrage et à un an, les gains journaliers avant et après sevrage et le poids de la toison en suint.

Les poids à la naissance, à 120 jours et à 365 jours étaient respectivement de 3,4, 18,2 et 33,4 kg. Le poids de la toison en suint à 16 mois était de 3,29 kg. Les calculs d'héritabilité des poids à la naissance, au sevrage, à un an, des gains journaliers avant et après sevrage et du poids de la toison en suint étaient respectivement de 0,22, 0,45, 0,41, 0,45 et 0,29.

Les corrélations phénotypiques et génétiques entre les poids à la naissance, au sevrage et à un an étaient toutes positives et significatives.

Les corrélations génétiques entre le poids de la toison et les caractéristiques corporelles étaient négatives ou basses.

69-238 **WAGNER (D. G.), HOLLAND (G. L.), MOGESS (T.). — Etude de croisements avec des bovins éthiopiens en utilisant de la semence importée** (Crossbreeding studies with ethiopian beef cattle using imported semen). *E. Afr. agric. for. J.*, 1969, **34** (4) : 426-32 (*Traduction du résumé des auteurs*).

Des études de croisement à long terme avec de la semence importée congelée ont été faites durant plusieurs années sur un troupeau de bovins du Collège d'agriculture de l'Université Haïlé Sélassié I, situé à Alemaya. Le but de ces études à long terme, commencées en 1961, était de comparer les performances des produits issus du croisement de différentes races aux performances des zébus Borona améliorés, et élevés selon les recommandations pour la protection sanitaire et la conduite de l'élevage en Ethiopie.

La semence congelée provenant de taureaux supérieurs, testés sur la descendance, des races Brahman, Santa Gertrudis, Charolais, Hereford, Angus, a été importée des Etats-Unis.

De la semence de bovins laitiers Frisian  $\times$  Holstein importée congelée a également été utilisée. Trois taureaux zébu Borona améliorés ont été importés du Kenya en 1963 pour le programme de reproduction.

De 1961 à 1967, 151 veaux issus de croisements avaient un poids à la naissance supérieur de 19,6 p. 100 à celui de 230 veaux zébu Borona ( $P < 01$ ).

69-239 **BERTONE (E. B.). — Pratiques modernes d'élevage dans les pays en voie de développement** (Modern sheep methods in the developing countries). *Wild Rev. Anim. Prod.*, 1969, **5** (21) : 76-82.

Dans cet article l'auteur se demande pourquoi, malgré de nombreuses années d'assistance technique dans les pays en voie de développement, les pratiques d'élevage du mouton et les moyennes de rendement n'ont guère changé ces dernières vingt années.

Il est à noter que presque tous les experts en la matière, originaires des pays développés, conseillent des pratiques normalisées (adoptées aux Etats-Unis, en Australie, Nouvelle-Zélande et Europe), qu'ils considèrent comme indispensables aux pays en voie de développement. Ils ont affirmé catégoriquement que, sans l'application de telles méthodes, la production ovine en Asie, Afrique et certaines parties d'Amérique latine ne pourra pas durer longtemps.

Leurs recommandations concernent la castration des agneaux et l'amputation de la queue, l'utilisation d'une tondeuse, la tonte une fois par an, la classification des laines, l'arrêt de la production laitière, l'introduction de races ovines européennes, l'apport d'aliments complémentaires, la séparation des béliers adultes du troupeau, l'interdic-

tion du pâturage aux moutons-chèvres ensemble, le réensemencement des pâturcs, les soins vétérinaires, la sélection en vue de naissances multiples, etc...

Nombre de ces recommandations, selon l'auteur, ne sont pas acceptées à cause des conditions qui les rendent inapplicables et souvent anti-économiques. Pour cette raison, l'élevage ovin qui se pratique presque exclusivement en régions arides et semi-arides du monde en voie de développement doit continuer avec un système à faible rendement dû aux investissements d'équipement, d'alimentation et de main-d'œuvre peu élevés.

Le climat, les coutumes, le niveau d'éducation, le système de propriétés foncières et les communications limitées empêcheront les changements dans le système agricole à moins que de grands changements socio-économiques n'interviennent. Puisque, vraisemblablement, de tels changements ne sont pas imminents, on ne peut s'attendre qu'à des modifications limitées des méthodes actuelles sur une grande échelle.

Ceci ne signifie nullement que des progrès ne seront pas accomplis dans des domaines tels que la fourniture d'aliments dans les cas d'urgence, la sélection, la commercialisation des moutons excédentaires en temps de sécheresse prévue, la vente par coopérative, la fonte en commun. Ces améliorations pourront être réalisées, malgré le refus des bergers de castrer les agneaux ou de faire cesser la production de lait de leurs brebis, ou malgré leur insistance à faire abattre les agneaux pour les commercialiser à l'âge de 30 à 60 jours.

69-240 **JOUBERT (D. M.). — Evaluation de la production de gibier en Afrique du Sud** (An appraisal of game production in South Africa). *Trop. Sci.*, 1968, **10** (4) : 200-11 (*Traduction du résumé de l'auteur*).

Alors que la conservation du gibier a été dans une large mesure du domaine des zoologistes et des biologistes étroitement apparentés, la production du gibier tombe dans le cadre d'activité du zootechnicien. Cependant, en Afrique du Sud, en comparaison avec l'élevage du bétail, cela représente un domaine relativement nouveau à explorer, demandant jusqu'à présent un grand nombre d'études et de recherches.

Après un bref compte rendu historique des faits jusqu'à l'époque actuelle, le sujet est discuté en fonction des problèmes entrevus et des avantages évidents d'exploitation et d'élevage du gibier. Il est clair qu'un vaste domaine de recherches attend d'être exploré par les chercheurs opérant dans les diverses disciplines agricoles et vétérinaires. Le rôle des espèces de gibier dans l'industrie animale d'Afrique du Sud ne peut être estimé avec certitude et précision qu'après expérimentation des résultats.

## Production et Industries animales

69-241 **HARDOUIN (J.). — La fabrication artisanale du fromage de brebis en Tunisie.** *Rev. Elev.*, 1969, **24** (10) : 103-10.

Après un bref aperçu sur le climat et le milieu agricole du pays, l'auteur donne les principales caractéristiques du cheptel ovin tunisien composé des races : laitières, algérienne (encore appelée « Queue fine de l'Ouest tunisien »), noire de Thibar, et barbarine.

La production de fromages à partir du lait de brebis comprend des fromages frais véritables et du fromage frais recuit ou « ricotta », du fromage de Sardaigne, cuit mais peu salé, et du fromage de Sicile, cuit et très salé.

La technique de fabrication de ces fromages est décrite ainsi que leur mise en forme dans différents moules.

Les fromages frais et ricotta ont un rendement moyen de 27,5 p. 100 du lait en poids et les fromages de Sicile et de Sardaigne 15 p. 100.

La transformation du lait de brebis étant artisanale et ne nécessitant qu'un matériel et une technique simples peut être entreprise dans les petites exploitations d'élevage sans investissements élevés. En conclusion, l'auteur souligne cet avantage particulièrement intéressant pour les pays en voie de développement.

69-242 **NEWMAN (A. J.). — Développements récents de l'industrie porcine aux Fidji** (Recent developments in the pig industry of Fiji). *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1969, **1** (1) : 23-31.

Aux Iles Fidji largement importatrices de porc frais, un effort soutenu, tant administratif, technique que sur le terrain a été entrepris pour développer cet élevage dans les petites exploitations fermières de la région.

L'action a commencé en 1967 par la recherche des régions les mieux appropriées pour développer cet élevage, l'examen des rations localement distribuées pour en

révéler les insuffisances et la mise au point de rations adaptées au meilleur rendement des animaux.

Dès décembre 1968, ces mesures avaient donné de très bons résultats puisqu'un accroissement de 33 p. 100 de la population porcine était constaté, en dépit, d'une pathologie assez sévère et de certaines difficultés rencontrées pour faire admettre aux éleveurs locaux financièrement et techniquement soutenus, les normes essentielles de l'élevage classique porcin.

Les auteurs pensent qu'au vu des résultats obtenus, leur plan d'action peut servir d'exemple à ceux qui auront à charge une entreprise analogue en régions en voie de développement.

- 69-243 **YOUNG (E.), VAN DEN HEEVER (L. W.). — Le buffle africain, source alimentaire et de sous-produits** (The african buffalo as a source of food and by-products). *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1969, **40** (1) : 83-88 (*Traduction du résumé des auteurs*).

Les poids moyens des carcasses et des viscères, le rendement moyen et le poids à l'abattage de buffles adultes du Parc national Kruger sont indiqués ainsi que les rendements viande désossée, viande desséchée, os, graisse et sang. Plus de 40 maladies différentes et parasites de buffles du Parc national Kruger sont énumérés et l'incidence de cinq des plus importantes de leurs conséquences sur les carcasses et les viscères est donnée. La fréquence de répartition des lésions parasitaires et des lésions non spécifiques trouvées dans les différentes parties de 116 carcasses est donnée sous forme de tableau.

Quelques maladies plus significatives sont examinées brièvement.

## Bibliographie

- 69-244 **EPSTEIN (H.). — Les animaux domestiques de Chine** (Domestic animals of China). Farnham Royal, C. A. B., 1969. XVII-166 p., 20 fig., carte, 52 pl.

Professeur de zootechnie à l'Université Hébraïque de Jérusalem, le professeur H. EPSTEIN, déjà spécialiste des problèmes de l'élevage et de ses origines, en Afrique et dans le Moyen-Orient, a eu le très rare privilège de parcourir, en 1963, en qualité d'invité personnel du Président de l'Association de Zootechnie et des Sciences vétérinaires chinoises, la Chine Centrale et du Sud, la Mandchourie et la Mongolie Intérieure pour étudier dans leur berceau d'origine les principales espèces animales domestiques. Un tel parrainage, qui lui a ouvert bien des portes, lui a heureusement permis de consulter une littérature spécialisée aussi abondante que variée, dont la plus grande partie demeurera longtemps encore difficilement accessible aux vétérinaires et zootechniciens occidentaux.

Le résultat de l'heureuse conjonction de la science et de l'expérience de l'auteur et des facilités qui lui ont été prodiguées sur place pour satisfaire son désir de savoir et de connaissances est un ouvrage qui, sans prétendre à être une étude complète de toutes les races, types et variétés des animaux domestiques chinois est tout de même beaucoup plus que ce qui pourrait être considéré comme un document de base pour étudiant ou enseignant spécialisé et également plus qu'un ouvrage de référence international occasionnellement utilisable à des fins théoriques.

L'auteur y décrit en effet l'origine, la distribution géographique, les caractéristiques zootechniques et les performances des races chinoises de bovins, de buffles, de yacks — y compris les hybrides yacks — bovins, de moutons, de chèvres, de porcs, de chevaux, d'ânes, de chameaux, de rennes et de chiens. A chaque occasion il dresse le bilan de ces élevages, ce qu'ils ont apporté aux races du monde occidental et ce que leur ont éventuellement apporté les géniteurs importés, le Mérinos de Rambouillet tout particulièrement.

Il les étudie aussi dans leur incidence sur la vie économique et sociale des éleveurs, et s'efforce de répondre à diverses questions intéressant l'agriculture chinoise en relation, à travers les âges, avec un monde animal qui peut avoir décidé, dans une certaine mesure de la naissance ou du développement de civilisations dont maints aspects nous restent ignorés.

En Chine, comme partout dans le monde, les impératifs de la production à outrance et la recherche de la meilleure rentabilité font que de nombreuses variétés locales, jugées peu économiques, sont en voie de disparition sans que chercheurs et enseignants absorbés par des tâches urgentes de progrès et de vulgarisation aient la possibilité ou le loisir d'en dresser l'inventaire, et le catalogue zootechnique.

Le Professeur H. EPSTEIN souhaite, et qui ne le souhaiterait avec lui, que l'étude complète, écrite et imagée, puisse en être faite, et que si possible des noyaux de reproducteurs typés en soient conservés — car il n'est pas certain que dans ces variétés appelées à disparaître, parfois à brève échéance, n'existent des lignées aux aptitudes génétiques susceptibles de donner des productions bien supérieures à celles qui sont les leurs actuellement tout en restant parfaitement adaptées aux conditions écologiques, souvent bien sévères, de leur région d'origine.

Ecrit dans un anglais facile à lire du fait de la simplicité du langage et de la précision de l'expression, ce livre présente en outre pour les lecteurs autres qu'anglo-saxons, le très grand avantage de l'emploi généralisé et constant, pour les mensurations et les performances, du système décimal.

Chaque section animale est abondamment illustrée de figures et de croquis, le tout complété par une collection photographique qui fait honneur à l'expérience et aux talents de l'auteur. Elle va de la reproduction d'un bronze du IX<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ, représentant un buffle au repos, aux reproductions classiquement présentées de reproducteurs des deux sexes de chaque espèce et variété décrite qui constituent, dans leur ensemble, un modèle du genre.

Nul doute que chaque vétérinaire, et chaque zootechnicien, qu'il s'intéresse particulièrement au monde animal de la Chine ou à la zootechnie en tant que science universelle, ne trouve dans cet ouvrage de quoi satisfaire à la fois sa curiosité de biologiste et sa soif de connaissances professionnelles.

Félicitons donc le professeur H. EPSTEIN pour un travail qui élargit nos horizons professionnels et souhaitons à cette œuvre tout le succès qu'elle mérite.

R. SAUVEL.

69-245 **Tropical Animal Health and Production**, 1969, 1 (1) : 1-69. Editions E. et S. Livingstone LTD, 15-17 Teviot Place, Edinburgh, 1-Grande-Bretagne.

C'est avec un vif plaisir que nous signalons à nos lecteurs la parution du 1<sup>er</sup> numéro de « Tropical Animal Health and Production » dont le titre suffit, à lui seul, à en préciser tant les ambitions que les objectifs, que l'on peut définir comme étant tout à fait analogues à ceux confiés depuis son origine, maintenant lointain, à notre Revue.

A une époque où la richesse de la documentation en anglais sur la médecine vétérinaire et la production animale en milieu tropical ne cesse de se développer, tout en se diversifiant au gré de la multiplicité des revues spécialisées intéressées, il est devenu malaisé tant à l'homme de laboratoire qu'à celui œuvrant sur le terrain de suivre l'évolution des sciences la concernant.

L'heureuse initiative et l'attitude parfaitement réaliste des fondateurs de cette revue vont d'autant mieux combler cette lacune que la publication, véritable émanation du Centre de Médecine Vétérinaire Tropicale de l'Université d'Edinburgh, est placée sous le parrainage effectif des personnalités scientifiques les plus éminentes de la Médecine Vétérinaire Tropicale britannique et qu'elle a reçu l'appui objectif des meilleurs spécialistes dans les diverses disciplines concernées.

Nous leur adressons toutes nos félicitations pour une création dont le succès est garanti à l'avance, ne serait-ce que parce que le Rédacteur en Chef en est l'africaniste distingué qu'est notre confrère et ami, M.W. G. Beaton qu'une carrière professionnelle tout entière consacrée à l'élevage africain, la création et la direction pendant près de 15 ans du Bureau Interafricain de Santé Animale de l'O. U. A. au Kenya et du Bulletin des Epizooties en Afrique ont tout particulièrement préparé à cet effet.

Bien entendu les travaux et documents publiés par « Tropical Animal Health and Production » feront l'objet d'analyses bibliographiques de notre part ce qui nous sera d'autant plus facile qu'un substantiel résumé en français les accompagne.

Signalons pour ceux que cela pourrait intéresser que les articles et communications sont à adresser à :

The Editor ;  
Tropical Animal Health and Production  
Centre for Tropical Veterinary Medicine ;  
Veterinary Field Station, Roslin ;  
Easter Bush ;  
Midlothian — U. K.

et les demandes de souscriptions pour abonnement aux Editions E. et S. Livingstone 15-17 Teviot Place, Edinburgh, 1, au prix de :

Vol. I — 2 N<sup>os</sup> seulement £ 3 (\$ 8.00) ;  
Vol. II — 4 N<sup>os</sup> £ 6 (\$ 16.00).

R. SAUVEL.

69-246 **Annales de génétique et de sélection animale**, 1969, 1 (1) — I. N. R. A. (Route de Saint-Cyr, 78-Versailles).

Les Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique viennent de s'enrichir d'une nouvelle série exclusivement consacrée à la génétique et à la sélection animale, dont nous signalons la parution du premier numéro.

On ne peut mieux faire ressortir l'intérêt qui s'attache à cette création qu'en rappelant que jusqu'ici les recherches, études et travaux effectués dans ce sens en France et notamment à l'I. N. R. A. étaient publiés dans des revues diverses, avec tous les inconvénients qu'une telle dispersion présente tant pour les auteurs que pour les lecteurs intéressés par le développement de ces sciences.

L'objectif essentiel de cette Revue, aux quatre numéros annuels, est d'être à la fois l'émanation des chercheurs spécialisés de l'I. N. R. A. et la publication d'accueil de travaux, tant français qu'étrangers, concrétisant les diverses voies du développement moderne de la génétique et de la sélection des animaux domestiques et de laboratoire.

Elle se propose d'être également le support des comptes rendus de journées d'études génétiques qui, trop souvent, n'ont pas la diffusion qu'ils méritent, ainsi qu'un recueil de mises au point bibliographiques, de brèves notes originales, d'analyses d'ouvrages scientifiques et de résumés de thèses particulièrement marquantes.

En bref, elle se propose de réunir dans le cadre d'une publication autonome tout ce qui peut contribuer à une meilleure et plus parfaite connaissance des acquisitions françaises et étrangères, dans deux disciplines qui visent avant tout d'élever au plus haut niveau le degré de productivité de l'élevage moderne.

Félicitons donc les créateurs de cette revue pour une initiative qui, tout en comblant une lacune, correspond à une nécessité d'autant plus impérieuse que se diversifient et se développent les études de génétique intéressant les animaux d'élevage et de laboratoire.

M. CAILLAUD.

69-247 **PLOWRIGHT (W.)**. — **Rinderpest virus** in : *Virology monographs*, 1968, 3 : 25-110. — Vienne, Springer Verlag.

La floraison des travaux de virologie submerge quelque peu le technicien qui veut se tenir au courant de sa discipline ; aussi doit-on être reconnaissant à la maison d'édition scientifique Springer Verlag de Vienne (Autriche) d'avoir entrepris, à l'initiative du Professeur DOERR de Berne, la publication de monographies individuelles de virologie spéciale, faisant le point de la question au moment de leur parution. Sous la signature de l'autorité incontestable en la matière qu'est Walter PLOWRIGHT, nous est proposée une revue exhaustive du virus de la peste bovine. En 85 pages ornées d'excellentes photographies, de tableaux et de graphiques et complétées par une copieuse bibliographie de 411 références, elle dit ce que l'on connaît de la morphologie du virus, de ses propriétés physico-chimiques et biologiques, de ses pouvoirs pathogènes et immunitaires, passant pourtant sous silence une partie des récents travaux de langue française et ceux de l'équipe égyptienne d'Abassiah. A la décharge de l'auteur, il faut dire que nombreuses ont été les publications au cours de ces toutes dernières années et que PLOWRIGHT a dû forcément se limiter à ce qui lui était disponible lors de la rédaction de son manuscrit. On mesure d'ailleurs là l'un des handicaps auquel se heurtent de semblables entreprises et qui témoigne qu'elles vieillissent vite ; une présentation du livre, en feuillets mobiles avec mise à jour périodique serait souhaitable. En ce qui concerne cette monographie du virus pestique, on peut regretter que n'y soit pas discutée sa structure antigénique comparée avec celle du virus de la rougeole telle qu'elle ressort de l'étude des hémagglutinines, la réceptivité du chameau et la possibilité de vaccination des veaux avec le virus morbilleux. Le reproche est au demeurant mineur au regard de la somme d'informations colligées et discutées. Mais on peut craindre que ce qui n'est pas cité maintenant sombre pendant plusieurs années dans l'oubli pour les chercheurs de langue anglaise.

La discussion par PLOWRIGHT des résultats des différents auteurs fait au demeurant l'un des attraits de la lecture de cette monographie. La survivance du virus, et partant la pérennité de l'infection bovine dans certaines populations de ruminants sauvages, est parfaitement mise en lumière ; la connaissance de ces faits doit être un sujet de réflexions pour les planificateurs des campagnes de vaccination. PLOWRIGHT insiste sur la plasticité d'adaptation du virus à une espèce donnée et les variations du pouvoir pathogène. Ces deux notions, couplées à celle, toute récente de la possibilité de transport du virus par des bovins rendus immuns par la vaccination, hypothèquent les espoirs d'éradication du contagion avec les moyens actuellement connus.

On mesure par ces dernières lignes où conduit la lecture du travail de PLOWRIGHT et l'intérêt tout de même certain qu'on y trouve. On doit le recommander à tout virologue, qu'il soit vétérinaire ou médecin, car il ouvre de fructueuses envolées sur l'histoire naturelle des virus et devient générateur de nouvelles recherches ; c'était là le but que se proposait le Professeur DOERR en inaugurant sa collection de monographies.

A signaler dans le même volume l'étude du virus de la dermatite nodulaire contagieuse par WEISS.

A. PROVOST.

## RÉSUMÉ DE LA THÈSE DE DOCTORAT ÈS SCIENCES NATURELLES

présentée par Pierre Claude Morel licencié ès sciences naturelles, docteur vétérinaire.

Thèse préparée sous la direction de Monsieur le Professeur BERGERARD  
au laboratoire de zoologie de la Faculté des Sciences d'Orsay

Jury proposé : MM. BERGERARD, Président, CHABAUD, BOCQUET.

Sujet : Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, *Ixodidae* et *Amblyommidae*) en Afrique éthiopienne continentale.

### Généralités sur la distribution des tiques.

Le travail ici présenté sur la biogéographie des espèces d'*Ixodidae* et d'*Amblyommidae* de la région éthiopienne continentale tente de mettre en relation la distribution des tiques, telle qu'elle est connue à ce jour et selon les conceptions systématiques actuelles, avec les zones phytogéographiques et climatiques. La quasi-totalité des données concernant l'Afrique centrale et occidentale est originale et correspond à des études de l'auteur sur le terrain et à l'examen d'un très grand nombre d'exemplaires de tiques.

Tous les renseignements concernant la localisation des 160 espèces en cause sont matérialisés sous forme de 51 cartes de distribution, chacune correspond à plusieurs espèces, à l'échelle du degré carré, et de cartes annexes portant sur la végétation et les facteurs climatiques. Ce type de représentation cartographique se justifie en fonction de la mobilité des hôtes de la plupart des espèces qui sont associées aux ongulés et aux carnivores. L'ensemble de ces données vise principalement à fournir une documentation de base pour comparer les différences de distribution, pour interpréter la composition faunistique des diverses sous-régions, et les caractères de la faune éthiopienne par rapport aux autres faunes tropico-équatoriales.

### Préférence d'hôtes.

Les préférences d'hôtes peuvent être étroites et se manifester sous forme de spécificité parasitaire envers une espèce ou quelques espèces

voisines de vertébrés ; d'autres fois, ces préférences sont plus larges et se présentent comme une simple sélectivité orientée vers un ordre ou quelques ordres de mammifères, d'oiseaux ou de reptiles, voire comme une ubiquité parasitaire. Les conséquences en sont importantes sur la circulation des tiques au travers de leur aire d'extension. L'association parasitaire s'accompagne d'une adaptation écologique à l'habitat de l'hôte ou des hôtes habituels. Ces préférences peuvent varier ou non au cours du cycle, ce qui amène à distinguer les espèces monotropes (spécifiques ou sélectives du même ordre à tous les stades), ditropes (successivement sélectives d'ordres différents selon les stades pré-imaginaux ou les adultes) ou télotropes (seuls les adultes en fin de cycle font preuve de sélectivité, les pré-imagos étant théoriquement ou pratiquement ubiquistes).

Les précisions sur les espèces exactes des hôtes connus pour chaque tique n'ont été données que dans les cas d'association spécifiques ; dans le cas des tiques sélectives, la liste plus ou moins longue des hôtes doit être interprétée et synthétisée afin d'en dégager les tendances trophiques plus ou moins étendues de la tique envers les ordres ou les familles de vertébrés.

### Facteurs intrinsèques du cycle évolutif.

Le nombre des phases parasitaires est de 3 chez les genres anciens (*Ixodes*, *Amblyomma*, *Haemaphysalis*) et chez la plupart des espèces des genres récents (*Dermacentor*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus*) ; il s'agit d'un cycle parasitaire triphasique. La réduction du nombre de ces phases (non du nombre des repas) correspond à une évolution qui ne touche que quelques



espèces des genres récents associées aux ongulés des formations ouvertes : le cycle diphasique, dans lequel les larves et les nymphes se succèdent sur le même individu-hôte, et le cycle monophasique où les 3 stades se gorgent sur le même individu. L'interprétation de cette évolution ne peut se situer que par rapport au comportement des hôtes et à la climatologie des zones d'habitat, ce qui est en relation avec leur distribution.

### Habitat.

Au cours de la recherche des facteurs en corrélation avec la distribution des tiques *Ixodidae* et *Amblyomidae*, la concordance de l'aire d'extension d'une espèce avec une ou plusieurs zones phytoclimatiques est constante. Au départ, l'étude empirique des relations entre la distribution d'une tique et les éléments constitutifs du climat, exprimés par les courbes isothermes et isohyètes, annuelles ou mensuelles, ou par le relief, permettent de cerner les exigences climatiques de la tique. Or la composition et le faciès de la végétation résultent de tous ces facteurs et les intègrent, déterminant de nombreux microhabitats aux conditions microclimatiques distinctes. Cette méthode permet la généralisation de données partielles précises, ainsi que la présomption de la présence ou de l'absence d'une espèce. On constate en général une bonne concordance dans les corrélations avec les zones de végétation entre les localités publiées pour une espèce par les auteurs travaillant dans des pays différents.

L'aire d'extension d'une espèce doit se comprendre comme l'ensemble des zones où l'habitat est possible à quelque niveau que ce soit. Cependant l'établissement effectif dans les biotopes favorables n'est réalisé que grâce à la mobilité des hôtes, qui assurent par leurs déplacements l'extension maximale de la tique ou sa localisation à une association végétale restreinte ; les zones d'habitat des tiques sont donc liées aux phases parasitaires.

### Microhabitat.

Le microhabitat se comprend comme la situation exacte de la tique dans son milieu naturel, ce qui correspond à la plus grande partie du temps de réalisation du cycle ; le microhabitat est donc l'expression des exigences des phases

libres, aux divers stades. Ces exigences se traduisent par divers tactismes qui porteront chaque stade vers un niveau déterminé de la biosphère et s'accompagneront de préférences trophiques corrélatives. Les orientations fondamentales sont, dans les formations ouvertes, l'endophilie qui porte en permanence un stade vers un biotope clos, abrité (depuis le terrier jusqu'aux constructions humaines) et l'exophilie qui pousse temporairement un stade à jeun à la surface du tapis végétal. Les orientations plus complexes amènent les espèces soit vers la surface du tapis végétal, mais seulement sous couvert arboré, ce qui s'accompagne d'une hygrométrie élevée (sylvo-exophilie), soit dans la masse de ce tapis, sans que le stade en cause manifeste véritablement une tendance endophile ou exophile (cryptophilie).

Tous ces microhabitats rendent compte des diverses possibilités d'existence des tiques au sein d'une zone phytogéographique, ce qui retentit sur leur distribution. Les relations entre l'habitat et le microhabitat justifient l'intérêt des corrélations entre l'extension d'une espèce et les zones phytogéographiques définies dans leur climat ou selon les associations floristiques ou les paysages particuliers qui les constituent.

### Types cycliques et distribution.

Le nombre des phases parasitaires, les orientations écologiques et les préférences d'hôtes entrent en composition pour caractériser les cycles. Tous ces facteurs sont en étroite corrélation. La sélectivité d'hôtes est fonction du microhabitat. La spécificité est liée aux particularités de l'habitat ou du microhabitat d'un hôte ; elle est conséquence d'une hygrophilie (association aux végétations riveraines, de bas-fonds) ou d'une endophilie totale (quand l'exophilie n'est plus possible). La réduction du nombre des phases parasitaires intervient comme un facteur favorable dans la sélectivité à tous les stades envers les ongulés dans les formations sèches ou arides.

### Distribution spéciales.

Dans ce chapitre sont réunis les données et les commentaires sur l'habitat et le microhabitat de chaque espèce, la distribution en étant figurée sur carte, avec celle d'espèces voisines dont les extensions sont complémentaires et mutuelle-

ment significatives. Les espèces sont étudiées par familles, classées dans chacune selon l'ordre alphabétique du genre et de l'espèce.

### Distribution des tiques et aires faunistiques.

La distribution des tiques en Afrique éthiopienne est synthétisée sous forme de tableaux portant sur l'ensemble des espèces, puis par 3 graphiques correspondant aux sous-régions de savanes et de steppes. Certaines associations d'espèces dans des zones caractéristiques peuvent être mises en évidence. Sur les 160 taxons spécifiques et subsécifiques que comprennent les *Ixodidae* (45) et les *Amblyommidae* (115) en cause l'originalité de cette faune est quasi complète, car quelques espèces seulement sont connues dans d'autres régions (paléarctique ou orientale). Ce sont trois *Hyalomma* des pourtours des déserts du Sahara et du Proche-Orient, *Rhipicephalus sanguineus* des mêmes zones, mais établi secondairement en compagnie du chien domestique dans toutes les agglomérations des zones tropicales et équatoriales ; *Haemaphysalis leachi* est commune aux carnivores d'Asie et d'Afrique tropico-équatoriales ; *Boophilus annulatus* a été importé en Afrique occidentale par du bétail d'origine méditerranéenne, et *B. microplus* à Madagascar et en Afrique oriento-australe sur des zébus. Les *Ixodidae* de chauves-souris (3 espèces) sont communs à plusieurs faunes, orientale paléarctique et éthiopienne.

Il est possible de déterminer, d'après la distribution des tiques, des aires faunistiques comparables à celles résultant de l'étude d'autres groupes zoologiques. De ce point de vue la région éthiopienne peut être divisée en quatre sous-régions, Madagascar demeurant à part, dont les oppositions reposent sur des particularités physiogéographiques et climatiques : les sous-régions occidentale, équatoriale forestière et montagnarde, orientale et australe.

### Distribution des tiques spécifiques.

La distribution des tiques spécifiques ne contredit pas la dépendance fondamentale de ces acariens vis-à-vis du milieu. Les aires d'extension des espèces concordent toujours avec une ou plusieurs zones phytoclimatiques. L'association avec un nombre réduit de vertébrés assurant les repas dans des biotopes déterminés limite la

mobilité de la tique et son extension à l'intérieur des zones correspondant à l'habitat général ; elle se trouve ainsi localisée en fonction de l'éthologie des hôtes et de leur écologie ; mais ce sont comme dans le cas des tiques non spécifiques les possibilités d'existence des phases libres qui conditionnent le maintien d'une espèce parasite.

La comparaison entre les distributions de plusieurs espèces de tiques associées au même hôte montre des différences dans les aires d'extension, qui correspondent parfois à l'extension même du vertébré, ou au contraire à une partie seulement de cette aire (cas des tiques des damans, de l'éléphant, des buffles, des tortues, etc.).

### Constitution de la faune des tiques d'Afrique.

À la suite de l'exposé des données concernant la distribution actuelle des espèces d'*Ixodoidea* en Afrique éthiopienne et son interprétation selon les zones phytogéographiques en fonction de l'écologie et des préférences d'hôtes, il a été tenté de comprendre les raisons de la présence de ces espèces à l'aide des comparaisons entre les distributions sur les divers continents des genres et sous-genres auxquels elles appartiennent, compte tenu des indications fournies par la paléogéographie et par l'histoire paléontologique des hôtes, au cours des apparitions et extensions successives des différents ordres de vertébrés terrestres. Ceci a permis de formuler plusieurs hypothèses, exposées selon les genres puis dans la succession des époques géologiques. Il semble que les lignées les plus anciennes ayant encore des représentants actuels remontent au Jurassique (parasites de tortues, d'oiseaux marins et d'ornithorhynques) ; du Crétacé dateraient les genres ayant évolué sur marsupiaux, pholidotes, xénarthres et insectivores. Au Tertiaire Paléogène ont évolué les genres associés aux carnivores, aux rongeurs primitifs, aux proboscidiens et aux périssodactyles. L'apparition au Miocène des ruminants et des rongeurs Myomorphes semble s'être accompagnée de la différenciation d'une série de genres d'*Ixodoidea* présentant des caractères morphologiques et biologiques communs, notamment chez certaines de leurs espèces les adaptations consistant en la réduction du nombre des phases parasitaires. Les considérations nécessaires à la compréhension de la composition de la faune éthiopienne

portant sur l'ensemble de la faune terrestre des îles, des conclusions annexes peuvent en être tirées concernant d'autres continents, notamment l'Amérique australe, l'Australie et Madagascar.

Enfin, si les études sur l'écologie des

tiques permettent de préciser la physionomie de la distribution des populations de chaque espèce, les considérations sur les préférences d'hôtes, présentes ou passées, font concevoir les modalités de leur évolution et de leur existence sur un continent.

## Informations

### CONGRÈS MONDIAL VÉTÉRINAIRE. MEXICO, 1971

#### I. — Modification de la date du Congrès.

Le Comité d'Organisation du 19<sup>e</sup> Congrès Mondial Vétérinaire nous fait savoir qu'il se trouve dans l'obligation d'avancer la date du Congrès. Au lieu du 19 au 26 septembre 1971, le Congrès se tiendra à Mexico du 15 au 21 août 1971.

#### II. — Programme scientifique.

Le programme scientifique comportera, d'une part, des *rappports généraux* (faisant l'objet de séances plénières ou de réunions de sections), d'autre part, des *communications* qui seront groupées par matière, dans certaines séances.

Les *rappports généraux* seront confiés à des conférenciers désignés par le Comité Consultatif du Programme Scientifique (international), au cours d'une réunion qui se tiendra au mois de mai 1970. La présentation de chaque rapport sera suivie d'une discussion sous forme d'un symposium. On trouvera ci-après la liste des sujets qui ont été arrêtés par le Comité d'Organisation.

Les *communications* ne sont admises par le Comité d'Organisation qu'à condition d'être présentées par l'intermédiaire des comités nationaux ou des membres associés. Les vétérinaires français désireux de présenter des communications au Congrès de Mexico sont donc invités à adresser dès que possible le titre de leur communication au Professeur R. VUILLAUME, Président du Comité Français de l'A. M. V. (Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 94-Alfort). Des informations leur seront adressées ultérieurement pour leur indiquer le mode de présentation de cette communication.

#### III. — Liste des rapports généraux.

##### A. Séances plénières.

1. Problèmes sanitaires lors du trafic international des animaux.
2. La rage.

##### B. Réunions de sections (Symposia).

###### Section 1 : Anatomie.

1. Le rôle des sciences morphologiques dans les études et l'activité professionnelle vétérinaire.
2. Anatomie prénatale et des nouveau-nés chez les animaux domestiques.

###### Section 2 : Physiologie, biochimie, pharmacologie.

1. Emploi des synchronisateurs de l'œstrus.
2. Problèmes internationaux posés par l'utilisation des médicaments dans la production des aliments d'origine animale.
3. Session couplée avec la section 10 (2) : Nouveaux développements dans les maladies métaboliques des ruminants.

###### Section 3 : Parasitologie.

1. Parasitisme et nutrition.
2. Epidémiologie et éradication des gastro-entérites parasitaires.
3. Cysticercoses du bétail et des porcins.
4. Emploi des radio-isotopes en physiologie pathologique des helminthoses.
5. Trypanosomiasés des animaux domestiques.
6. Lutte contre les ectoparasites des animaux domestiques.

###### Section 4 : Hygiène des produits alimentaires d'origine animale et santé publique vétérinaire.

1. Substances toxiques dans les aliments d'origine animale (pesticides, mycotoxines, autres substances chimiques).
2. Détection des toxines bactériennes dans les aliments (produites par le *staphylococcus pyogenes*, le *clostridium botulinum* et autres toxines).
3. Diagnostic par immunofluorescence des infections parasitaires à l'abattoir.
4. Problèmes d'hygiène des poissons et des produits dérivés.
5. Le rôle du vétérinaire dans l'hygiène du lait.

6. Application des conceptions scientifiques modernes dans l'hygiène de la viande et la législation sanitaire.

Section 5 : *Zootecnie.*

1. Orientation actuelle de l'élevage et de la production animales.

2. Adaptation de l'élevage en fonction de l'évolution des conditions sociales et de la demande des consommateurs ; Répercussion sur l'activité du vétérinaire.

3. Insémination artificielle et évolution à court et long terme de l'élevage des animaux.

4. Bioclimatologie, alimentation intensive et santé des animaux.

5. Physiopathologie de la production animale intensive.

6. Problèmes causés par les maladies nutritionnelles.

7. Facteurs physiques, chimiques et biologiques susceptibles de modifier les propriétés nutritionnelles des aliments.

8. La Faun dans le monde, due au manque de protéines animales.

9. Maladies des animaux et leur prophylaxie génétique.

Section 6 : *Anatomie pathologique.*

1. « Neurological conditions of the domesticated animals. »

2. Infections « lentes » et leur signification en médecine comparée.

3. Anomalies chromosomiques et maladies animales.

4. Plasmocytose des visons et similitude pathomorphologique dans la colagénase humaine.

Section 7 : *Microbiologie et immunologie.*

1. Mycoplasmes : rôle pathogène en médecine animale.

2. Brucelloses : immunisation par les vaccins non-agglutinogènes.

3. Immunité non spécifique ; stimulation de la résistance non spécifique contre l'infection.

4. Colibacillose du nouveau-né ; immunisation.

5. Affinité antigénique entre les virus animaux ; application en prophylaxie.

6. Immunoglobulines et immunité.

7. Myobactéries atypiques : rôle pathogénique ; facteur occasionnel dans le diagnostic de la tuberculose.

8. Fièvre aphteuse ; virus ; immunisation.

9. Résistance héréditaire des bactéries aux médicaments.

Section 8 : *Chirurgie expérimentale et du développement.*

1. Maladies des os et des articulations :

a) aspects biomécaniques,

b) — histologiques,

c) — aux rayons X,

d) — comparés des arthrites.

2. Rôle du vétérinaire en chirurgie expérimentale comparée, avec une référence spéciale à la transplantation d'organes.

3. Neuroleptanalgies en chirurgie animale.

Section 9 : *Etudes cliniques des chiens et chats.*

1. Thérapie du cancer chez les petits animaux, en insistant sur l'état général et conseils pour les progrès, y compris l'utilisation d'un ordinateur pour le traitement des informations.

2. Maladies du foie chez le chien et le chat.

3. Alimentation des chats et des chiens.

4. Nutrition thérapeutique en médecine des petits animaux.

5. Récents progrès en anesthésiologie.

6. Etudes expérimentales et cliniques concernant le drainage de la chambre antérieure de l'œil chez le chien.

7. Désordres endocriniens et leur manifestation cutanée.

8. Fertilité et stérilité.

9. Résumé des connaissances actuelles sur les maladies auto-immunisantes chez le Chien.

Section 10 : *Etudes cliniques des ruminants.*

1. Maladie des veaux.

2. Séance couplée avec la section 2 (3) : Nouvelles acquisitions dans les maladies métaboliques des ruminants.

3. Prévention et traitement de la réticulite traumatique.

4. Physiologie et pathologie de la caillette.

5. Problèmes pathologiques particuliers aux grands élevages industriels de bétail.

6. Pathologie du système nerveux central chez les bovins (encéphalomalacie, méningites thromboemboliques, encéphalomyélite infectieuse, rage).

7. Fièvre catarrhale.

8. Peripneumonie bovine.

9. Maladies à protozoaires (babésioses, anaplasmoses).

Section 11 : *Etudes cliniques des chevaux.*

1. Anémies infectieuses équinées.
2. Chirurgie orthopédique chez le cheval.
3. Drogues affectant les performances des chevaux de course et leur contrôle.
4. Maladies des chevaux en relation avec leur nutrition.
5. Récentes acquisitions dans les maladies respiratoires du cheval.

Section 12 : *Etudes cliniques des porcins.*

1. Rhinites atrophiques.
2. Entérites des porcins.
3. Ulcères gastro-intestinaux chez le porc.
4. Fertilité et stérilité.
5. Maladies nutritionnelles.

Section 13 : *Etudes cliniques des oiseaux.*

1. Leucoses et maladie de Marek.
2. Coccidioses, en recommandant de mettre l'accent sur les méthodes d'éradication.
3. Maladies respiratoires : pathogénie et prophylaxie :
  - a) bronchites infectieuses,
  - b) maladie de Newcastle,
  - c) mycoplasmoses,
  - d) infections à virus A de l'influenza.
4. Incidence et importance des infections appelées non spécifiques des volailles dans les grands élevages industriels.
5. Maladie de Gumboro (infectious bursal disease).

Section 14 : *Etudes cliniques des autres animaux.*

1. Production sur une grande échelle d'animaux de laboratoire axéniques.
2. Maladies à virus des poissons.
3. Récentes acquisitions en anesthésiologie des animaux sauvages et de zoo.
4. Maladies des oiseaux élevés en cage.

Section 15 : *Médecine vétérinaire administrative.*

1. Eradication de la peste porcine (hog cholera).
2. Nouveautés dans la standardisation internationale des produits biologiques.

3. La fièvre aphteuse considérée comme un problème mondial et mesures prises pour son éradication dans les différentes régions.

Section 16 : *Enseignement vétérinaire et questions professionnelles.*

1. Tendances de l'enseignement vétérinaire (en cours d'étude et après l'obtention du diplôme).

## 19<sup>e</sup> CONGRÈS MONDIAL VÉTÉRIINAIRE CIRCUITS TOURISTIQUES

I. — *Prix des circuits.*

— Voyage aller et retour, plus réservation d'hôtel à Mexico pour 10 nuits (chambre et petit déjeuner seulement), plus réservation d'hôtel (repas compris), transports aériens et terrestres pendant les excursions après le Congrès ; service de guides parlant anglais ; droits d'entrée ; transferts aux aéroports :

Circuit 1 :

Yucatan et Cozumel ... £ 302. 8 s \$ 725, 76

Circuit 2 :

Oaxaca et Yucatan..... £ 297. 13 s \$ 715

Circuit 3 :

Taxco et Acapulco ..... £ 274. 2 s \$ 657, 85

Circuit 4 :

Mexico (19 nuits)..... £ 198. 10 s \$ 500

Supplément pour chambre individuelle :

Circuits 1, 2 et 3..... £ 40

Circuit 4 ..... £ 29. 13 s

Il n'a pas été possible d'établir un prix global pour tous les circuits. Etant donné les très grandes distances intérieures et le relief montagneux du pays, le trafic aérien intérieur est essentiel pour votre confort.

Pour les personnes qui ne désirent pas faire de circuit au Mexique après le Congrès et rester à Mexico, une réservation à l'hôtel Luma (chambre et petit déjeuner seulement) peut être prévue pour le reste du temps.

A Acapulco, l'un des hôtels les plus luxueux « Las brisas » est situé sur le versant de la colline qui surplombe la baie. Là, chaque chambre a sa piscine et sa voiture particulière. Pour un supplément très élevé, des réservations peuvent être faites à cet hôtel (détails complémentaires sur demande).

Un acompte de £ 30 par personne doit être versé à la réservation ; 45 p. 100 du solde avant le 1<sup>er</sup> février 1971 et le reste avant le 1<sup>er</sup> août 1971. Ou bien, un acompte de £ 30 peut être versé lors de la réservation et le solde payé par des versements mensuels d'un montant approximatif de £ 10 (détails complémentaires sur demande).

2. — *Services non compris dans ces prix.*

— Frais d'établissement du passeport britannique.

— Transfert à l'aéroport de Gatwick (aller et retour).

— Droits d'inscription au Congrès.

— Vins et boissons pendant les repas.

— Services d'ordre personnel et pourboires.

— Supplément pour chambre individuelle à l'hôtel « Las brisas » à Acapulco.

3. — *Papiers nécessaires.*

— Un passeport britannique en cours de validité.

— Un certificat de vaccination contre la variole.

— Une carte de tourisme, à se procurer gratuitement auprès du consulat mexicain.

4. — *Bagages.*

S'agissant d'un charter, le poids des bagages autorisé est de 44 lbs.

5. — *Monnaie.*

Le montant total du prix du voyage peut être payé en £ sterling avant le départ. A la période d'impression de ce bulletin, l'allocation de devises étrangères pour les personnes participant à des manifestations d'ordre professionnel s'élève à £ 20 par jour, à laquelle s'ajoute l'allocation de voyage ordinaire de £ 250.

La monnaie mexicaine est le peso (20 pesos = £ 1).

6. — *Chambre individuelles.*

Un nombre limité de chambres pour une personne sera disponible pendant les circuits (supplément : £ 40).

7. — *Assurance.*

Il est tout à fait recommandé aux congressistes de souscrire une police d'assurance, valable pour la période des vacances, contre les pertes d'objets, de bagages, les maladies personnelles et les accidents.

Les personnes intéressées par l'un de ces circuits sont priées de s'adresser à :

J. S. J. LAUDER

Veterinary Surgeon

The Priory

London Road

BRIGHTON 6, Sussex (Grande-Bretagne)

qui a établi ce programme pour le compte du « Royal College of Veterinary Surgeons », de Londres.

## TABLE DES MATIÈRES

Année 1969

### ALIMENTATION - CARENCES - INTOXICATIONS

56. LADRAT (J.), JOUSSELIN (W.). — Emploi de la poudre de lactosérum dans les aliments d'allaitement pour veaux de boucherie.....	1	145
57. AGOT (A.), CANOPE (I.). — La banane, la patate douce et le sucre peuvent-ils intéresser la production animale dans les départements français d'Outre-mer? ..	1	162
58. CHALUPA (W.). — Problèmes de l'urée dans l'alimentation des ruminants .....	1	162
59. CAREW (L. B.), CARDONA A. (G.). — Etude sur l'utilisation de la mélasse et autres sous-produits du sucre dans l'alimentation des poulets.....	1	163
106. ALDRIN (J. F.), BRIAND (Y.), VERGER (B.). — Etudes sur les nuoc-mam de poissons de mer en Côte-d'Ivoire .....	2	249
107. RIVIÈRE (R.). — Etude sur la composition du nuoc-mam de Côte-d'Ivoire .....	2	271
108. FERRANDO (R.). — Alimentation et stérilité .....	2	303
109. BADIALI (L.), ABOU-YOUSSEF (M. H.), RADWAN (A. I.) et Collab. — Empoisonnement par du maïs moisi comme cause majeure d'un syndrome d'Encéphalomalacie chez les équidés égyptiens.....	2	304
110. GOPAL (T.) et Collab. — Aflatoxicose chez les vaches laitières.....	2	304
170. RIVIÈRE (R.). — De quelques sous-produits de cultures dans l'alimentation du bétail tropical .....	3	434
171. ADRIAN (J.). — Teneur en tryptophane et en vitamine PP des produits végétaux alimentaires de l'Afrique intertropicale .....	3	434
172. MISRA (R. K.), RANHOTRA (G. S.). — Influence des niveaux énergétiques sur l'utilisation d'azote de protéine d'arachide-urée par des bovins et des buffles.....	3	435
173. GARTNER (R. J. W.), ALEXANDER (G. I.), BEWG (W. P.). — Fluctuations saisonnières des réserves de vitamine A chez des bovins sur pâturages non améliorés.....	3	435
219. GONCALVES (A. C. B.), MENDES (A. M.). — Mycotoxines dans les aliments destinés aux animaux .....	4	568
220. LAWS (L.). — Toxicité de <i>Crotalaria mucronata</i> pour les moutons .....	4	569
221. DEMARQUILLY (C.). — Valeur alimentaire du maïs fourrage. I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied.....	4	569
222. GALT (H. D.) et Collab. — Composition botanique de la ration de bouvillons alimentés sur pâturage désertique.....	4	569
223. LEROY (A. M.). — Influence de la quantité d'énergie métabolisable apportée par la ration par gramme de matière sèche sur le rendement en énergie nette de l'énergie métabolisable .....	4	570
224. FERRANDO (R.), RAYNAUD (J. P.). — Un nouveau produit de la famille quinoxaline-di-N-oxydes, facteur de croissance chez le veau de boucherie .....	4	570
225. BARTHA (R.). — Influence de l'alimentation et du climat sur la croissance des veaux zébu-Azaouak .....	4	571
226. FERRANDO (R.), RAYNAUD (J. P.). — Expérimentation en France d'un produit de la famille quinoxaline di-N-oxydes, facteur de croissance chez le porc charcutier (1 <sup>re</sup> note).....	4	571



## BIBLIOGRAPHIE

70. Recherches vétérinaires.....	1	167
71. The Merck index.....	1	169
127. SCOTT (G. R.). — Le diagnostic de la peste bovine.....	2	311
128. DEKEYSER (P. L.), DERIVOT (J. H.). — Les oiseaux de l'Ouest africain, Vol. I. Guide d'identification. Vol. II. Atlas. Vol. III. Sources bibliographiques. Notes critiques..	2	312
129. LAUTIE (R.). — La maladie d'Aujeszy.....	2	312
130. MORNET (P.), GILBERT (Y.). — La peste équine.....	2	313
189. LÉPINE (P.), GAMET (A.). — La rage.....	3	440
190. DEBROT (S.), CONSTANTIN (A.). — Hygiène et production de la viande.....	3	441
191. WHYTE (R. O.). — Grasslands of the monsoon.....	3	441
244. EPSTEIN (H.). — Les animaux domestiques de Chine.....	4	577
245. Tropical Animal Health and Production.....	4	578
246. Annales de génétique et de sélection animale.....	4	579
247. PLOWRIGHT (W.). — Rinderpest virus.....	4	579

## CHIMIE BIOLOGIQUE

68. SOLIMAN (M. K.), SHAKER (M.). — Etudes biochimique et cytologique du sang de chamelle adulte.....	1	166
121. MANGALRAJ (D.), SATCHIDANANDAM (V.), NAMBIAR (K. T. K.). — Diversité des types de l'hémoglobine chez les bovins.....	2	308
122. DETROY (R. W.), HESSELTINE (C. W.). — Isolement et activité d'un produit de conversion microbiologique d'Aflatoxine B <sub>1</sub> .....	2	309
182. PETIT (J. P.). — Détermination rapide chez le chien et le lapin de l'urée et du glucose sanguins et urinaires.....	3	417
183. QUEVAL (R.). — Etude électrophorétique des protéines sériques d'herbivores et d'oiseaux de la faune tchadienne. Premiers résultats.....	3	409
184. REUSE (J.). — Les groupes sanguins dans la race bovine d'Hérens.....	3	438

## CHIMIOTHÉRAPIE - THÉRAPEUTIQUE

90. GRABER (M.). — A propos du pouvoir anthelminthique du N-(2'-chloro-4' nitro-phényl)-5 chlorosalicylamide chez le mouton.....	2	217
91. GRABER (M.). — Essais de traitement du parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au moyen du tétramisole. Premières observations.....	2	229
99. BIRGEL (E. H.), BARROS (H. M.), AMARAL (V. do). — Etude comparée de l'efficacité et de l'action de la phénothiazine et du thiabendazole administrés comme anthelminthiques à des bovins de race Nellore.....	2	300
100. ROBY (T. O.), AMERAULT (T. E.), SPINDLER (L. A.). — Action inhibitrice d'un dithiosemicarbazone sur des infections aiguës provoquées par <i>Anaplasma marginale</i> .....	2	301
101. KENDALL (S. B.), PIERCE (M. A.). — Synergisme dans la chimiothérapie de la fasciolose.....	2	301
124. PIENAAR (U. de V.). — Progrès récents dans le domaine de l'immobilisation et de la contention des ongulés sauvages dans les parcs nationaux d'Afrique du Sud.....	2	310
162. TRAIN (C. T.), WHITE (R. G.), HANSEN (M. F.). — Efficacité du coumaphos et du naphthalophos contre les nématodes des agneaux.....	3	431
163. BENNETT (D. G.). — Pouvoir anthelminthique comparé du parabendazole, du thiabendazole et de la phénothiazine chez des agneaux.....	3	431
164. BORAY (J. C.), HAPPICH (F. A.), JONES (W. O.). — Essais chimiothérapeutiques dans les fortes infections à <i>Fasciola hepatica</i> immature chez le mouton.....	3	432

165. TAFS (L. F.). — Tétramisole. Son action sur *Oesophagostomum* spp. immature et adulte chez les porcs infestés expérimentalement, et quelques observations sur le cycle évolutif..... 3 432
166. CROSSLAND (N. O.), HOPE CAWDERY (M. J.). — Observations préliminaires sur la lutte contre *Fasciola hepatica* avec le molluscicide N-tritylmorpholine..... 3 432
217. MARSBOOM (R.). — Pharmacologie de l'Azapérone, neuroleptique utilisé pour la contention des animaux sauvages..... 4 568

### DIVERS

69. LACROUTS (M.). — Problèmes de la commercialisation du bétail en Afrique ..... 1 127
185. BALLICO (P.). — Instruction et centres de recherches agricoles : formes de coopération et d'assistance plus modernes aux pays africains en voie de développement 3 439
186. FUNAIOLI (U.). — L'importance des animaux sauvages dans l'utilisation des terres dans certains pays africains arides et semi-arides..... 3 439
187. VOS (A. de). — Protection de la faune indigène en Afrique Orientale. Nouveau point de vue sur l'utilisation des terres..... 3 439
188. BROWN (M. L.), WORTH (R. M.), SHAH (N. K.). — Habitudes et consommation alimentaires au Népal..... 3 439

### ENTOMOLOGIE

41. GLOVER (P. E.). — Importance des études écologiques dans la lutte contre les mouches tsé-tsé..... 1 155
42. MacLENNAN (K. J. R.). — Récents progrès dans les techniques de lutte contre les mouches tsé-tsé, en particulier en Nigeria du Nord..... 1 156
43. TARRY (D. W.). — Observations sur l'écologie de *Glossina morsitans submorsitans* Newst. en savane de transition soudano-guinéenne du nord de la Nigeria..... 1 156
44. TARRY (D. W.). — Lutte contre *Glossina morsitans submorsitans* Newst. en Nigeria du Nord par aspersion des rives au moyen de pulvérisateurs motorisés..... 1 157
45. NASH (T. A. M.). — L'élevage de mouches tsé-tsé à Langford, près de Bristol..... 1 157
46. RIORDAN (K.). — Chromosomes de *Glossina palpalis* R. D..... 1 157
47. HARING (A.), Mac D. FRASER (M.). — Spermatogenèse de *Glossina austeni*..... 1 158
48. ODHIAMBO (T. R.). — Croissance, longévité et fréquence des repas chez *Glossina palpalis* Austen..... 1 158
49. CURTIS (C. F.). — Quelques observations sur la reproduction et l'action des radiations chez *Glossina austeni*..... 1 158
50. CURTIS (C. F.). — Radio-stérilisation et influence de l'accouplement multiple des femelles chez *Glossina austeni*..... 1 159
94. ITARD (J.) et GRUVEL (J.). — Description d'un appareil destiné au stockage des femelles de glossines et à la récolte des pupes ..... 2 289
96. JORDAN (A. M.) et CURTIS (C. F.). — Le rendement de *G. austeni* Newst. entretenue sur lapins à oreilles pendantes..... 2 299
97. DAME (D. A.) et FORD (H. R.). — L'accouplement multiple de *Glossina morsitans* Westw. et ses effets potentiels sur la technique du mâle stérile..... 2 300
98. VAN DER VLOEDT (A. M. V.), EVENS (F. M. J. C.) et CALLENS (G. M. J.). — Elevage de *Glossina morsitans*. I. Pupes sauvages et pupes pondues au laboratoire. II. Evolution d'un élevage de *Glossina morsitans* et influence d'une « plaquette Vapona » ..... 2 300
158. UILENBERG (G.), HOOGSTRAAL (H.). — *Ixodes randrianasolo* sp. n. (Ixodoidea, Ixodidae) parasite de *Rattus rattus* (Rodentia) à Madagascar..... 3 430
159. UILENBERG (G.), HOOGSTRAAL (H.). — *Ixodes nesomys* sp. n. (Ixodoidea, Ixodidae) parasite d'un rongeur malgache..... 3 430
160. FORD (J.). — Exemple fourni par les tsé-tsé d'une restriction des populations par la limitation de la distribution de l'habitat..... 3 430

161. RAJAGOPAL (P. K.). — Discontinuité apparente dans la relation entre température et taux des échanges respiratoires chez la puppe de tsé-tsé .....	3	431
215. FORD (J.). — Le comportement des mouches tsé-tsé envers l'homme et le bœuf et sa signification épidémiologique .....	4	567
216. NASH (T. A. M.). — Création et entretien en circuit fermé d'un important élevage de mouches tsé-tsé ( <i>Glossina</i> spp.).....	4	568

## MALADIES BACTÉRIENNES

7. DOUTRE (M. P.). — Première observation de botulisme animal de type D au Sénégal .....	1	25
8. DOUTRE (M. P.). — Fréquence au Sénégal du botulisme animal d'origine hydrique..	1	29
202. BLANCOU (J. M.). — Traitement de la streptothricose bovine par une injection unique d'antibiotiques à haute dose .....	1	33
10. GRABER (M.). — Existence au Tchad de taurins et de zébus porteurs sains de <i>Dermatophilus congolensis</i> .....	1	41
9. OSE (E. E.) et MUENSTER (O. A.). — Une méthode pour éprouver les vaccins anti- <i>Pasteurella multocida</i> .....	1	146
79. CHAMOISEAU (G.). — De l'étiologie du farcin de zébus tchadiens : nocardiose ou mycobactériose ? I. Etude bactériologique et biochimique .....	2	195
80. ASSELINEAU (J.), LANEELLE (M. A.) et CHAMOISEAU (G.). — De l'étiologie du farcin de zébus tchadiens : nocardiose ou mycobactériose ? II. Composition lipidique .....	2	205
81. CHAMOISEAU (G.). — <i>Clostridium septicum</i> chez un élan de Derby .....	2	285
82. PIER (A. C.), THURSTON (J. R.), LARSEN (A. B.). — Un antigène de diagnostic pour la Nocardiose : tests comparatifs chez les bovins atteints de Nocardiose et de Mycobactériose .....	2	295
83. TRUSZCZYNSKI (M.), PILASZEK (J.), CIOSEK (D.) et GLASGOW (C. B.). — Virulence de souches d' <i>Escherichia coli</i> isolées de porcs atteints de colibacillose et de porcs en bonne santé ; toxicité de leurs endotoxines pour la souris et les embryons de poulet .....	2	296
84. CHOMAN (B. R.), COOPER (M. S.), MARTINI (F. V.). — Test d'épreuve directe pour contrôler l'efficacité des vaccins bactériens à <i>Clostridium septicum</i> .....	2	296
85. DAVIDSON (I.), HEBERT (C. N.) et BRINLEY MORGAN (W. J.). — Le deuxième étalon international de sérum anti- <i>Brucella abortus</i> .....	2	296
142. SAGNA (F.). — Salmonellose de la poule à « <i>Salmonella pikine</i> ».....	3	335
145. GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), RETIF (M.). — Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans diverses régions d'Afrique Occidentale (Haute-Volta et Côte-d'Ivoire). Résultats et considérations générales .....	3	337
143. LE MINOR (L.), CHAMOISEAU (G.), BARBE (E.) et Collab. — Dix nouveaux sérotypes de <i>Salmonella</i> isolés au Tchad.....	3	426
144. CERRUTI (C. G.) et Collab. — Emploi d'un vaccin d'ovoculture contre l'infection pasteurellique des buffles.....	3	426
146. HART (C. B.) et TYSZKIEWICZ (K.). — Dermate mycotique chez le mouton. III. Chimiothérapie avec le sulfate double de potassium et d'aluminium.....	3	427
200. GIDEL (R.), ALBERT (J. P.), LEFÈVRE (M.) et Collab. — Les mycobactéries d'origine animale isolées au Centre Muraz de 1965 à 1968. Techniques d'isolement et d'identification. Résultats.....	4	495
201. MAILLOUX (M.). — Les leptospiroses ovines et caprines.....	4	563

## MALADIES A PROTOZOAIRES

22. VASSILIADES (G.). — La coccidiose intestinale des ruminants domestiques au Sénégal (Epidémiologie, répartition géographique, importance économique).....	1	47
--	---	----

23. MATSON (B. A.), HILL (R. R.). — Derniers progrès réalisés dans l'étude de la theileriose en Rhodésie ..... 1 150
88. UILENBERG (G.). — Notes sur les babésioses et l'anaplasmose bovines à Madagascar. II. Influence de la splénectomie ..... 2 237
152. PIPANO (E.). — Immunisation de bovins contre l'infection à *Babesiella berbera*. I. Infection de bovins avec le sang de porteurs évidents et latents ..... 3 428
153. WINTER (H.). — Numération directe des protozoaires du sang par la microscopie à fluorescence ..... 3 429

### MALADIES A VIRUS

1. ATANASIU (P.), GAMET (A.), GUILLON (J. C.). — Limites du diagnostic de la rage au laboratoire ..... 1 145
2. COLGROVE (G. S.). — Immunofluorescence et corps d'inclusion dans les leucocytes circulants de porcs infectés avec le virus de la fièvre porcine africaine..... 1 145
3. McCONNEL (S. M.), HICKMAN (R. L.), WOODING (W. L.) et HUXSOLL (D. L.). — Variole des singes : infection expérimentale du chimpanzé (*Pan satyrus*) et immunisation par le virus de la vaccine..... 1 145
72. MAURICE (Y.) et PROVOST (A.). — Sondages sérologiques sur les arboviroses animales en Afrique Centrale..... 2 179
73. RAMISSE (J.), SERRES (H.), RAKOTONDRAMARY (E.). — Utilisation des cellules KB pour le diagnostic de la maladie de Newcastle et le titrage du virus ..... 4 443
74. STEWART (D. L.), DAVIDSON (I.), HEBERT (C. N.). — Préparation internationale de référence de vaccin vivant anti-maladie de Newcastle..... 2 293
75. GORET (P.), PROVOST (A.), PERREAU (P.). — Les arbovirus, agents de zoonoses africaines ..... 2 293
76. BIDWELL (D. E.) et MILIS (G. L.). — Les inhibiteurs sériques non spécifiques dans l'hémagglutination par les arbovirus..... 2 294
77. MILLS (J. H. L.), LUGINBUHL (R. E.) et NIELSEN (S. W.). — Transmission de la maladie des muqueuses bovines en utilisant du virus isolé de l'urine..... 2 294
78. SCHUNG (Y. S.). — Culture du virus de Sindbis, du virus de l'Encéphalite de la vallée de la Murray et du virus de Ge'ah..... 2 295
131. SERRES (H.) et RAMISSE (J.). — Introduction de la peste porcine à Madagascar ..... 3 315
132. RAMISSE (J.), SERRES (H.), RAKOTONDRAMARY (E.). — Isolement à Madagascar de virus associés à la dermatose nodulaire bovine ..... 3 357
133. RAMISSE (J.), SERRES (H.), RAKOTONDRAMARY (E.). — Adaptation aux cellules rénales de lapin de virus associés à la dermatose nodulaire bovine ..... 3 363
134. RIBEIRO (M.) et SUREAU (P.). — Vaccin anti-claveleux lyophilisé à virus sensibilisé..... 3 423
135. SCHNEIDER (L. G.). — Le test de la cornée : une nouvelle méthode pour le diagnostic de la rage *in vivo*..... 3 423
136. PILO MORON (E.), VINCENT (J.), SUREAU (P.) et NEEL (R.). — Diagnostic rapide de la rage par l'inoculation du cerveau et de la glande sous-maxillaire aux souris et par l'immunofluorescence..... 3 424
137. LÉPINE (P.), LEVADITI (J.), ATANASIU (P.), GUILLON (J. C.) et GAMET (A.). — La vaccination du chien dans la lutte contre la rage ..... 3 424
138. GLEDEL (J.), MERED (B.) et SUREAU (P.). — Vaccins antrabiques inactivés par la bêta-propiolactone préparés à partir de cerveaux de chevreau et de cerveaux de souriceau nouveau-né ..... 3 424
139. PROVOST (A.), BORREDON (C.), MAURICE (Y.). — Identité immunologique de souches isolées en Afrique Centrale et des souches Américano-Européennes du virus de la maladie des muqueuses..... 3 425
192. POIRIER (A.), GERMAIN (M.), RICKENBACH (A.) et Collab. — Recherches sur le réservoir animal d'arbovirus dans une région forestière du Cameroun ..... 4 561
193. ROBIN (Y.), CORNET (M.), BRES (P.), et Collab. — Isolement d'une souche de virus Middelburg à partir d'un lot d'*Aedes (A.) cumminsi* récoltés à Bandia (Sénégal) ..... 4 561

194. HORZINEK (M.). — Une méthode simple pour concentrer les arbovirus cultivés sur cellules ..... 4 561
195. ARDOIN (P.), CLARKE (D. H.) et HANNOUN (C.). — La préparation des hémagglutinines des arbovirus par le traitement aux ultra-sons et à la trypsine..... 4 561

### MYCOPLASMOSES

11. HUDSON (J. R.). — Péripleurésie contagieuse bovine : mise au point d'un vaccin efficace et inoffensif..... 1 147
12. HUDSON (J. R.). — Péripleurésie contagieuse bovine. Expériences sur la sensibilité et la protection vaccinale observées chez différents types de bétail..... 1 147
13. ETHERIDGE (J. R.) et LLOYD (L. C.). — Accroissement de la sensibilité de la fixation du complément avec des sérums conservés par l'addition de phénol, pour le diagnostic de la péripleurésie..... 1 147
14. SMITH (G. R.). — Facteurs affectant la bactériémie chez les souris inoculées avec *M. mycoides* var. *mycoides*..... 1 148
15. COTTEW (G. S.), WATSON (W. A.), ARISOY (F.) et Collab. — Distinction de *Mycoplasma agalactiae* des autres Mycoplasmes des moutons et des chèvres..... 1 148
16. SHIFRINE (M.) et MOULTON (J. E.). — Infection des bovins par *Mycoplasma mycoides* au moyen d'instillation nasale..... 1 148
17. DAVIES (G.) et READ (W. C. S.). — L'emploi de substances bactéricides pour l'isolement primaire de *M. mycoides*..... 1 148
18. MASIGA (W. N.) et STONE (S. S.). — Application de l'immunofluorescence à la détection des antigènes et des anticorps de *M. mycoides*..... 1 148
19. WARREN (J.), SENTERFIT (L. B.) et SIEIRO (F.). — Vaccin de culture inactivé contre l'infection des volailles à *Mycoplasma gallisepticum*..... 1 149
20. FREY (M. L.), HANSON (R. P.) et ANDERSON (D. P.). — Un milieu pour l'isolement des mycoplasmes aviaires..... 1 149
147. PROVOST (A.). — Recherches immunologiques sur la péripleurésie. XI. Conception immunopathogénique de la maladie ..... 3 319
148. STONE (S. S.), MASIGA (W. N.), READ (W. C. S.). — Passage transplacentaire de *M. mycoides* chez les bovins..... 3 427
149. RAZIN (S.). — Taxonomie de *Mycoplasma* étudiée par électrophorèse des protéines cellulaires ..... 3 427
150. MASIGA (W. N.), STONE (S. S.). — Immunofluorescence et précipito-diffusion en gélose pour détecter *M. mycoides* dans les lésions pulmonaires fraîches et fixées par le formol des bovins péripleurésiques..... 3 428
151. AL-AUBAIDI (J. M.), FABRICANT (J.). — Techniques d'isolement des mycoplasmes des bovins ..... 3 428
203. PERREAU (P.), GAYT (P.) et MONNIER (J.). — La méthode d'immunofluorescence et l'identification des mycoplasmes. Application au diagnostic de la péripleurésie.. 4 481
204. DAVIES (G.), STONE (S. S.), READ (W. C. S.). — Particularités dans la croissance de la souche T-1 de *M. mycoides*..... 4 564
205. DAVIES (G.). — Particularités de croissance de la souche T<sub>1</sub> de *M. mycoides*..... 4 564

### PARASITOLOGIE

32. GRABER (M.), TRONCY (P.), TABO (R.), SERVICE (J.) et OUMATIE (O.). — L'échinococcose-hydatidose en Afrique Centrale. I. Echinococcose des animaux domestiques et sauvages..... 1 55
33. TRONCY (P.) et GRABER (M.). — L'échinococcose-hydatidose en Afrique Centrale. II. Echinococcose humaine au Tchad..... 1 69
34. TRONCY (P.) et GRABER (M.). — L'échinococcose-hydatidose en Afrique Centrale. III. Téniasis des carnivores à *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786 — Rudolphi, 1801) ..... 1 75

31. GRABER (M.) et GRAS (G.). — Etude du pouvoir cestodicide d'un nouveau composé organique : le Diacétate de plomb dibutyle (D. D. P.). 2. Téniasis ovin .....	1	85
35. DAS (D. N.). — Culture du parasite <i>Oesophagostomum columbianum</i> (Curtice 1890) Stossich, 1899 <i>in vitro</i> .....	1	154
36. ELEK (P.), BREMNER (K. C.), DURIE (P. H.). — Réaction à une helminthiase de veaux alimentés sur pâturage naturel. II. — Pathologie de la phase terminale de la maladie .....	1	154
37. COLEGRAVE (A. J.). — Fasciolose ; essais expérimentaux du nitroxylnil chez le mouton	1	154
38. COLEGRAVE (A. J.). — Fasciolose ; essais expérimentaux du nitroxylnil sur les bovins	1	154
39. GRETILLAT (S.), VASSILIADES (G.). — La trichinose expérimentale du singe (souche ouest-africaine de <i>Trichinella spiralis</i> , (Owen, 1835) .....	1	155
40. GRETILLAT (S.), VASSILIADES (G.). — Réceptivités comparées du chat et du porc domestiques à la souche ouest-africaine de <i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835)....	1	155
89. VASSILIADES (G.) et MOREL (P. C.). — Sur un nouveau trichostrongylidé parasite du pigeon domestique au Sénégal .....	2	211
92. DAYNES (P.). — La fasciolose des bovins à Madagascar.....	2	298
93. GOLDBERG (A.). — Développement et survie dans les pâturages de nématodes gastro-intestinaux parasites des bovins.....	2	298
95. UILENBERG (G.), HOOGSTRAAL (H.). — <i>Ixodes albignaci</i> sp. n. ( <i>Ixodoidea</i> , <i>Ixodidae</i> ) parasite d' <i>Insectivora</i> et de <i>Rodentia</i> à Madagascar.....	2	299
154. DAYNES (M.). — La distomatose à Madagascar. L'utilisation des molluscicides dans la lutte contre <i>Lymnaea natalensis hovarum</i> (hôte intermédiaire de <i>Fasciola gigantica</i> )	3	385
155. GRABER (M.), BOUCHET (A.), FINELLE (P.), DESROTOUR (J.) et GRENGDABO (A.). — Le parasitisme du zébu dans l'Ouest de la République Centrafricaine. I. Parasitisme des veaux de lait .....	3	373
156. BIRGI (E.) et GRAVER (M.). — Mollusques pulmonés d'eau douce basommatophores, vecteurs au Tchad d'affections parasitaires du bétail. Possibilités d'élevage au laboratoire .....	3	393
157. GRETILLAT (S.), VASSILIADES (G.). — Remarques concernant l'infestation expérimentale du cobaye par la souche ouest-africaine de <i>Trichinella spiralis</i> .....	3	430
206. GRABER (M.), BOUCHET (A.), FINELLE (P.), DESROTOUR (J.) et GRENGDABO (A.). — Le parasitisme du zébu dans l'Ouest de la République Centrafricaine. II. Parasitisme des bouvillons et des adultes .....	4	509
207. GRABER (M.) et GRUVEL (J.). — Oribates vecteurs de <i>Moniezia expansa</i> (Rudolphi, 1810) du mouton dans la région de Fort-Lamy .....	4	521
208. BOUCHET (A.), GRABER (M.). — Etude de l'action anthelminthique du Tétramisole vis-à-vis des principaux Nématodes du veau de lait. Essais réalisés en milieu tropical humide .....	4	565
209. GRABER (M.). — Essais de traitement en Afrique centrale du parasitisme gastro-intestinal du poulet au moyen du Tétramisole.....	4	565
210. CORBA (J.), SCALES (B.), FROYD (G.). — L'effet du DI-tétramisole contre l'infestation des yeux par <i>Thelazia rhodesii</i> chez les bovins .....	4	565

## PATURAGES

60. KOHNLEIN (J.). — Méthodes d'estimation de la production des pâtures en fonction des buts poursuivis.....	1	163
61. LUDLOW (M. M.), WILSON (G. L.). — Etudes sur la productivité des plantes fourragères tropicales. I. — Analyse de croissance, photosynthèse et respiration de <i>Panicum maximum</i> Jacq. (Hamil grass) et <i>Phaseolus atropurpureus</i> D. C. (Siratro) dans un milieu artificiel.....	1	164
62. ADAM (J. G.). — Flore et végétation de la lisière de la forêt dense en Guinée.....	1	165
111. BORGET (M.). — Résultats et tendances présentes des recherches fourragères à l'I. R. A. T.....	2	304
112. WHITEMAN (P. C.). — L'action de la température sur la croissance végétative de six pâturages de légumineuses tropicales.....	2	305

113. BOX (T. W.). — Les Ressources en pâturages de la Somalie.....	2	305
114. WILLIAMS (R. E.) et Collab. — Conservation, développement et utilisation des terrains de parcours mondiaux.....	2	306
115. SINGH (R. D.), CHATTERJEE (B. N.). — Analyse de la croissance des herbes pérennes en Inde tropicale. I. Croissance de l'herbage en prairies gazonnées.....	2	306
174. WALKER (B.), SCOTT (G. D.). — Expérimentations des pâtures à Ukiriguru, Tanzanie. I. Comparaisons des systèmes de pâture continue et en rotation sur pâturages naturels de sols argileux.....	3	435
175. WALKER (B.). — Expérimentations des pâtures à Ukiriguru, Tanzanie. II. Comparaisons des systèmes de pâture continue et en rotation sur pâturages naturels de sols argileux en utilisant une forme de changement au carré latin pour une période supplémentaire .....	3	436
176. WALKER (B.), SCOTT (G. D.). — Expérimentation des pâtures à Ukiriguru, Tanzanie. III. Comparaison de trois charges sur la productivité et la composition botanique des pâturages naturels de sols argileux.....	3	436
177. MORRISON (J.). — Herbes et légumineuses de haute altitude en Afrique tropicale....	3	436
227. PIOT (J.). — <b>Végétaux ligneux et pâturage des savanes de l'Adamaoua au Cameroun</b>	<b>4</b>	<b>541</b>
228. BRYAN (W. W.). — <i>Desmodium intortum</i> et <i>Desmodium uncinatum</i> .....	4	
229. PORTUGAL (A. VAZ), COSTA (E. RAMOS da). — L'herbage dans la production ovine des pays méditerranéens.....	4	
230. MUSANGI (R. S.). — Utilisation de pâturages améliorés en Ouganda. I. Bouvillons..	4	
231. WALKER (B.). — Action de l'engrais azoté sur les pâturages naturels dans l'Ouest de la Tanzanie .....	4	
232. EL BARADI (T. A.). — <i>Ricinus communis</i> L.....	4	
233. ANDREASI (F.) et Collab. — Etude des éléments minéraux dans les plantes fourragères de régions délimitées de l'état de São Paulo. I. Calcium, phosphore et magnésium .....	4	
234. ANDREASI (F.) et Collab. — Etude des éléments minéraux dans les plantes fourragères de régions délimitées de l'état de São Paulo. II. Sodium et potassium.....	4	

### PESTE BOVINE

4. MAURICE (Y.), PROVOST (A.) et BORREDON (C.). — Possibilités et limites de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse dans la sérologie de la peste bovine. I. Interprétation et utilité de la réaction (test IHM).....	1	1
5. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Possibilités et limites de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse dans la sérologie de la peste bovine. II. Disparité des résultats fournis par cette réaction et celle de séro-neutralisation du virus bovipestique.....	1	9
6. MAURICE (Y.) et PROVOST (A.). — Possibilités et limites de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse dans la peste bovine (Test IHM). III. Utilisation du papier buvard dans la sérologie de la peste bovine mettant en jeu le test IHM ...	1	17
140. TAYLOR (W. P.). — Sensibilité du chameau à une bosse ( <i>Camelus dromedarius</i> ) à l'infection par la peste bovine.....	3	425
141. JOHNSON (R. H.), RITCHIE (J. S. D.). — Un virus associé à un syndrome de pseudo-peste bovine chez les chèvres naines de Nigeria.....	3	425
196. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et MAURICE (Y.). — Essai de vaccination antibovipestique de veaux passivement immuns par anticorps d'origine colostrale avec un vaccin inactivé adjuvé, préparé en cultures cellulaires .....	4	473
197. RIOCHE (M.). — Adaptation en microtest de la technique de séroneutralisation par la méthode cinétique pour la recherche et le titrage des anticorps neutralisant le virus de la peste bovine .....	4	465
198. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Comportement clinique et immunologique lors de contamination bovipestique de bovins vaccinés depuis plusieurs années contre la peste bovine avec des vaccins de cultures cellulaires..	4	453

199. PLOWRIGHT (W.), HERNIMAN (K. A. J.), RAMPTON (C. S.). — Etudes sur le vaccin de cultures cellulaires contre la peste bovine. I. Facteurs influant sur la production de virus ..... 4 562

### PHYSIOLOGIE - PHYSIO-CLIMATOLOGIE

54. SPRINGELL (P. H.). — Volume d'hématies et volume sanguin chez les bovins..... 1 161  
 55. SPRINGELL (P. J.). — Volume et métabolisme de l'eau chez les bovins..... 1 161  
 102. GRANIER (P.). — Etude sur la digestibilité chez le zébu..... 2 301  
 103. HASSAN (Y. M.). — Facteurs physiologiques déterminant la production du lait au Soudan ..... 2 302  
 104. ROBINSON (D. W.). — Observations préliminaires sur la tolérance à la chaleur de moutons tondus et épuisés par le manque de nourriture en milieu tropical..... 2 302  
 105. GUPTA (B. N.) et Collab. — Etudes de la digestion dans le rumen lorsqu'on améliore la qualité alimentaire des fourrages bruts par l'imprégnation de mélasses et d'urée ..... 2 302  
 167. PANDEY (M. D.), ROY (A.). — Variations de la fréquence des mouvements cardio-respiratoires, de la température rectale, de la numération globulaire et du taux d'hémoglobine comme critère du pouvoir d'adaptation du buffle à un milieu chaud ..... 3 433  
 168. CRANWELL (P. D.). — Fermentation microbienne dans l'appareil digestif du porc.. 3 433  
 169. ALONSO (A. N. de), ALONSO AMELOT (F. R.), ALVAREZ (C. M.). — Destruction progressive de la flore et de la faune du rumen par des altérations du milieu ambiant intrinsèque et ses manifestations chez les bovins..... 3 434  
 218. SIEBERT (B. D.), MACFARLANE (W. V.). — Teneur en liquide corporel et consommation d'eau des bovins tropicaux : *Bostaurus*, *Bos indicus*, *Bibos banteng* et *Bos bubalus bubalis* ..... 4 568

### PRODUCTION ET INDUSTRIES ANIMALES

117. SUTHERLAND (D. N.). — L'industrie du bétail bovin dans le nord de l'Australie.... 2 307  
 118. CARRAILL (R. M.). — L'industrie du bétail bovin en Australie méridionale..... 2 307  
 123. CRAWFORD (M. A.). — Possibilités d'utilisation des animaux sauvages comme source alimentaire future en Afrique..... 2 309  
 125. YOUNG (E.), WAGENER (L. J.). — L'impala, source de nourriture et de sous-produits. Données sur le potentiel de production, les parasites et la pathologie des impalas vivant en liberté dans le Parc national Kruger..... 2 310  
 126. VEISSEYRE (R.). — Quelques solutions apportées au problème de l'approvisionnement en lait des pays en voie de développement..... 2 310  
 241. HARDOUIN (J.). — La fabrication artisanale du fromage de brebis en Tunisie..... 4 576  
 242. NEWMAN (A. J.). — Développements récents de l'industrie porcine aux Fidji..... 4 576  
 243. YOUNG (E.), VAN DEN HEEVER (L. W.). — Le buffle africain, source alimentaire et de sous-produits ..... 4 577

### RICKETTSIOSE

21. ARNSTEIN (P.), EDDIE (B.) et MEYER (K. F.). — Lutte contre la psittacose par thérapeutique de masse chez des perroquets infectés..... 1 149  
 86. MAURICE (Y.), GIDEL (R.). — Incidence de la fièvre Q en Afrique centrale..... 2 297  
 87. JOUBERT (L.). — Les rickettsioses, zoonoses d'entretien ..... 2 297

### TRYPANOSOMOSE

24. VENKATARATNAM (A.), PADMAVATHI (P.), SATYANARAYANANACHARYULU (N.). — Note sur le polymorphisme de *Trypanosoma evansi* chez les buffles..... 1 150



25. DAR (F. K.). — Mise au point d'un milieu purement liquide pour la culture de trypanosomes africains pathogènes.....	1	151
26. RAVE VALENCIA (G.). — Trypanosomiase bovine. I. — Etude préliminaire de la réponse hématologique à l'infection par <i>Trypanosoma vivax</i> .....	1	151
27. BOREHAM (P. F. L.). — Du rôle possible des kinines dans la pathogénie de la trypanosomiase chronique .....	1	151
28. JONES-DAVIES (W. J.). — Chimiorésistance au Bérénil et à l'Homidium des trypanosomes infectant le bétail de Nigeria du Nord, transmis par les glossines.....	1	152
29. Mac LENNAN (K. J. R.). — Quelques découvertes récentes relatives à l'emploi du Bérénil pour le traitement de la trypanosomiase bovine en Nigeria du Nord....	1	152
30. GRAY (A. R.), ROBERTS (C. J.). — Expériences sur la transmission cyclique de souches chimio-résistantes de trypanosomes.....	1	153
211. JADIN (J.), LE RAY (D.). — Acquisitions récentes dans les techniques de culture des trypanosomes africains .....	4	565
212. CLARKE (J. E.). — Taux d'infestation trypanosomienne de l'appareil buccal des mouches isé-tsé de Zambie.....	4	565
213. WIESENHUTTER (E.). — Evaluation de la technique indirecte des anticorps fluorescents dans la trypanosomiase après chimioprophylaxie.....	4	566
214. FORD (J.). — Lutte contre les trypanosomiasés africaines : utilisation des terres.....	4	566

## ZOOTECHE

63. FERRANDO (R.), FIASSON (R.) et GORGULU (F.). — La race bovine rouge du sud de l'Anatolie (Güney Anadolu Kırmızısı).....	1	97
64. LESEL (R.). — Etude d'un troupeau de bovins sauvages vivant sur l'île d'Amsterdam..	1	107
51. PLASSE (D.), WARNICK (A. C.), KOGER (M.). — Reproduction chez des femelles <i>Bos indicus</i> en milieu subtropical. I. — Puberté et fréquence d'ovulation chez des génisses Brahman et de croisement Brahman × anglais.....	1	159
52. PLASSE (D.) et Collab. — Reproduction chez les femelles <i>Bos indicus</i> en milieu subtropical. II. Temps de gestation chez les bovins Brahman.....	1	160
53. PLASSE (D.), KOGER (M.), WARNICK (A. C.). — Reproduction chez des femelles <i>Bos indicus</i> en milieu subtropical. III. Intervalles entre les vêlages, de la première saillie à la conception et de la parturition à la conception.....	1	160
65. MALTOS (J.), ALBA (J. de). — Interactions entre le patrimoine génétique chez des bovins à viande de régions tropicales.....	1	165
66. BAKER (H. K.). — La production de viande de bœuf et l'herbe.....	1	166
67. HODGES (J.). — La production laitière et la prairie.....	1	166
116. LEMAITRE (Y.). — La chèvre angora et le mohair dans la province de Tulear.....	2	306
119. WARDROP (I. D.). — Poids à la naissance, gain de poids vif durant le premier âge, gain ultérieur chez des moutons et des bovins.....	2	308
120. KALI (J.), MORAG (M.), AMIR (S.). — Modifications saisonnières de la production laitière et de la fécondité chez des vaches laitières sélectionnées en climat désertique.....	2	308
178. NEGI (G. C.), BASU THAKUR (A. L.). — Age au premier agnelage du mouton Rampur Bushahri et du premier croisement Rampur Bushahri × Rambouillet.....	3	437
179. BALLICO (P.). — Considérations sur les possibilités zootechniques des zones riveraines du sud-ouest de la Zambie.....	3	437
180. SADA (J.), VOHRADSKY (F.). — Aptitude laitière et teneur en beurre relatives à la génération F <sub>1</sub> de bovins indigènes Jersey × races indigènes du Ghana.....	3	437
181. WILLIS (M. B.), PRESTON (T. R.). — L'amélioration génétique des bovins pour la production intensive de viande.....	3	438
235. SERRES (H.). — L'engraissement des zébus dans la région de Tananarive selon la technique du « bœuf de fosse » .....	4	529
236. FAHMY (M. H.) et Collab. — Croisement de moutons en milieu semi-aride.....	4	574

237. FAHMY (M. H.) et Collab. — Paramètres génétiques de moutons Barki élevés en milieu semi-aride.....	4	575
238. WAGNER (D. G.), HOLLAND (G. L.), MOGESS (T.). — Etude de croisements avec des bovins éthiopiens en utilisant de la semence importée .....	4	575
239. BERTONE (E. B.). — Pratiques modernes d'élevage dans les pays en voie de développement .....	4	575
240. JOUBERT (D. M.). — Evaluation de la production de gibier en Afrique du sud.....	4	576

## TABLE DES AUTEURS

Année 1969

- Les chiffres en caractères gras indiquent la page des articles originaux.  
 — Les chiffres en caractères maigres indiquent la page et entre parenthèses le numéro des analyses.

### A

ABOU-YOUSSEF (M. H.), 304 (109).  
 ADAM (J. G.), 165 (62).  
 ADRIAN (J.), 434 (171).  
 AGOT (A.), 162 (57).  
 AL-AUBAIDI (J. M.), 428 (151).  
 ALBA (J. de), 165 (65).  
 ALBERT (J. P.), **337** ; **495**.  
 ALDRIN (J.-F.), **249**.  
 ALEXANDER (G. I.), 435 (173).  
 ALONSO (A. N. de), 434 (169).  
 ALONSO AMELOT (F. R.), 434 (169).  
 ALVAREZ (C. M.), 434 (169).  
 AMARAL (V. do), 300 (99).  
 AMERAULT (T. E.), 301 (100).  
 AMIR (S.), 308 (120).  
 ANDERSON (D. P.), 149 (20).  
 ANDREASI (F.), 573 (233) ; 574 (234).  
 ARDOIN (P.), 561 (195).  
 ARISOY (F.), 148 (15).  
 ARNSTEIN (P.), 149 (21).  
 ASSELINEAU (J.), **205**.  
 ATANASIU (P.), 145 (1) ; 424 (137).

### B

BADIALI (L.), 304 (109).  
 BAKER (H. K.), 166 (66).  
 BALLICO (P.), 437 (179) ; 439 (185).  
 BARBE (E.), 426 (143).  
 BARROS (H. M.), 300 (99).  
 BARTHA (R.), 571 (225).  
 BASU THAKUR (A. L.), 437 (178).  
 BENNETT (D. G.), 431 (163).  
 BERTONE (E. B.), 575 (239).  
 BEWG (W. P.), 435 (173).  
 BIDWELL (D. E.), 294 (76).

BIRGEL (E. H.), 300 (99).  
 BIRGI (E.), **393**.  
 BLANCOU (J. M.), **33**.  
 BORAY (J. C.), 432 (164).  
 BOREHAM (P. F. L.), 151 (27).  
 BORGET (M.), 304 (111).  
 BORREDON (C.), **1** ; **9** ; 425 (139) ; (198).  
 BOUCHET (A.), **373** ; **509** ; 565 ; (208).  
 BOX (T. W.), 305 (113).  
 BREMNER (K. C.), 154 (36).  
 BRES (P.), 561 (193).  
 BRIAND (Y.), **249**.  
 BRINLEY MORGAN (W. J.), 296 (85).  
 BROWN (M. L.), 439 (188).  
 BRYAN (W. W.), 572 (228).

### C

CALLENS (G. M. J.), 300 (98).  
 CANOPE (I.), 162 (57).  
 CARDONA A. (G.), 163 (59).  
 CAREW (L. B.), 163 (59).  
 CARRAILL (R. M.), 307 (118).  
 CERRUTI (C. G.), 426 (144).  
 CHALUPA (W.), 162 (58).  
 CHAMOISEAU (G.), **195** ; **205** ; **285** ; 426 (143).  
 CHATTERJEE (B. N.), 306 (115).  
 CHOMAN (B. R.), 296 (84).  
 CIOSEK (D.), 296 (83).  
 CLARKE (D. H.), 561 (195).  
 CLARKE (J. E.), 565 (212).  
 COLEGRAVE (A. J.), 154 (37) ; 154 (38).  
 COLGROVE (G. S.), 145 (2).  
 CONSTANTIN (A.), 441 (190).  
 COOPER (M. S.), 296 (84).  
 CORBA (J.), 565 (210).

CORNET (M.), 561 (193).  
 COSTA (E. RAMOS da), 572 (229).  
 COTTEW (G. S.), 148 (15).  
 CRANWELL (P. D.), 433 (168).  
 CRAWFORD (M. A.), 309 (123).  
 CROSSLAND (N. O.), 432 (166).  
 CURTIS (C. F.), 158 (49) ; 159 (50) ; 299 (96).

## D

DAME (D. A.), 300 (97).  
 DAR (F. K.), 151 (25).  
 DAS (D. N.), 154 (35).  
 DAVIDSON (I.), 293 (74) ; 296 (85).  
 DAVIES (G.), 148 (17) ; 564 (204) ; 564 (205).  
 DAYNES (P.), 298 (92) ; **385**.  
 DEBROT (S.), 441 (190).  
 DEKEYSER (P. L.), 312 (128).  
 DEMARQUILLY (C.), 569 (221).  
 DERIVOT (J. H.), 312 (128).  
 DESROTOUR (J.), **373** ; **509**.  
 DETROY (R. W.), 309 (122).  
 DOUTRE (M. P.), **25** ; **29**.  
 DURIE (P. H.), 154 (36).

## E

EDDIE (B.), 149 (21).  
 EL BARADI (T. A.), 573 (232).  
 ELEK (P.), 154 (36).  
 EPSTEIN (H.), 577 (244).  
 ETHERIDGE (J. R.), 147 (13).  
 EVENS (F. M. J. C.), 300 (98).

## F

FABRICANT (J.), 428 (151).  
 FAHMY (M. H.), 574 (236) ; 575 (237).  
 FERRANDO (R.), **97** ; 303 (108) ; 570 (224) ;  
 (226).  
 FIASSON (R.), **97**.  
 FINELLE (P.), **373** ; **509**.  
 FORD (H. R.), 300 (97).  
 FORD (J.), 430 (160) ; 566 (214) ; 567 (215).  
 FREY (M. L.), 149 (20).  
 FROYD (G.), 565 (210).  
 FUNAIOLI (U.), 439 (186).

## G

GALT (H. D.), 569 (222).  
 GAMET (A.), 145 (1) ; 424 (137) ; 440 (189).  
 GARTNER (R. J. W.), 435 (173).

**GAYT (P.), 481**

GERMAIN (M.), 561 (192).  
 GIDEL (R.), 297 (86) ; **337** ; **495**.  
 GILBERT (Y.), 313 (130).  
 GLASGOW (C. B.), 296 (83).  
 GLEDEL (J.), 424 (138).  
 GLOVER (P. E.), 155 (41).  
 GOLDBERG (A.), 298 (93).  
 GONCALVES (A. C. B.), 568 (219).  
 GOPAL (T.), 304 (110).  
 GORET (P.), 293 (75).  
 GORGULU (F.), **97**.  
 GRABER (M.), **41** ; **55** ; **69** ; **75** ; **85** ; **217** ; **393** ;  
**509** ; **521** ; (208) ; 565 (209).  
 GRANIER (P.), 301 (102).  
 GRAS (G.), **85**.  
 GRAY (A. R.), 153 (30).  
 GRENGDABO (A.), **373**.  
 GREILLAT (S.), 155 (39) ; 155 (40) ; 430 (157).  
 GRUVEL (J.), **289** ; **521**.  
 GUILLON (J. C.), 145 (1) ; 424 (137).  
 GUPTA (B. N.), 302 (105).

## H

HANNOUN (C.), 561 (195).  
 HANSEN (M. F.), 431 (162).  
 HANSON (R. P.), 149 (20).  
 HAPPICH (F. A.), 432 (164).  
 HARDOUIN (J.), 576 (241).  
 HARING (A.), 158 (47).  
 HART (C. B.), 427 (146).  
 HASSAN (Y. M.), 302 (103).  
 HEBERT (C. N.), 293 (74) ; 296 (85).  
 HERNIMAN (K. A. J.), 562 (199).  
 HESSELTINE (C. W.), 309 (122).  
 HICKMAN (R. L.), 145 (3).  
 HILL (R. R.), 150 (23).  
 HODGES (J.), 166 (67).  
 HOLLAND (G. L.), 575 (238).  
 HOOGSTRAAL (H.), 299 (95) ; 430 (158) ; 430  
 (159).  
 HOPE CAWDERY (M. J.), 432 (166).  
 HORZINEK (M.), 561 (194).  
 HUDSON (J. R.), 147 (11) ; 147 (12).  
 HUXSOLL (D. L.), 145 (3).

## I

ITARD (J.), **289**.

**J**

JADIN (J.), 565 (211).  
 JOHNSON (R. H.), 425 (141).  
 JONES (W. O.), 432 (164).  
 JONES-DAVIES (W. J.), 152 (28).  
 JORDAN (A. M.), 299 (96).  
 JOUBERT (D. M.), 576 (240).  
 JOUBERT (L.), 297 (87).  
 JOUSSELIN (W.), 162 (56).

**K**

KALI (J.), 308 (120).  
 KENDALL (S. B.), 301 (101).  
 KOGER (M.), 159 (51) ; 160 (53).  
 KOHNLEIN (J.), 163 (60).

**L**

LACROUTS (M.), **127**.  
 LADRAT (J.), 162 (56).  
 LANEELLE (M.-A.), **205**.  
 LARSEN (A. B.), 295 (82).  
 LAUTIE (R.), 312 (129).  
 LAWS (L.), 569 (220).  
 LEFEVRE (M.), **495**.  
 LEMAITRE (Y.), 306 (116).  
 LE MINOR (L.), 426 (143).  
 LEPINE (P.), 424 (137) ; 440 (189).  
 LE RAY (D.), 565 (211).  
 LEROY (A. M.), 570 (223).  
 LESEL (R.), **107**.  
 LEVADITI (J.), 424 (137).  
 LLOYD (L. C.), 147 (13).  
 LUDLOW (M. M.), 164 (61).  
 LUGINBUHL (R. E.), 294 (77).

**M**

McCONNEL (S. M.), 145 (3).  
 MACFARLANE (W. V.), 568 (218).  
 Mac D. FRASER (M.), 158 (47).  
 Mac LENNAN (K. J. R.), 152 (29) ; 156 (42).  
 MACON (G.), **373**.  
 MAILLOUX (M.), 563 (201).  
 MALTOS (J.), 165 (65).  
 MANGALRAJ (D.), 308 (121).  
 MARSBOOM (R.), 568 (217).  
 MARTINI (F. V.), 296 (84).  
 MASIGA (W. N.), 148 (18) ; 427 (148) ; 428 (150).  
 MATSON (B. A.), 150 (23).  
 MAURICE (Y.), **1** ; **9** ; **17** ; **179** ; 297 (86) ; 425 (139) ; **453** ; **473**.  
 MENDES (A. M.), 568 (219).

MERED (B.), 424 (138).  
 MEYER (K. F.), 149 (21).  
 MILIS (G. L.), 294 (76).  
 MILLS (J. H. L.), 294 (77).  
 MISRA (R. K.), 435 (172).  
 MOGESS (T.), 575 (238).  
 MONNIER (J.), **481**.  
 MORAG (M.), 308 (120).  
 MOREL (P.-C.), **211**.  
 MORNET (P.), 313 (130).  
 MORRISON (J.), 436 (177).  
 MOULTON (J. E.), 148 (16).  
 MUENSTER (O. A.), 146 (9).  
 MUSANGI (R. S.), 572 (230).

**N**

NAMBIAR (K. T. K.), 308 (121).  
 NASH (T. A. M.), 157 (45) ; 568 (216).  
 NEEL (R.), 424 (136).  
 NEGI (G. C.), 437 (178).  
 NEWMAN (A. J.), 576 (242).  
 NIELSEN (S. W.), 294 (77).

**O**

ODHIAMBO (T. R.), 158 (48).  
 OSE (E. E.), 146 (9).  
 OUMATIE (O.), **55**.

**P**

PADMAVATHI (P.), 150 (24).  
 PANDEY (M. D.), 433 (167).  
 PERREAU (P.), 293 (75), **481**  
 PETIT (J. P.), **417**.  
 PIENAAR (U. de V.), 310 (124).  
 PIER (A. C.), 295 (82).  
 PIERCE (M. A.), 301 (101).  
 PILASZEK (J.), 296 (83).  
 PILO MORON (E.), 424 (136).  
 PIOT (J.), **541**.  
 PIPANO (E.), 428 (152).  
 PLASSE (D.), 159 (51) ; 160 (52) ; 160 (53).  
 PLOWRIGHT (W.), 562 (199) ; 579 (247).  
 POIRIER (A.), 561 (192).  
 PORTUGAL (A. VAZ), 572 (229).  
 PRESTON (T. R.), 438 (181).  
 PROVOST (A.), **1** ; **9** ; **17** ; **179** ; 293 (75) ; **319** ; 425 (139) ; 453 ; 562 (198).

**Q**

QUEVAL (R.), **409**.

## R

RADWAN (A. I.), 304 (109).  
 RAJAGOPAL (P. K.), 431 (161).  
 RAKOTONDAMARY (E.), **185 ; 363 ; 357**.  
 RAMISSE (J.), **185 ; 363 ; 315 ; 357**.  
 RAMPTON (C. S.), 562 (199).  
 RANHOTRA (G. S.), 435 (172).  
 RAVE VALENCIA (G.), 151 (26).  
 RAYNAUD (J. P.), 570 (224) ; 571 (226).  
 RAZIN (S.), 427 (149).  
 READ (W. C. S.), 148 (17) ; 427 (148) ; 564 (204).  
 RETIF (M.), **337**.  
 REUSE (J.), 438 (184).  
 RIBEIRO (M.), 423 (134).  
 RICKENBACH (A.), 561 (192).  
 RIOCHE (M.), **465**.  
 RIORDAN (K.), 157 (46).  
 RITCHIE (J. S. D.), 425 (141).  
 RIVIÈRE (R.), **271** ; 434 (170).  
 ROBERTS (C. J.), 153 (30).  
 ROBIN (Y.), 561 (193).  
 ROBINSON (D. W.), 302 (104).  
 ROBY (T. O.), 301 (100).  
 ROY (A.), 433 (167).

## S

SADA (J.), 437 (180).  
 SAGNA (F.), **335**.  
 SATCHIDANANDAM (V.), 308 (121).  
 SATYANARAYANANACHARYULU (N.), 150 (24).  
 SCALES (B.), 565 (210).  
 SCHNEIDER (L. G.), 423 (135).  
 SCHUNG (Y. S.), 295 (78).  
 SCOTT (G. D.), 435 (174) ; 436 (176).  
 SCOTT (G. R.), 311 (127).  
 SENTERFIT (L. B.), 149 (19).  
 SERRES (H.), **185 ; 315 ; 357 ; 363 ; 529**.  
 SERVICE (J.), **55**.  
 SHAH (N. K.), 439 (188).  
 SHAKER (M.), 166 (68).  
 SHIFRINE (M.), 148 (16).  
 SIEBERT (B. D.), 568 (218).  
 SIEIRO (F.), 149 (19).  
 SINGH (R. D.), 306 (115).  
 SMITH (G. R.), 148 (14).  
 SOLIMAN (M. K.), 166 (68).  
 SPINDLER (L. A.), 301 (100).  
 SPRINGELL (P. H.), 161 (54) ; 161 (55).  
 STEWART (D. L.), 293 (74).  
 STONE (S. S.), 148 (18) ; 427 (148) ; 428 (150).

SUREAU (P.), 423 (134) ; 424 (136) ; 424 (138).  
 SUTHERLAND (D. N.), 307 (117).

## T

TABO (R.), **55**.  
 TAFFS (L. F.), 432 (165).  
 TARRY (D. W.), 156 (43) ; 157 (44).  
 TAYLOR (W. P.), 425 (140).  
 THURSTON (J. R.), 295 (82).  
 TRAIN (C. T.), 431 (162).  
 TRONCY (P.), **55 ; 69 ; 75**.  
 TRUSZCZYNSKI (M.), 296 (83).  
 TYSZKIEWICZ (K.), 427 (146).

## U

UILENBERG (G.), **237** ; 299 (95) ; 430 (158) ; 430 (159).

## V

VAN DEN HEEVER (L. W.), 577 (243).  
 VAN DER VLOEDT (A. M. V.), 300 (98).  
 VASSILIADES (G.), **47** ; 155 (39) ; 155 (40) ; **211** ; 430 (157).  
 VEISSEYRE (R.), 310 (126).  
 VENKATARATNAM (A.), 150 (24).  
 VERGER (B.), **249**.  
 VINCENT (J.), 424 (136).  
 VOHRADSKY (F.), 437 (180).  
 VOS (A. de), 439 (187).

## W

WAGENER (L. J.), 310 (125).  
 WAGNER (D. G.), 575 (238).  
 WALKER (B.), 435 (174) ; 436 (175) ; 436 (176) ; 573 (231).  
 WARDROP (I. D.), 308 (119).  
 WARNICK (A. C.), 159 (51) ; 160 (53).  
 WARREN (J.), 149 (19).  
 WATSON (W. A.), 148 (15).  
 WHITE (R. G.), 431 (162).  
 WHITEMAN (P. C.), 305 (112).  
 WHYTE (R. O.), 441 (191).  
 WIESENHUTTER (E.), 566 (213).  
 WILLIAMS (R. E.), 306 (114).  
 WILLIS (M. B.), 438 (181).  
 WILSON (G. L.), 164 (61).  
 WINTER (H.), 429 (153).  
 WOODING (W. L.), 145 (3).  
 WORTH (R. M.), 439 (188).

## Y

YOUNG (E.), 310 (125) ; 577 (243).

## INDEX GÉOGRAPHIQUE

- Afrique**  
**127** - 293 (75) - 304 (111) - 309 (123) - 430 (160) - 434 (170) - 434 (171) - 436 (177) - 439 (186) - 441 (191).
- Afrique centrale**  
 425 (139) - 565 (209).
- Afrique occidentale**  
 155 (39) - 312 (128).
- Afrique orientale**  
 155 (41) - 439 (187).
- Afrique du sud**  
 310 (124) - 310 (125) - 576 (240) - 577 (243).
- Algérie**  
 423 (134).
- Amsterdam (Ile d')**  
**107.**
- Antilles françaises**  
 162 (57).
- Asie**  
 441 (191).
- Australie**  
 154 (36) - 161 (54) - 161 (55) - 164 (61) - 305 (112) - 307 (117) - 307 (118) - 307 (119) - 432 (164).
- Brésil**  
 300 (99) - 573 (233) - 574 (234).
- Cameroun**  
**55 - 75 - 179 - 561 - (192) - 541.**
- République centrafricaine**  
**55 - 75 - 179 - 297 (86) - 373 - 509 - 565 - (208).**
- Chine**  
 577 (244).
- Costa Rica**  
 165 (65).
- Côte-d'Ivoire**  
**249 - 271.**
- Cuba**  
 438 (181).
- Egypte**  
 304 (109) - 574 (236) - 575 (237).
- Etats-Unis**  
 160 (52).
- Ethiopie**  
 575 (238).
- Fidji (Iles)**  
 576 (242).
- France**  
 571 (226).
- Grande-Bretagne**  
 157 (45).
- Guinée**  
 165 (62).
- Haute-Volta**  
**337 - 495.**
- Inde**  
 150 (24) - 154 (35) - 306 (115) - 308 (121) - 437 (178).
- Madagascar**  
**237 - 298 (92) - 299 (95) - 301 (102) - 306 (116) - 315 - 357 - 385 - 430 (158) - 430 (159) - 529.**
- Maroc**  
 563 (201).
- Mozambique**  
 568 (219).
- Népal**  
 439 (188).
- Nigeria**  
 152 (28) - 152 (29) - 155 (41) - 156 (42) - 156 (43) - 157 (44) - 425 (141).
- Ouganda**  
 572 (230).
- Rhodésie**  
 150 (23).
- Sénégal**  
**25 - 29 - 47 - 211 - 465 - 561 (193).**
- Somalie**  
 305 (113).
- Soudan**  
 302 (103).
- Tanzanie**  
 435 - (174) - 436 (175) - 436 (176) - 573 (231).
- Tchad**  
**41 - 55 - 69 - 75 - 85 - 179 - 195 - 205 - 217 - 229 - 285 - 297 (86) - 393 - 409 - 426 (143) - 453 - 473 - 521.**
- Tunisie**  
 576 (241).
- Turquie**  
**97.**
- Zambie**  
 437 (179) - 565 (212).